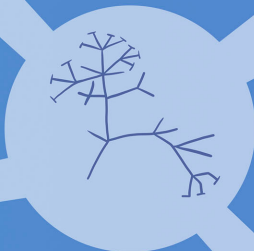


Ronaldo Luiz Nagem
Siane Paula de Araujo
Maria de Fátima Marcelos
(Orgs.)

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 *20 anos de A&M formação 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.



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.

394 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 distinguiu 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 papéis linguísticos, mas também outras funções ligadas às áreas da Educação, da Ciência, da Tecnologia e das Artes. Bom proveito!

Índice

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

Analogias nas ciências da saúde

Eliene Diniz dos Santos
João Rodolfo Lauton M. de Souza
Ronaldo Luiz Nagem

Jogo de empresas como modelo na educação gerencial

Suryam Guimarães Lima
Ronaldo Luiz Nagem
Raquel Quirino

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

Alexandre da Silva Ferry

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

Cláudia Gomes França
Leila Saddi Ortega

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

Josefina Barrera Kalhil
César E. Mora Ley

O raciocínio lógico no contexto de ensino e de aprendizagem

Tamires Sousa Batista
Marina Chaves Silva
Ronaldo Luiz Nagem

O raciocínio analógico no contexto de ensino e de aprendizagem

Marina Chaves Silva
Tamires Sousa Batista
Ronaldo Luiz Nagem

Parte 3

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 GEMATEC¹ (*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 então³, 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 IV⁴ 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 Ferry⁵ e o professor Dr. Ivo de Jesus Ramos⁶. 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.

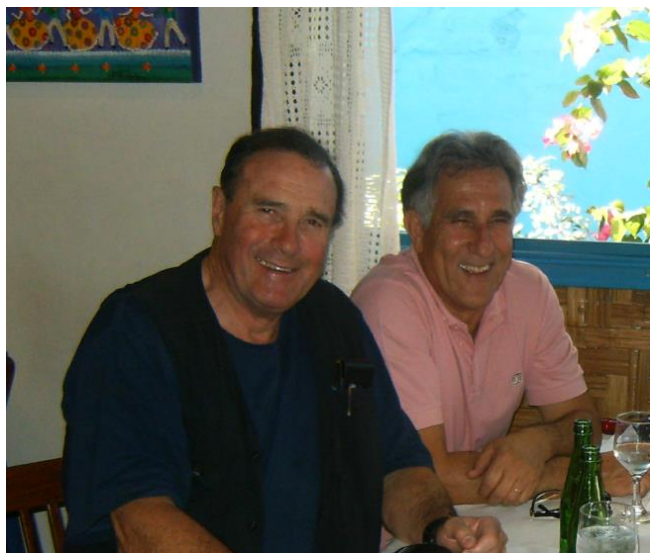
Dessa primeira parceria internacional de trabalho entre os pesquisadores também resultou na ampliação dos laços entre o PPGET/CEFET-MG e a Universidade do Minho, quando em 2016 o professor doutor Alexandre da Silva Ferry, também realizou seu Estágio Pós-Doutoral na mesma universidade, porém sob a mentoria 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 Wales*, 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 apoiam.

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 e 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 55 resumos com trabalhos 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!

Parte 1

Guarda-chuva de ideias

Ronaldo Luiz Nagem ¹
Maria de Fátima Marcelos ²
Siane Paula de Araujo ³

Os dois textos que compõem essa primeira parte do livro, *Guarda-Chuva de Ideias: Módulo I e Módulo II*, se referiam a um único trabalho intitulado *Analogy and Model in the Teaching and Learning of Science: Philosophical and Educational Aspects*⁴ produzido em função do convite de publicação realizado pelo professor Dr. Michael Robert Matthews⁵, da *University of New South Wales*, da Austrália. O convite realizado pelo professor, via e-mail, ocorreu em 2010 e se referia à produção de um capítulo para compor um dos volumes do *Handbook on History, Philosophy and Science Teaching Research*⁶ e segundo as recomendações por ele propostas, conforme consta no corpo do e-mail, a seguir (tradução nossa)¹:

De: Michael Matthews

Data: terça-feira, 23 de nov. de 2010 às 20:54

Assunto: manual HPS & ST

Para: ronaldonagem

¹ Líder do Grupo AMTEC (1998-2021). Professor Titular do CEFET-MG.

² Vice-líder do Grupo AMTEC (2009-2021). Coordenadora GEMATEC. Pesquisadora e professora de Biologia.

³ Pós-doutora em Educação Tecnológica pelo CEFET-MG junto ao Grupo AMTEC.

⁴ Analogia e Modelos nos Processos de Ensino e Aprendizagem: Aspectos Filosóficos e Educacionais.

⁵ Vale destacar que o professor é o Presidente da Comissão Inter-Divisional de Ensino de História da Ciência e Tecnologia da União Internacional de História e Filosofia da Ciência (*Inter-Divisional Teaching Commission of DHST/DLMPS of IUHPS*) e Editor da *Science & Education Journal*, da Editora Springer.

⁶ Manual de Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências.

Caro Ronaldo,

Saudações a você, Fátima, Ton e seus colegas do GMATEC.

Fui convidado pela Springer Publishers a apresentar uma proposta para um Manual de História, Filosofia e Pesquisa em Ensino de Ciências, de dois volumes e 1.200 páginas. Esta é uma excelente oportunidade para cimentar o lugar da pesquisa baseada em HPS na educação e demonstrar a contribuição que o campo de estudos HPS pode dar para questões teóricas, curriculares e pedagógicas na educação científica e matemática.

Antecipo cinco seções contendo 50 capítulos cada um com 12.000 palavras. Com os capítulos revisados finais a serem submetidos em abril de 2012, cerca de dezoito meses.

Em anexo está minha análise atual do conteúdo e minha linha do tempo para o projeto.

Espero que você possa contribuir para o projeto escrevendo o capítulo sobre:

ESTUDOS TEÓRICOS

metáfora e analogia em HPS e no ensino e aprendizagem de ciências

Como será para um manual, você certamente pode utilizar um trabalho já publicado na área, mas precisará ser reformulado em uma forma adequada para um manual: isto é, menos argumentos para uma posição particular e mais avaliação, embora crítica, da pesquisa atual (e contínua) no campo.

Eu preciso enfatizar que é um manual de HPS & ST, então o foco precisa ser nos aspectos históricos e filosóficos da pesquisa sobre metáforas e analogias no ensino e aprendizagem de ciências. Tanto onde o HPS foi utilizado, quanto onde poderia ter sido utilizado, mas não foi. Seu próprio grupo de Belo Horizonte é claramente um dos líderes mundiais no ensino e aprendizagem de ciências, parte desta pesquisa, mas você pode querer contratar um filósofo solidário para trabalhar com você neste capítulo do manual.

Se algum outro tópico se adequar melhor a você, me avise. Ou se você tiver sugestões para melhorar a estrutura delineada, se vir alguma lacuna significativa, eu ficaria muito feliz em saber dela.

Finalmente, listei alguns livros essenciais que considero importantes na área. Se você tiver sugestões para outros, eu os acolheria.

Mais uma vez, desejo-lhe muitas felicidades, e ainda guardo boas recordações da minha visita ao seu centro e da nossa pequena viagem turística.

Michael

A / Professor Michael R. Matthews
Escola de Educação
Universidade de New South Wales
Sydney, 2052
Austrália

Editor, jornal 'Science & Education' (www.springer.com/journal/11191)
Presidente, Comissão de Ensino da Divisão de História da Ciência e Tecnologia da União Internacional de História e Filosofia da Ciência (<http://dhst-tc.primeu.uoa.gr/index.htm>)
Ex-presidente do Grupo de Ensino de História Internacional, Filosofia e Ciências (<http://ihpst.net/>)

O convite de publicação ocorreu após a visita do professor ao GEMATEC⁷, nesse mesmo ano, quando ministrou uma conferência em um dos encontros do grupo cuja temática se referia ao construtivismo⁸. Infelizmente, o texto solicitado para publicação não foi finalizado a tempo do prazo da chamada. No entanto, se constitui como um trabalho de

⁷ Grupo de Estudos em Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência <http://www.gematec.cefetmg.br/>

⁸ Vide texto "Apresentação e breve histórico" deste livro para maiores detalhes.

referência para muitas pesquisas e estudos realizados pelo Grupo de Pesquisa AMTEC⁹, desde então.

Nesse sentido, propomos atualizar essa produção, neste livro, subdividindo em dois textos sendo o primeiro com ênfase em analogias e metáforas e o segundo em modelos. Cabe ressaltar que todos os dois textos abordam e relacionam essas temáticas com os campos da Educação, da Ciência e da Tecnologia, ainda que não se findam neles – quando é referenciado em estudos relacionados ao campo das Artes, por exemplo.

O primeiro texto, *Módulo I: A&M na Ciência, na Educação e Em Outros Contextos* objetiva abordar questões e concepções preliminares sobre analogias e metáforas relacionadas ao campo da filosofia, abordadas mais profundamente por Mauro Lúcio Condé, coautor desses trabalhos na época e professor do curso de Filosofia da Universidade Federal de Minas Gerais. O segundo texto, *Módulo II: Modelo, Dispositivo de Modelagem e Analogia*, especificamente, enfatiza essas questões e concepções relacionadas aos modelos, além de apresentar a proposta de Dispositivo de Modelagem e da Chave Sistemática Multiopcional para classificação de modelos.

A proposta dessa primeira parte do livro, intitulada: *Guarda-Chuva de Ideias*, portanto, teve seu início a partir das experiências de ensino, pesquisa e extensão realizadas a mais de vinte anos no campo por meio do AMTEC, junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (PPGET/CEFET-MG) e do Departamento de Educação da mesma instituição.

⁹ Grupo de Pesquisas em Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência
<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/11325>

De maneira mais específica, a proposta inicial deste texto começou em uma atividade didática proposta pelo professor Ronaldo Luiz Nagem e realizada pelos alunos da disciplina *Tópicos Avançados em Educação Tecnológica: Reconstruindo Modelos por Analogias* do Curso de Mestrado em Educação Tecnológica no CEFET-MG no ano de 2011¹⁰. O objetivo era dar continuidade à proposta de revisão de literatura apresentada inicialmente pelo artigo *Modelos: uma Análise de Sentidos na Literatura de Pesquisa em Ensino de Ciências*, de Krapas et al. (1997).

No artigo, essa revisão foi realizada sobre os sentidos do termo “modelo” para o Ensino de Ciências para trabalhos publicados no período de 1986 até 1996 e, na disciplina, esse período foi estendido por mais 10 anos seguintes (1997 a 2007). O intuito da atividade realizada na disciplina era revisitar o caminho trilhado pelos autores do artigo a partir das referências utilizadas a fim de apresentar uma versão atualizada da sistematização dos possíveis significados, não somente do termo “modelo”, mas se estendendo também às analogias e metáforas.

A proposta, nesse sentido, foi de realizar o mesmo percurso metodológico apresentado no artigo, acessando as referências dos mesmos periódicos internacionais antes pesquisados, porém, para esse novo período e termos. Segundo consta no próprio artigo, em relação aos periódicos internacionais consultados, “São eles: *International Journal of Science Education* (IJSE), *Science Education* (SE), *Science & Education* (S&E), e *Journal of Research in Science Teaching* (JRST).” (KRAPAS, et al. 1997, p. 191, destaques nossos). Em decorrência dessa forma de coleta de dados adotada, verificou-se uma quantidade significativa de informações

¹⁰ Nossos agradecimentos ao Professor Ivo de Jesus Ramos e aos alunos da referenciada disciplina, a saber: Alexsandro Jesus Ferreira de Oliveira (físico); Denise do Prado Lisboa Oliveira (pedagoga); Eliane Geralda da Silva Fonseca (letróloga); Emanuele Berenice Marques Ferreira (historiadora); Fabiano Drumond Pena (físico); Gislane Marcondes Vieira (administradora); Odilon Marciano da Mata (historiadora); Regiane Aparecida Lacerda (pedagoga); Solange Aparecida Rosa Abreu (letróloga); Vanessa Corrêa da Silva (pedagoga); Viviane Florentino de Melo (química).

conforme o volume de referências encontradas, utilizando as fontes mencionadas.

Dessa forma, *Guarda-chuva de Ideias* apresenta o resultado desse vasto estudo a respeito do “problema da polissemia de sentidos”, como ponto de partida, e que também se expandiu para outras experiências e estudos junto ao Grupo GEMATEC ao longo desses anos. Tal questão que se encontra, no *Módulo I*, relacionada especialmente para as definições das palavras analogia, metáfora, conceito e concepção e as considerações para o termo “modelo” se encontram no *Módulo II* dessa primeira parte do livro.

Afinal, o que seria uma analogia? Uma metáfora? Um modelo? Quais seriam as possíveis semelhanças e diferenças entre os termos concepção e conceito? A partir de qual ponto de vista? Junto a essas questões, integra-se também o aspecto cognitivo e cognoscitivo¹¹ da relação entre os

¹¹ Em se tratando das relações “professor e aluno” em sala de aula, segundo Libâneo (1994).

¹ De: Michael Matthews

Date: ter., 23 de nov. de 2010 às 20:54

Subject: HPS&ST handbook

To: ronaldonagem

Dear Ronaldo,

Greetings to you, Fatima, Ton and your GMATEC colleagues.

I have been invited by Springer Publishers to put forward a proposal for a two-volume, 1,200 page Handbook on History, Philosophy and Science Teaching Research. This is an excellent opportunity to cement the place of HPS-informed research in education, and to demonstrate the contribution that HPS scholarship can make to theoretical, curricular and pedagogical issues in science and mathematics education.

I anticipate five sections containing 50 chapters each of 12,000 words. With final revised chapters to be submitted in April 2012, about eighteen months time.

Attached is my current breakdown of the contents, and my timeline for the project.

I am hoping that you might contribute to the project by writing the chapter on:

THEORETICAL STUDIES

metaphor and analogy in HPS, and in science teaching and learning

raciocínios lógico e analógico que implicam diretamente sobre o cotidiano do Ensino de Ciências e suas aplicações, dentre outros contextos.

As it will be for a Handbook, you can certainly utilize work you have already published in the area, but it will need to be recast in a form suitable for a handbook: that is, less argument for a particular position, and more appraisal, albeit it critical, of current (and continuing) research in the field.

I do need to stress that it is a HPS & ST handbook, so the focus needs to be on the historical and philosophical aspects of research on metaphor and analogy in science teaching and learning. Both where HPS has been utilized, and where it could have been utilized but was not. Your own Belo Horizonte group is clearly one of the world leaders in the science teaching and learning part of this research, but you might like to co-opt a sympathetic philosopher to work with you on this handbook chapter.

If some other topic better suits you, do let me know. Or if you have suggestions for improvement of the outlined structure, if you see any significant gaps, I would be very happy to hear of them.

Finally, I have listed some core books that I think have been important in the area. If you have suggestions for others, I would welcome them.

Again, best wishes you, and I still have the fondest memories of my visit to your centre and our little tourism journey.

Michael

A/Professor Michael R. Matthews

School of Education

University of New South Wales

Sydney, 2052

Australia

Editor, 'Science & Education' journal (www.springer.com/journal/11191)

President, Teaching Commission of the Division of History of Science and Technology of the International Union of History and Philosophy of Science (<http://dhst-tc.primedu.uoa.gr/index.htm>)

Past-President, International History, Philosophy & Science Teaching Group (<http://ihpst.net/>)

Módulo I - A&M¹² na Ciência, na Educação e em outros contextos

Um dos grandes problemas de nossa língua, talvez em todas as outras também, é a comunicação e a recepção do sentido e do significado de uma mesma palavra ou expressão por quem lê ou escuta um texto. Nesse sentido, temos por objetivo neste texto abordar conceitos e concepções de analogia, metáforas e modelos – estes serão enfatizados no *Módulo II* - em três aspectos. O primeiro aspecto refere-se a busca desses conceitos expressos em dicionários da língua portuguesa e no *Dicionário de Filosofia* de Nicola Abbagnano (2007). O segundo aspecto diz respeito aos mesmos conceitos em relação às produções científicas originadas de pesquisas, especialmente, nas áreas da Ciência, da Educação e da Tecnologia e, no terceiro aspecto, estão as considerações feitas sobre as “novas” possibilidades ou perspectivas de significados e funções de analogias, metáforas e modelos.

Mesmo sabendo que nossa língua vernácula é constituída, em sua maior parte, de palavras e expressões polissêmicas, vamos considerar o conceito como uma definição dada para uma determinada expressão. À expressão se atribui um sentido e significado que variam em decorrência do tempo e do espaço onde acontece. É o que conhecemos como contextualização. O termo velocidade pode ser conceituado, por exemplo, por um professor de física, como o deslocamento de um objeto em um determinado espaço de tempo. Diferentemente, um químico pode conceituar o mesmo termo como o tempo de duração de uma reação química. Da mesma forma, um biólogo pode falar do mesmo termo referindo se à velocidade de propagação de um vírus biológico.

¹² A&M é um termo cunhado pela pesquisadora Maria de Fátima Marcelos (Fatinha) para se referir ao campo das Analogias, Metáforas e Modelos. Nesse caso, o M do acrônimo possui duplo significado, pode se referir tanto somente às Metáforas quanto somente aos Modelos, como também à ambos. Nesse texto do *Módulo I*, especificamente, daremos destaque às Metáforas, e, no texto do *Módulo II*, aos Modelos.

Nessa perspectiva, notamos que o mesmo termo tem sentido e significado próprios, atribuídos em cada área do conhecimento, não se vê inconsistência em tais fatos, isso favorece a formação de uma concepção de velocidade, acessível a muitos leitores. É possível falar em velocidade no discurso de um orador, de um narrador de futebol, de envio de uma mensagem. No entanto, em todos esses casos um elemento comum parece permanecer constante: o tempo. Aqui, o tempo é compreendido como início e o término de um processo, que as vezes não chega ao final.

Com isso, queremos dizer que concepção carrega uma carga variada de conceitos, cada um deles com sentido e significados diferentes. É interessante notar que aprendemos os conceitos separadamente, de forma individual para cada um dos conteúdos da aprendizagem. Entretanto, consideramos como relevante ter sempre como objetivo que o estudante desenvolva a concepção de modo a ser possível ter o entendimento e uma visão mais ampla dos elementos de sua aprendizagem.

Da mesma forma, é importante destacar que o conceito torna-se fundamental dentro de cada área do conhecimento. Compreender o conceito de velocidade, em física, química ou biologia, contribui para a formação de uma concepção de velocidade. Vejamos algumas definições para as expressões analogia, metáfora, conceito e concepções:

ANALOGIA – do grego αναλογία – *analogía*, proporção, correspondência:

Esse termo tem dois significados fundamentais: 1. o sentido próprio e restrito, extraído do uso matemático (equivalente a *proporção*) de *igualdade de relações*; 2. o sentido de extensão *provável* do conhecimento mediante o uso de semelhanças genéricas que se podem aduzir entre situações diversas. No primeiro significado, o termo foi empregado por Platão e por Aristóteles e é até hoje empregado pela lógica e pela ciência. No segundo significado, o termo

foi e é empregado na filosofia moderna e contemporânea. (ABBAGNANO, 2007, p. 55, grifos do autor)

METÁFORA – do grego μεταφορά- *metaphrein*, transferir, transpor:

1. Transfe-rência de significado. Aristóteles diz: "A M. consiste em dar a uma coisa um nome que pertence a outra coisa: transferência que pode realizar-se do gênero para a espécie, da espécie para o gênero, de uma espécie para outra ou com base numa analogia" (*Poet.*, 21, 1457. b 7). A noção de M. algumas vezes foi empregada para determinar a natureza da linguagem em geral. Como instrumento lingüístico, hoje sua definição não é diferente da definição de Aristóteles. Quanto à M. *mítica* dos povos primitivos, que é substancialmente a identificação da expressão metafórica com o objeto, cf. CASSIRKK, *Language and Myth*, 1946. (ABBAGNANO, 2007, p. 667, grifos do autor)

2. Uma metáfora é uma figura de fala que descreve um sujeito afirmando que é, em algum ponto de comparação, o mesmo que outro objeto não relacionado, por exemplo, Pedro é um leão. Não é confundido com um símile que usa como ou como em comparações. A metáfora é um tipo de analogia e está intimamente relacionada com outras figuras retóricas da fala que alcançam seus efeitos através da associação, comparação ou semelhança, incluindo alegoria, hipérbole e símile. (<https://educalingo.com/pt/dic-en/metaphorical>. Acesso em 30 mar. 2021)

CONCEITO – do grego Χόγος, latim *Conceptus*, verbo *concupere* – conter dentro de si

Em geral, todo processo que torne possível a descrição, a classificação e a previsão dos objetos cognoscíveis. Assim entendido, esse termo tem significado generalíssimo e pode incluir qualquer espécie de sinal ou procedimento semântico, seja qual for o objeto a que se refere, abstrato ou concreto, próximo ou distante, universal ou individual, etc. Pode-se ter um C.

de mesa tanto quanto do número 3, de homem tanto quanto de Deus, de gênero e espécie (os chamados *universais* [v.]) tanto quanto de uma realidade individual, como p. ex. de um período histórico ou de uma instituição histórica (o "Renascimento" ou o "Feudalismo"). Embora o C. seja normalmente indicado por um nome não é o nome, já que diferentes nomes podem exprimir o mesmo C. ou diferentes conceitos podem ser indicados, por equívoco, pelo mesmo nome. O C, além disso, não é um elemento simples ou indivisível, mas pode ser constituído por um conjunto de técnicas simbólicas extremamente complexas, como é o caso das teorias científicas que também podem ser chamadas de C. (o C. da relatividade, o C. de evolução, etc). O C. tampouco se refere necessariamente a coisas ou fatos reais, já que pode haver C. de coisas inexistentes ou passadas, cuja existência não é verificável nem tem um sentido específico. Enfim, o alegado caráter de *universalidade subjetiva* ou validade intersubjetiva do C. na realidade é simplesmente a sua *comunicabilidade* de signo lingüístico: a função primeira e fundamental do C. é a mesma da linguagem, isto é, a comunicação.

A noção de C. dá origem a dois problemas fundamentais: um sobre a *natureza* do C. e outro sobre a *função* do C. Esses dois problemas podem coincidir, mas não coincidem necessariamente. (ABBAGNANO, 2007, p. 164, grifos do autor)

CONCEPÇÃO – do latim *Conceptio*, *com* + *capere* = tomar, pegar com intensidade

Esse termo designa (assim como os correspondentes percepção e imaginação) tanto o ato do conceber quanto o objeto concebido, mas, preferivelmente, o ato de conceber e não o objeto, para o qual deve ser reservado o termo *conceito* (v.). Hamilton já fazia essa observação (*Lectures on Logic*, I, p. 41), que às vezes é repetida na filosofia contemporânea: "Tão logo um conceito é simbolizado para nós, nossa imaginação reveste-o de uma C. privada e pessoal, que só podemos distinguir por um processo de abstração do conceito público e comunicável" (SUSAN K. LANGER, *Philosophy in a New Key*, cap. III). (ABBAGNANO, 2007, p.169).

Nos atemos à problemática dessas definições uma vez que sua distinção entre o senso comum e aplicação de distintas formas e contextos implicam diretamente sobre como pretendemos conceituar cada uma delas a fim de expor nossa concepção e teorização a respeito. Além disso, a tradução desses termos não nos apresentou como uma tarefa de sentido unitário, pelo contrário, nos despertou inúmeras discussões a respeito sobre a apropriação dos sentidos e significados.

A&M e a Escolha da Definição dos Termos, Conceitos e Concepções

As A&M (analogias e metáforas) são mais conhecidas como figuras de linguagem e cumprem uma função importante na produção de um texto. Presentes na vida cotidiana, podem ser identificadas na literatura, na música, no cinema, no *marketing* e em outros campos da cultura humana. Consideradas como “vilãs” na linguagem científica, foram excluídas dos textos científicos pelos positivistas. Apesar disso, elas aparecem no ensino, na mídia e em textos ligados à ciência e ao ensino de ciências. São exemplos claros enquanto comparações, para explicar muitos conceitos científicos, tais como: a “Árvore da Vida” de Darwin, para explicar a Teoria da Evolução; o Sistema Solar para explicar o átomo e os elétrons; uma Balança de dois pratos, utilizada para explicar o equilíbrio em uma reação química e, utilizada, também, para explicar uma equação de igualdade entre duas expressões matemáticas.

As A&M fazem parte de nosso cotidiano, como já explícito por Lakoff e Johnson (2002). Elas são de uso espontâneo em nossa forma de expressar nossos pensamentos e conhecimentos. Como característica básica de ter uma coisa em termos da outra, na tentativa de se fazer entender, pode-se fazer ater à comparação, de duas formas. Uma delas quando ficam explícitas as características que se quer comparar entre um com o outro elemento. Por exemplo, a frase: João é forte como um leão; a

outra quando não fica explícita a característica de um que se quer comparar com o outro, como a frase: João é um leão. No segundo caso, a característica atribuída a João está implícita e fica por conta do entendimento do outro. Neste último caso, consideramos a comparação como uma metáfora. Ao mesmo tempo em que atribuir características de um leão ao João é evidentemente metafórico.

Na literatura, alguns autores consideram metáfora como sinônimo de analogia e, às vezes, não diferenciam analogia de metáfora. Adotamos, no presente texto, a concepção de Glynn (1991), para quem tanto a analogia quanto a metáfora são comparações entre dois domínios (o alvo e o veículo). O alvo se constitui no desconhecido que se quer explicar e veículo é o conhecido que se quer comparar. Quando a característica está explícita, por exemplo, na frase: ‘Maria está perfumada como uma flor’ estamos diante de uma analogia. Quando a característica não está explícita, como em ‘Maria é uma flor’, estamos diante de uma metáfora. Na metáfora, a característica pode ser qualquer uma: o perfume, a cor, o espinho ou outra qualquer. Outros autores já consideram que a metáfora é uma síntese de uma analogia. Para Aristóteles a metáfora é a “marca do gênio”, como citado em Duarte (2005).

Destacamos ainda que, as A&M, quando utilizadas no contexto da educação, podem tornar os conceitos mais acessíveis, por outro lado, podem também gerar obstáculos na aprendizagem, ou até mesmo algum desvio no desenvolvimento da elaboração de uma concepção ou de um conceito científico. Estudos mais recentes têm atribuído às A&M outras funções além daquelas já utilizadas como figuras de linguagem. Destacaremos, neste texto, as funções relacionadas às analogias, quando expressas nas diversas formas de linguagem – verbal e não-verbal – de forma a não limitar o seu uso na fala ou na escrita, mas também enquanto recurso imagético ou audiovisual, para citar alguns casos.

Em um sentido amplo, a analogia, especificamente, é aqui tratada como um processo mental em que a pessoa é capaz, em uma acepção próxima à de Vygotsky¹³, de estabelecer relações de semelhanças e diferenças entre dois domínios ou campos diferentes. Aqui analogia pode, também, ser entendida como um processo e o análogo, ou modelo, como um objeto¹⁴ estrutural, funcional ou simbólico. Pensamos ser possível construir um sistema de ensino-aprendizagem que favoreça o desenvolvimento do pensamento analógico. A educação, enquanto facilitadora do processo de construção do conhecimento, não se limita à atividade desenvolvida em sala de aula, mas decorre da interação sujeito/objeto e meio social.

Nesse processo social de produção do conhecimento, não apenas o “lógico”, mas também o “analógico” tem um grande papel a cumprir. Acreditamos, assim, que o desenvolvimento dos estudos sobre analogia muito ajudar na busca por novas perspectivas para a educação, em especial, em relação às Ciências, mas não se limitando à ela, quando expandida para o campo das Artes, por exemplo.

Sobre o conceito de analogia muita coisa tem sido pensada e dita. Contudo, nem sempre temos em mente as múltiplas inter-relações que podem ser suscitadas pelos diferentes significados que podem ser atribuídos à analogia. É possível estabelecer relações entre, primeiramente, o lógico e o analógico; segundo, a analogia e a metáfora; e, terceiro, o análogo e o modelo, sem considerar, ainda, sua aplicabilidade

¹³ Vygotsky (2008) caracteriza tais processos mentais em dois diferentes níveis: elementares e superiores. No nosso entendimento, tais processos mentais não se dividem propriamente quanto à hierarquia, mas quanto à abrangência. Assim eles seriam processos mentais simples (conexões simples) ou processos mentais complexos (conexões múltiplas).

¹⁴ Aqui “objeto” não é entendido em um sentido metafísico ou transcendental como em alguns influentes autores da tradição ocidental. Referimo-nos aos objetos tanto naturais quanto culturais, isto é, artefatos, que nos circundam em diferentes situações no nosso cotidiano. Contudo, ainda assim não se trata de buscar nenhum tipo de “objetividade” última (tarefa essencialmente metafísica), mas compreender o grau de “objetivação” possível nas múltiplas relações entre os objetos e o sujeito na produção do conhecimento (em especial, do conhecimento científico).

e presença em diversos campos do conhecimento e temas, como na linguística, ciência, cultura, história, mídia e no cotidiano.

Dessa forma, a que se deve a amplitude de campos de aplicação do termo analogia? Provavelmente a de ser esta uma capacidade humana de estabelecer, sempre, quando se está diante de algo novo, uma busca pela comparação de características semelhantes e diferentes entre dois campos distintos. No texto que se segue abordaremos, em um primeiro momento, aspectos históricos e filosóficos da oposição lógico e analógico. Defendemos uma posição de que, contrariamente ao que a cultura ocidental defendeu na afirmação do lógico, ou do *logos*, o analógico não é propriamente uma oposição ao lógico, mas está em uma importante relação de complementaridade.

O Lógico e o Analógico: Aspectos Históricos e Filosóficos

Com a abordagem de aspectos históricos e filosóficos da relação lógico e analógico nosso intuito é tornar explícita uma parte da gama relacional que esses conceitos abarcam, visando um contributo às reflexões pedagógicas que utilizam tal arcabouço conceitual. O uso de analogias parece circunscrever uma enorme relação de mediadores didáticos que são usados em sala de aula. Contudo, falar e usar tais conceitos requer muito cuidado. Isso suscita indagações expressas a partir de locuções do tipo: O que quer dizer a palavra analogia? Qual a sua relação com a lógica? Qual o limite explícito de cada um desses conceitos? Cremos que essas são algumas das questões que nos motivaram a realizar as reflexões aqui expressas. Trataremos os conceitos analisando um pouco do contexto histórico-semântico de cada um.

O *logos*, o lógico ou a *ratio*, enfim, sobre a racionalidade, constituiu a essência do pensamento ocidental. A cultura ocidental caracteriza-se por

ser uma “cultura logocêntrica”¹⁵. Embora o pensamento lógico seja anterior, a formalização da lógica – enquanto disciplina filosófica – remonta a Aristóteles¹⁶. Por lógica deve-se entender, no pensamento aristotélico, a ciência que tem por objeto determinar as regras do juízo e do raciocínio corretos. Para Aristóteles, embora reflita a estrutura lógica do mundo, a lógica¹⁷ por ele formalizada é um instrumento (*Organon*) para atingir o conhecimento verdadeiro e não propriamente o conhecimento em si. A lógica aristotélica foi soberana até a segunda metade do século XIX¹⁸ quando surge a lógica moderna ou lógica simbólica.

Em grego a palavra lógica subentende certo tipo de *techne* (técnica) e, assim, deve ser entendida como a “técnica do raciocínio”. Contudo, uma vez que está assentada sobre o pressuposto do *logos* – o que permite seu grande universal – é também uma “ciência do raciocínio”. Esta palavra pode ter dois sentidos: um como adjetivo e outro como substantivo. Entendida como adjetivo, observa-se que ela remete àquilo que é referente à lógica (lógico), àquilo que está conforme as leis do pensamento e as regras da lógica (donde se extrai que o seu oposto seria o ilógico), àquilo que diz respeito ao entendimento ou à atividade intelectual. Tomando-a em suas funções substantivas devemos entender por esta palavra, lógica, um encadeamento coerente, regular, necessário do raciocínio.

¹⁵ Usamos aqui o termo “logocentrismo”, ao falar da razão ocidental, no sentido mais amplo possível, em uma acepção mais simples do que a de Jacques Derrida (Cf. Derrida, J. *Gramatologia*), isto é, salientando meramente que a cultura ocidental manteve o *logos* como uma referência central. Contudo, também entendemos que a razão contemporânea deve ser uma nova razão que alie o lógico e o analógico. Certamente, não queremos dizer, com isso, que a tradição ignorou o analógico, mas que deu muito mais ênfase ao lógico no seu discurso de afirmação da racionalidade.

¹⁶ A lógica de Aristóteles entrou no ocidente cristão bem antes do conjunto do “*corpus aristotélico*” do qual o ocidente tomará conhecimento apenas a partir do século XII, por meio dos árabes. Para uma história da lógica cf. Kneale, W.; Kneale, M. *O Desenvolvimento da lógica*.

¹⁷ Boécio de Dácia dá o nome de lógica (também alternado com o termo dialética) ao conjunto de doutrinas contidas no *Organon* de Aristóteles.

¹⁸ Ao rever a história do pensamento ocidental em finais do século XVIII, Kant considera que, em termos de lógica, Aristóteles já tinha formulado o que é essencial, não restando muito mais a fazer. Contudo, o final do século XIX mudará muito essa concepção, possibilitando a posterior criação da lógica simbólica.

A lógica formal aristotélica ou lógica clássica é vista como a disciplina que se vincula ao estudo dos princípios gerais de um pensamento válido, que deve ser admitido por outros sujeitos, e tomando para si o título de formal pelo fato de que encara conceitos, juízos e raciocínios fazendo abstração do conteúdo e da matéria. Ainda que Aristóteles tenha estabelecido a lógica formal, em especial por meio de seu estudo a respeito do silogismo baseado no princípio da não-contradição (segundo o qual é impossível que o mesmo atributo faça parte e não faça, ao mesmo tempo, do mesmo sujeito e sob a mesma relação) e do terceiro excluído (segundo o qual, de duas proposições contraditórias, uma é verdadeira e a outra falsa), não podemos negar que ele também reconheceu a importância dos argumentos de natureza não propriamente lógica (especialmente em *Tópicos e Dos Argumentos Sofísticos*)¹⁹, isto é, falácias que desempenham importante papel no discurso.

A lógica simbólica pretendeu se livrar completamente das interferências semânticas presente na lógica formal aristotélica (que em certa medida é uma lógica do discurso na medida em que não abria mão da argumentação semântica). Assim, um dos principais postulados da lógica simbólica foi o de trabalhar apenas com as estruturas formais substituindo o discurso (presente nas proposições aristotélicas) pelo formalismo do simbolismo matemático. Uma vez livre desses aspectos semânticos, seria possível atingir, para pensadores como Frege e Russell, a essência da estrutura lógica, a *mathesis universalis*, como afirmada por Descartes e, assim, criar a *characteristica universalis* ou a língua *universalis*, preconizada por Leibniz. Essa “linguagem pura do pensamento”, como Frege entendia sua lógica, efetivaria, uma vez por todas, o real caminho da ciência. Entretanto, ainda no final do processo de

¹⁹ Para uma abordagem desse aspecto do pensamento aristotélico vide Ryan, Eugene, *Aristotle's theory of rhetorical argumentation*.

constituição de sua obra, Frege irá presenciar o seu projeto ser minado por paradoxos.

Os sistemas formais não parecem poder garantir sua consistência interna, e Gödel dará o golpe de misericórdia ao mostrar que tais sistemas formais comportam proposições indecisas e ambíguas que não podem ser nem provadas e nem refutadas, mais que isso, que os sistemas formais são limitados (ele não pode ser completo e consistente, ao mesmo tempo). Contudo, essa crise do formalismo será salutar para a ampliação da ideia ocidental de racionalidade. O século XX, nessa perspectiva, não apenas irá desenvolver outros modelos de lógica - como a lógica consistente, polivalente, *fuzzy*²⁰ e outros tipos de lógica -, mas também abrirá a possibilidade para uma reflexão mais abrangente sobre o papel da analogia no processo de construção do conhecimento racional.

Por sua vez, a palavra analogia do grego (ao designar análogo, semelhança, semelhante), significa proporção matemática, correspondência, analogia. Em um segundo sentido, ela pode ainda associar-se à relação matemática, onde se estabelece uma identidade de relação que une, dois a dois, os termos de dois ou mais pares (a configuração de uma proporção matemática). A tradição do pensamento ocidental não ignorou o analógico. Contudo, ainda que importantes pensadores tenham tratado o tema da analogia, como Platão, Aristóteles, Locke, Leibniz e Kant, o pensamento ocidental deu muito mais ênfase ao lógico no discurso de afirmação de sua racionalidade.

Destacamos a importância desses filósofos sobre a relação das analogias com a ciência quando, por exemplo nos deparamos com os escritos de John Locke em que a “analogia nos leva frequentemente à descoberta da verdade e da produção útil, que de outra forma estaria

²⁰ Lógica Difusa.

oculta”²¹. (NEWMAN, 2007, p. 245, tradução nossa). Ainda destacando o papel que a analogia tem na ciência (filosofia natural), para Locke, “a analogia é de grande utilidade para os casos mentais, especialmente na filosofia natural”. (PHINEY, 1844, p. 96, tradução nossa²²).

A lógica e a metodologia da ciência do século XIX desprezaram as funções da analogia, por exemplo, Stuart Mill. Fato este que não é partilhado pela lógica e metodologia contemporâneas, menos céticas em relação à analogia haja vista que eles adotam o sentido de igualdade de relações. Além dessa visão da analogia, os cientistas contemporâneos falam e utilizam-se da analogia como condição ou elemento integrante das hipóteses e das teorias científicas. Segundo esse ponto de vista a analogia faz parte da constituição de uma hipótese na medida em que as proposições de uma hipótese devem ser análogas a algumas leis conhecidas, neste caso, utilizam do sentido de extensão provável do conhecimento fazendo com que a analogia se torne parte integrante da formulação de uma teoria.

Por diferentes razões, a concepção contemporânea frente aos campos de saber tendeu a privilegiar o especialista e à depreciação de um conhecimento integrador dos saberes. A exclusão ou monopolização dos campos de saber por determinados seguimentos torna-se cada vez mais comum. O conhecimento é visto como uma cirurgia a laser onde somente o ponto fulcral é tocado e a totalidade do corpo é desprezada. Contudo, o conhecimento somente pode ser entendido de fato quando se busca o ser “integral”.

Justamente a partir dessa constatação parece necessário explicitar, conceitualmente, o campo histórico semântico dos dois conceitos tratados acima, a saber, o conceito de lógica e o conceito de analogia. Se a educação

²¹ (...) analogy lead us often into the Discovery of truth and useful production, which would otherwise lie concealed.

²² Analogy is of great use to the mind cases, especially in natural philosophy.

de outrora privilegiou os caminhos da lógica, do raciocínio correto, colocando em segundo plano a utilização de analogias como mediador didático, parece que agora o recurso inverso está sendo tentado. Contudo, acreditamos que esse novo caminho, unilateral, será também infrutífero. Nesse ponto concordamos com Nietzsche, pois se somente o lado apolíneo do homem –aquele que é caracterizado pela razão – for levado em conta teremos uma figura humana mutilada. Contudo, fazer com que o lado dionisíaco – aquele que é caracterizado pelas emoções – cresça e sobrepuje o lado apolíneo é, no nosso ponto de vista, criar outra visão corrompida da humanidade, somente tombada para o lado oposto. Acreditamos que o alerta de Nietzsche era para que o homem pudesse ser visto em sua totalidade, em seu conjunto.

Ao lançar o olhar para a lógica e a analogia, em um primeiro momento, tem-se a impressão de manusear com instrumentos distintos, quiçá contraditórios. Contudo as aproximações e distanciamentos não ocorrem nesse nível. Analisando a mera composição semântica dessas duas palavras sempre estaremos colocando a analogia como contraditória à lógica, como algo ilógico. Contudo, tendo em vista as reflexões que foram desenvolvidas acima, nota-se que a consciência que brota do movimento analógico não se opõe à lógica (como o irracional frente ao racional), pelo contrário, a analogia apresenta-se como um movimento muito importante no próprio processo de produção do conhecimento lógico. Na medida em que o movimento analógico também se reveste de um tipo de cálculo matemático, lógica e analogia mostram-se recíprocas ou mesmo dotadas de complementaridade.

Nesse ponto, aparece o desafio do educador. Não é possível aplicar a técnica sem os mediadores didáticos, tampouco se munir de mediadores sem uma técnica. No presente contexto, entendemos o uso de análogos (modelos) como mediadores didáticos e a técnica como procedimento

pedagógico de construção do conhecimento. A exclusão ou supervalorização de um desses aspectos conduz a criação de novas entidades deformadas, novos “Frankensteins”. Tentar entender a analogia sem aparatos lógicos é “ilógico”, irracional. Aplicar uma técnica sem o conhecimento da teoria é tentar construir um castelo de areia no meio de uma tempestade tropical. Tentar aplicar tecnicamente um conceito sem saber contextualizá-lo é tentar criar um novo homem a partir de pedaços decrépitos de humanidade, é criar um monstro e não um processo educacional viável.

Enfim, o que precisamos é tentar entender e aliar o campo lógico com o campo existencial. Vivenciar a lógica e a analogia como elementos complementares. Precisamos reconstruir, agora, o que outrora fora destruído por práticas educacionais reducionistas e mecanicistas que excluíam. Em outras palavras, precisamos adotar práticas sistêmicas que encontrem, por exemplo, a complementaridade entre lógica e analogia. Precisamos abrir nossas mentes para as novas necessidades que surgem em nosso tempo. Analisar as novas necessidades da educação seria programar o mesmo desafio que nos levou a traçar as relações entre o lógico e o analógico, relações que muitos desconhecem e, em virtude disso, desenvolvem seres mutilados, no sentido de promoverem lacunas abissais no que se refere ao processo de formação humana em se tratando de experimentações e procedimentos de ensino e de aprendizagem dos campos científico, linguístico, filosófico e existencial.

Nesse sentido, o Grupo de Pesquisa AMTEC junto ao seu Grupo de Estudos GEMATEC veem, ao longo dos seus mais de 20 anos, buscando realizar ações de pesquisa e propostas de intervenção didática, no âmbito educacional, em relação ao papel das analogias para o Ensino de Ciências, ainda que não se limite a ele. Tais ações que se referem à análise do uso de analogias e metáforas em livros didáticos, ou como recurso pedagógico oral – exposto pelo professor em sala de aula, por exemplo – ou por meio

de modelos (e sua abrangência, como melhor aborda o texto do *Módulo II*). Ainda como ações desenvolvidas, apresentamos também a MECA, *Metodologia de Ensino com Analogias* (NAGEM; CARVALHAES; DIAS, 2001) enquanto proposta sistemática e coerente para utilização de analogias como recurso didático em sala de aula. Além disso, no campo teórico, o desenvolvimento da sistematicidade das analogias por meio do trabalho do professor Dr. Alexandre Ferry, a partir da sua tese defendida em 2016 intitulada *Análise Estrutural e Multimodal de Analogias em Uma Sala de Aula de Química*²³.

A&M na Educação e o Livro Didático no Contexto

Uma das formas que as A&M ganham “vida” na Educação é por meio dos livros didáticos. Os livros didáticos são instrumentos considerados fundamentais nos processos de ensino e de aprendizagem²⁴. Eles refletem, de forma implícita ou explícita, o conjunto de interesses dominantes na sociedade, entre os quais se realçam os do Ministério da Educação, dos editores, dos autores, dos professores, dos alunos e dos pais. O equilíbrio da pluralidade dos interesses em torno dos livros didáticos (considerados bens essenciais) deve, assim, ser encontrado na sua produção de qualidade testada previamente, ao seu aparecimento no mercado, e que tenha em conta as motivações e necessidades globais do seu principal destinatário – o Aluno.

Embora não exista investigação suficiente que nos dê uma ideia clara sobre as formas de utilização do livro didático por parte dos professores (JOHNSEN, 1993), alguns investigadores consideram que o mesmo constitui o principal determinante da natureza da atividade científica

²³ O próprio professor discorre sobre o este trabalho no sétimo artigo da segunda parte dessa obra.

²⁴ Veja em Ludwik Fleck (1979) [1935], especialmente capítulo quatro, e em Thomas Kuhn (1995) [1962] sobre a importância dos manuais na formação científica.

desenvolvida na sala de aula (HOFSTEIN; LUNETTA, 1982), da organização do currículo e da forma como os professores concebem o desenvolvimento da ciência (CHIAPPETTA et al., 1991). Para outros, esta dependência do livro, especialmente de professores com pouca experiência, tem como consequência negativa a promoção de poucas ou mesmo nenhuma atividade laboratorial que proporcionem aos alunos experiência com os conceitos científicos, para além de raras vezes lhes ser dada oportunidade para falarem das suas concepções, as explorarem e testarem (ABRAHAM et al., 1992).

Isto se deve, segundo Stinner (1992, p.6), ao fato de “a maioria dos livros didáticos deixar a pedagogia ou a questão de como os estudantes aprendem ciência para o professor”. Para Chiappetta et al. (1991), muitos professores e alunos têm uma visão de ciência empiricista e indutivista porque os livros, de uma forma implícita ou explícita, dão ênfase aos fatos e “apresentam a ciência como um corpo de conhecimentos construídos de forma linear, não havendo lugar para o erro” (p. 713).

Finley (1994) refere-se às dificuldades de aprendizagem sentidas pelos alunos quando utilizam o livro didático, dado existir uma grande divergência entre a forma como os conceitos são apresentados no manual e os objetivos da educação científica. O autor clarifica a sua opinião afirmando que, de uma forma geral, os manuais escolares não incluem o raciocínio que sustenta as convicções científicas, e os estudantes não têm o contexto adequado para tirar sentido das ideias fundamentais, aperceberem-se da sua validade e utilidade. Apoiando-se na análise de textos retirados de livros didáticos de Química, Finley (1994, p. 662) conclui que: “espera-se que os alunos abandonem as suas próprias ideias e aceitem outras com base na autoridade do texto, o que constitui uma tarefa descomunal”.

A preocupação com a análise do livro didático, uma vez que se constitui no principal instrumento para a instrução do aluno, tem sido foco de atenção de pesquisadores brasileiros a longa data. Segundo Neto e Fracalanza:

Programas de melhoria da qualidade do livro didático brasileiro e de distribuição ampla para os estudantes de escolas públicas têm sido uma das principais ações do governo Federal e seu Ministério da Educação desde a década de 30 do século passado. Tais programas consomem substanciais verbas públicas ministeriais, só perdendo para os programas de merenda escolar (HÖFFLING, 1993).

Ao mesmo tempo, pesquisadores acadêmicos vêm se dedicando há pelo menos duas décadas a investigar a qualidade das coleções didáticas, denunciando suas deficiências e apontando soluções para melhoria de sua qualidade. Podemos citar, por exemplo, os trabalhos de PRETTO (1983), MORTIMER (1988), FRACALANZA (1993), PIMENTEL (1998) e SPONTON (2000). (NETO; FRACALANZA, 2003, p. 147)

Entretanto, a questão do uso das A&M nos textos didáticos científicos brasileiros começa a tomar importância apenas a partir de 2007. A questão aparece como um dos critérios para seleção e indicação dos livros didáticos para as escolas. Além dos requisitos técnicos exigidos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)²⁵ desse mesmo ano, no Brasil, salientou-se também a preocupação com o uso adequado ou não das A&M nesses instrumentos didáticos.

Na época, o PNLD apresentava como critérios alguns os aspectos socioculturais e preceitos éticos, mas também se o livro dispunha do uso adequado de analogias e evitava animismos. Em relação à abordagem de conteúdos e conceitos, os avaliadores de livros didáticos consideravam importante se o livro apresentava ainda uma linguagem bastante clara e

²⁵ Atual Programa Nacional do Livro e do Material Didático conforme Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017.

simples e se faziam o uso de analogias com o intuito de facilitar a aprendizagem.

Em relação ao Ensino de Ciências para os anos finais do Ensino Fundamental, o PNLD de 2008 propõe como critérios para a parte de *Conhecimentos e Conceitos* o caráter científico e atual dos conteúdos e sua adequação ao nível dos alunos, a integração de fatos por meio de conceitos e princípios, mas também a correção conceitual e o uso adequado de analogias. Notamos a presença significativa desse último critério quando, para os livros didáticos analisados nesse ano, os avaliadores consideraram a questão das analogias presentes no que se refere ao uso de maneira apropriada verificar se os livros didáticos para o Ensino de Ciências manteriam a terminologia científica de modo adequado (e sem animismos), mas com poucas analogias, ou se, mesmo fazendo o uso de analogias, o tratamento da terminologia estaria correto. Além disso, analisaram se as analogias contribuiriam para a construção dos conceitos de modo significativo, no que se refere a eficiência do emprego das analogias, para discutir significados de termos científicos que poderiam ter outro significado no senso comum.

Em se tratando do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) de 2007, em especial para a Biologia, o documento propõe, na ficha de avaliação, também encontramos como primeiro e segundo Critério Eliminatorio/Classificador, entre outros critérios, respectivamente:

- As analogias e as metáforas presentes na obra são utilizadas de forma inadequada, sem a devida explicitação das semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos estudados.
- Uso apropriado de analogias, com explicitação clara da diferença entre significado literal e metafórico, favorecendo a compreensão correta de

conceitos, teorias, fenômenos. (BRASIL, 2007, <http://portal.mec.gov.br/seb/pnlem/biologia/r-ficha.pdf>)

Autores brasileiros como El-Hani, Roque e Rocha (2011), Delizoicov (1995), Monteiro e Justi (2000), Nagem (1998), Langhi e Nardi (2007), Terrazzan et al. (2003), entre outros, têm se preocupado em analisar livros didáticos e, em especial, no que se refere ao uso das A&M no texto científico. Isso se dá, uma vez que muitas analogias aparecem na história do desenvolvimento de teorias científicas e se encontram nos livros didáticos de Ciências, por exemplo: analogias relacionada aos modelos atômicos com um pudim de passas, ou com o sistema solar, ainda com as bolas de bilhar; analogias para descrever o anel de benzeno ou a tabela periódica; analogias com árvore para explicar a teoria da evolução ou a estrutura do aparelho respiratório; analogia da escada em caracol para explicar o modelo de DNA. Além disso, podemos citar, no âmbito do desenvolvimento da Teoria Celular, sobre a estrutura dos seres vivos, as analogias sobre as estruturas dos vasos, das veias, das fibras, do leito amorfo (para o citoplasma da célula), das caixas, dos glóbulos, das celas, das vesículas, das células, e assim por diante.

Em decorrência de tais analogias, cabe perguntar: até que ponto as elas constituem elementos facilitadores ou impeditivos para o entendimento do aluno em relação aos conceitos científicos? Que outros protótipos ou recursos comparativos estão presentes nos livros didáticos e nos discursos dos professores de Ciência e ao longo da História da Ciência? Que relações podem ser estabelecidas entre a formação do “espírito científico” - citando Bachelard (1986)²⁶ -, o uso de analogias e a reconstrução de modelos²⁷?

²⁶ BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico – contribuição para uma psicanálise do conhecimento (tradução de Estela dos Santos Abreu) – RJ: Contraponto, 3ª edição, 1986.

²⁷ Esta última questão será abordada no texto seguinte (*Módulo II*).

Baseados nessas e outras questões é que o trabalho dos grupos AMTEC e GEMATEC vêm se desenvolvendo ao longo dos anos por meio de pesquisas científicas nos níveis da graduação, mestrado, doutorado e, até mesmo pós-doutorado, mas também por meio de parcerias institucionais nacionais e internacionais. Publicação de livro e artigos científicos, participação e organização de eventos acadêmicos, exposições, feiras, palestras, cursos e ensino regular, como se constata nos demais trabalhos presentes nessa obra.

Considerações Finais

Buscamos destacar, neste texto, a importância das A&M para o processo de produção do conhecimento e como fonte primária da cognição humana a qual, uma vez devidamente considerada no contexto educacional, pode trazer impactos significativos para os processos de ensino e de aprendizagem de Ciências, mas extensível para outras disciplinas. Além disso, abordamos a importância das A&M nos processos de comunicação humana, de interação professor-aluno, sua polissemia de sentidos e nos impactos da experiência dos sujeitos, suas histórias e culturas e para a formação do espírito científico.

Abordamos a discussão ínfima, a partir o viés científico e filosófico, sobre relação entre os raciocínios lógico e analógico, os quais não são excludentes, mas complementares. A partir disso, buscamos dar voz à presença das analogias nos processos didáticos, quando abordadas de maneira triunfal nos livros didáticos e instruídas pelos documentos oficiais estabelecendo critérios para sua aplicação. Por fim, ressaltamos a analogia como processo cognitivo humano, desencadeado por ações como reconhecimento, identificação, interpretação, apreensão, comparação, discriminação e a possibilidade de produzir signos “novos”, dentro da perspectiva de cada modelo mental, assunto a ser tratado no texto seguinte.

Módulo II - Modelos, dispositivos de modelagem e analogia

A ousadia e o desafio em escrever esse *Módulo II* dá continuidade ao *Módulo I*, uma vez que é parte de um mesmo processo e para o mesmo fim. O trabalho inicia com os estudos e pesquisas realizadas pelos alunos da turma de 2011²⁸ da disciplina *Reconstrução de Modelos por Analogia* ofertada pelo professor Dr. Ronaldo Luiz Nagem no curso de Mestrado em Educação Tecnológica do PPGET/CEFET-MG.

Durante o desenvolvimento da disciplina, foram estudados e discutidos vários textos publicados sobre a temática dos modelos, sendo que grande parte dessas referências se encontram no final deste texto. Dos seminários e discussões ocorridos durante a disciplina – com carga horária de 45h/aula - foram produzidos textos e anotações, tanto pelos alunos quanto pelo professor. Cabe ressaltar que tais discussões se estendiam aos Encontros Semanais do Grupo de Estudos sobre Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência (GEMATEC), de maneira complementar.

Ressalta-se ainda que, durante o processo, também foram realizadas consultas ao *Dicionário de Filosofia*, de Nicola Abbagnano (2007) e, para o *Módulo I*, ao *Dicionário Educalingo* (<https://educalingo.com/pt/dic-pt>). A leitura e a discussão dos textos de Gutierrez (2005); Krapas et al. (1997); Clement (2008) e Justi (2006), foi fundamental para a construção da proposta do projeto, durante a disciplina. Mesmo após o encerramento oficial da mesma, a discussão do projeto continuou em nossos encontros semanais no GEMATEC.

Ao tratar da polissemia do conceito de “modelo mental”, Gutierrez (2005, p.1) examina trabalhos encontrados na literatura por um período

²⁸ Devidamente apresentados na introdução dessa parte.

de dez anos (1995-2005) relativos ao que considera ser didático no campo das ciências e tratam do uso desse conceito. Segundo a autora, há uma pluralidade sobre a definição e sobre o seu uso que permite considerar “modelo mental” como um termo técnico no âmbito da Ciência Cognitiva, culminando em uma questão considerável para o campo da “*Didáctica de las Ciencias*”.

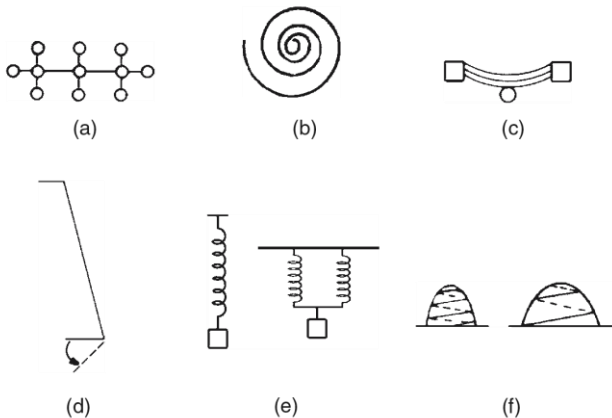
Nessa mesma perspectiva, Krapas et al. (1997, p.185), instigados pela possibilidade dos modelos promoverem uma “reflexão inovadora sobre a cognição humana”, chamam atenção para o fato de os mesmos estarem presentes também na educação em ciências. Dessa forma, os autores partem de “uma definição preliminar de modelo como uma representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema” para analisar os trabalhos publicados em quatro periódicos internacionais, no período de 1986 a 1996, com foco exclusivamente em pesquisa na área. A partir da análise dos trabalhos coletados, os autores organizaram os assuntos abordados sobre modelos em cinco categorias, a saber: “modelo mental, modelo consensual, modelo pedagógico, meta-modelo e modelagem” (p. 185). Essa categorização foi necessária para definir o objetivo educacional do estudo, na expectativa de apresentar uma evolução cronológica dos termos de acordo com a literatura encontrada.

Justi (2006) apresenta uma proposta de processo de construção de modelos para o ensino de ciências deslumbrando a experiência de realização desse processo em atividades desenvolvidas em sala de aula. A autora chama a atenção da importância desse modelo de construção para o processo pedagógico e para o de construção de conhecimento, de forma a ampliar as suas possibilidades de maneira mais ativa e transformadora explorando a criatividade e o senso crítico dos alunos no tocante da apreensão de “entidades abstratas” (p. 175). Em seu trabalho, a autora discute os conceitos de modelo, representação e modelo mental a fim de

firmar um campo estruturado sobre o que denomina de “modelo cognitivo da ciência” (p. 176).

O estudo e a discussão sobre o capítulo três - *Methods Experts Use to Generate Analogies*²⁹ - do livro de Clement (2008)³⁰ foi realizado durante a disciplina referenciada. Nessa obra, estão apresentados seis desenhos esquemáticos da representação analógica da mola, conforme representados na figura 1, que nos foram considerados também como modelos.

Figura 1: Representações dos seis casos de analogias encontradas no livro *Creative Model Construction in Scientists and Students* para o problema ‘mola’



Legenda:

- a) um fragmento de uma molécula de Poliéster;
- b) uma mola em espiral em duas dimensões;
- c) uma mola de caminhão;
- d) uma vara com um longo torque;
- e) molas em espiral e paralelas do mesmo tamanho; e

²⁹ Métodos que os especialistas usam para gerar analogias (tradução nossa).

³⁰ *Creative Model Construction in Scientists and Students* (Construção de Modelo Criativo por Cientistas e Estudantes, tradução nossa).

- f) um desenho de uma estrada rodeando uma montanha como se fosse uma mola em espiral vista lateralmente.

Fonte: CLEMENT, 2008, p. 58.

Em nossas discussões em sala de aula, chegamos a reconhecer mola, segundo a sua função, nas ilustrações: (a); (b); (c); (d); (e). Entretanto, não reconhecemos a representação análoga da mola na ilustração (f), por exemplo na subida de um carro por uma montanha por meio de uma estrada em espiral ou subida de uma pessoa por uma escada em espiral de um prédio. Concluímos que é possível reconhecer a forma (análogo estrutural) de uma mola na estrada ao redor da montanha, mas não conseguimos reconhecer a função (análogo funcional) de uma mola na estrada ao redor da montanha.

A partir dessa experiência e dessas discussões sobre as representações analógicas apresentadas pelo autor para o conceito de mola entendidas, para nós, como modelos, nos indagamos sobre os possíveis significados para a palavra ‘modelo’. Quando recorrermos ao *Dicionário de Filosofia* de Abbagnano, encontramos as seguintes definições:

1. Uma das espécies fundamentais de conceitos científicos (...). Para ser útil, um M. deve ter as seguintes características: 1) simplicidade, para que seja possível sua definição exata; 2) possibilidade de ser expresso por meio de parâmetros suscetíveis de tratamento matemático; 2) semelhança ou analogia com a realidade que se destina a explicar. (...) 2. O mesmo que arquétipo (V.). (ABBAGNANO, 2007, p. 678)

É interessante observar que o autor considera somente dois aspectos para as definições apresentadas: o científico e o arquetípico. Para o científico, o filósofo relaciona a sua funcionalidade dando-lhe atributos

específicos, e para o arquetípico³¹, atribui-lhe sinonímia. Nesse sentido, destacamos a importância também para a definição de modelos do ponto de vista da filosofia, sem desmerecer a relação entre as ciências cognitivas e a possibilidade (enquanto capacidade humana) de transformação da realidade (natural).

Exemplifica, tal fato, o trecho de abertura da obra *A formação social da mente*, de Vygotsky (2008), quando cita *O Capital* de Karl Marx³². Essa citação se refere à analogia do trabalho de uma abelha com o de um arquiteto, apontando suas semelhanças e diferenças, como se confere a seguir:

"A aranha realiza operações que lembram o tecelão, e as caixas suspensas que as abelhas constroem envergonham o trabalho de muitos arquitetos. Mas até mesmo o pior dos arquitetos difere, de início, da mais hábil das abelhas, pelo fato de que antes de fazer uma caixa de madeira, ele já a construiu mentalmente. No final do processo do trabalho, ele obtém um resultado que já existia em sua mente antes de ele começar a construção. O arquiteto não só modifica a forma que lhe foi dada pela natureza, dentro das restrições impostas pela natureza, como também realiza um plano que lhe é próprio, definindo os meios e o caráter da atividade aos quais ele deve subordinar sua vontade." Karl Marx, *O Capital*. (VYGOTSKY, 2008. p. 06)

Segundo o trecho apresentado, podemos perceber que o arquiteto, ao construir o novo projeto, primeiro o idealiza baseado em estruturas que já conhece, formando o seu modelo arquitetônico, ainda que necessite de uma ciência para se fazer arquitetura dada a partir de algo precedente, como a ação das abelhas. Da mesma forma, as aranhas e abelhas parecem, de alguma forma, conhecer moldes, ou modelos, de teias e de caixas aos

³¹ Para o autor, arquétipo se refere ao "protótipo original, `aquele que dá a ideia das coisas originárias". (ABBAGNANO, 2007, p. 80).

³² Karl Marx (1867), *Das Kapital*. Band 1, p. 193.

quais seguem quando se põem a elaborar seus objetos. Não se cessa, nesse exemplo, a ocorrência de tal fato na natureza, uma vez que um dos princípios biológicos sobre a vida celular é o de que células provêm de células. Também corrobora com essa ideia o princípio da Química de que substâncias provêm de outras e, na Física, o mesmo princípio parece ser aceitável. Haverá sempre algo derivado.

Portanto, poderíamos deduzir que um objeto não surge do nada. O nada aqui representa a ausência de matéria ou de energia até onde hoje conhecemos. Uma teia de aranha, um átomo ou uma ideia também não surgem do nada. Os processos de construção de um ou de outro podem apresentar etapas, procedimentos e composições diferentes. Aspectos semelhantes também podem ser observados em todos eles.

Não é nossa pretensão explicar os processos biológicos, físicos ou psicológicos na construção dos objetos, mas apenas colocar em discussão algumas ideias sobre o processo que o homem realiza na elaboração dos vários modelos construídos por ele e suas possíveis relações com a educação em Ciências. Começamos pensando nos modelos de átomo construídos pelos cientistas ao longo da história. Aliás, um passo antes, é interessante observar que cada espécie de aranha tem seu modelo próprio de teia. Já os cientistas apresentam modelos diferentes para o átomo.

Provavelmente, todas as aranhas de uma mesma espécie construirão sempre os mesmos modelos de teias. Provavelmente, uma aranha de uma espécie não irá construir uma teia igual a construída pela aranha de outra espécie. Em se tratando da espécie humana, nota-se que ela é capaz de construir tendas no deserto ou iglus no polo norte ou cabanas na floresta. Independentemente de ser uma tenda, um iglu ou uma cabana, percebe-se que são modelos diferentes de casas.

O que pretendemos mostrar, nesse sentido, se refere à nossa capacidade humana de construir modelos diferentes para um mesmo

princípio: o da moradia. As aranhas sempre construíram teias dentro de um mesmo modelo ainda que uma segunda teia, da mesma espécie, seja análoga à anterior, com muitas semelhanças, porém não serão iguais. Em contrapartida, para o homem cabe escolher o modelo de casa que deseja construir. Daí a multiplicidade de modelos de casas, modelos de átomos, modelos de teias, e assim por diante.

Os modelos fazem parte do cotidiano. Também são utilizados na educação, muitas vezes, como forma de facilitar a aprendizagem do educando, aproximando os conceitos do que lhe é familiar. Os modelos contribuem, dessa forma, para os processos de ensino e de aprendizagem significativos que levem em consideração os conhecimentos prévios dos alunos. Portanto, uma proposta capaz de estabelecer relações entre modelos e as experiências prévias e potenciais do aprendiz poderá proporcionar maior eficácia no processo de construção de um conhecimento.

No entanto, salientamos que, para que sejam aplicados de forma mais efetiva, é primordial entender o objetivo e significados específicos de cada modelo, uma vez que podem ser interpretados como o próprio conceito e podem desencadear um obstáculo tanto para o aprendiz como para o professor que o utiliza de forma indiscriminada. Dessa forma, a interpretação de um modelo não deve ser literal e descontextualizada. Para exemplificar essa ideia, tomemos os seguintes exemplos, no seguinte esquema:

1. Casa: para um habitante do polo Norte será um iglu e para um habitante do Saara será uma tenda.
2. Velocidade: para um físico pode ser a razão entre a distância percorrida por um objeto em um determinado tempo ($V=D/T$) e para um químico pode ser o tempo gasto em uma reação química ($V=T$ de R).

3. Célula: para um biólogo do século XVI era apenas uma cavidade e hoje um sistema altamente complexo.
4. Átomo: de Demócrito, passando por Dalton, a Bohr e a física quântica.

O que nos interessa mostrar nos exemplos citados é que objetos concretos ou abstratos, processos ou fenômenos podem apresentar-se sob a forma de diversos modelos. Nessa perspectiva, temos, respectivamente ao exemplo esquemático apresentado, que o iglu pode ser um modelo de casa para o habitante do polo norte. A tenda pode ser um modelo de casa para o habitante do Saara. A fórmula $V=D/T$ pode ser um modelo de velocidade para um físico. A expressão $V=T$ de R pode ser um modelo de velocidade de uma reação química para um químico. A célula era uma cavidade vazia é um modelo de célula para um biólogo do século XVI, já a célula, como um sistema complexo, é um modelo de célula para um biólogo atual. A bola de bilhar pode ser um modelo de átomo para uma criança.

Na comunidade científica, também são produzidos modelos que estão articulados a teorias e leis fazendo ligações do conhecimento científico com o mundo natural e social que nos cerca. Os modelos são abordados e construídos na medida em que se procuram relações entre abstrações e dados empíricos. Um modelo é uma construção analógica. Muitos modelos podem ser expressos em uma concretude capaz de materializar uma ideia ou um conceito e tal fato torna as teorias e as leis científicas mais assimiláveis pelo entendimento humano.

Em decorrência da polissemia e das características observadas para o termo modelo, bem como, das referências estudadas e das discussões realizadas nos grupos de estudo GEMATEC e de pesquisa AMTEC temos por objetivos, nesse aspecto, apresentar e discutir, nesse texto, o conceito de Dispositivo de Modelagem (DM), evidenciando sua relação com analogias e modelo cognitivo. Além disso, são também objetivos: explicar

o mecanismo de construção de um modelo cognitivo; caracterizar o DM e modelo cognitivo; apresentar uma proposta de tipologia de modelos e, por fim, estabelecer e caracterizar uma proposta de Chave Sistemática Multiopcional (CSM) para classificar modelos.

Dispositivo de Modelagem (DM)

Voltemos ao exemplo citado anteriormente, em que Clement (2008) apresenta uma estrada circundando uma montanha como uma analogia para mola (figura 1). Em decorrência da restrição feita por nós sobre tal modelo, bem como em virtude da diversidade de modelos em outros textos consultados, surgiu a necessidade de estabelecer alguns parâmetros e princípios para facilitar o entendimento sobre modelos, modelos análogos, análogos, analogias e outras questões correlatas. Buscamos, portanto, estabelecer uma abordagem nos estudos sobre modelo que denominamos de Dispositivo³³ de Modelagem (DM).

Mas o que seria esse dispositivo? Por que usar a palavra dispositivo? E por que agregar essa palavra à concepção de modelagem? Essas dentre outras perguntas permearam nossas discussões às quais pretendemos explicitar. A escolha do termo DM, por exemplo, se deve ao fato de que algumas palavras, tais como princípio, fundamento, base e básico, de um ponto de vista da tradição filosófica, estarem associadas com perspectivas metafísicas, fundacionistas e essencialistas. Tais como a antiga ideia grega de *arché*.

Embora o DM seja um tipo de sistema articulador e, sob este aspecto, seja algo primário, o conceito de dispositivo não se fundamenta em nenhum parâmetro fora da sua inerente capacidade sistêmica de articulação. O DM é algo que está dado no próprio fazer humano, um

³³ Dispositivo aqui é usado sem nenhuma conotação política, como no sentido empregado por Michel Foucault (1969) em *Arqueologia do saber*.

dispositivo que articula objetos e ações em diferentes situações. Esse dispositivo é tanto social e cultural quanto individual. Não pertence a um indivíduo (sujeito) apenas, mas a um coletivo (social, cultural) a partir do qual o indivíduo “aprende a ver”, forma sua percepção (*Gestalt*) das situações nas quais se insere. Ainda que, certamente, um indivíduo possa acrescentar novos modelos ao coletivo de modo a acrescentar novos modelos de percepção, novas formas de “ver” as situações em que se insere, Einstein, Darwin e outros teóricos do campo científico acrescentaram ao coletivo novos modelos de percepção do mundo.

No DM entendemos “modelo” ou “modelagem” como a capacidade humana de construir representações (e de comunicá-las através das linguagens humanas) das situações que envolvem o ser humano, particularmente, através de processos analógicos. Algo semelhante ao ver formativo (*Gestaltensehen*) de Ludwik Fleck (1979).

Devemos destacar que o DM possui uma dimensão sistêmica. O homem é um ser sistêmico. O processo humano de construir conhecimento é um processo sistêmico (mesmo que tenha o indivíduo mais ou menos consciência disso). Não apenas pela capacidade de articular semelhanças nos diferentes objetos com os quais interage, mas também pela capacidade de compreender as diferenças, enfim, pelas analogias. Portanto, a analogia é algo que se constrói dentro de uma perspectiva sistêmica.

O DM, além de ideias abstratas, envolve uma dimensão concreta com objetos e ações dentro de situações específicas (como nos jogos de linguagem de Wittgenstein, 2004). Portanto, é abstrato, mas também prático. E é nesse sentido que o modelo (e a analogia que o constrói) não é uma contemplação abstrata, mas uma interação pragmática em que o abstrato e o concreto se articulam sistemicamente. O DM não é apenas mental uma vez que não pertence apenas à mente de um indivíduo, mas

também ao imaginário coletivo. DM é indivíduo/coletivo, mente/imaginário.

O DM nos permite identificar objetos, conceitos, processos e fenômenos sob a forma de diversos modelos. Além disso, permite o habitante do Polo Norte reconhecer a casa do habitante do Saara tal como ela é. Da mesma forma, o habitante do Saara reconhece o iglu como casa do habitante do Polo Norte. Sob esse mesmo princípio que o físico reconhece a velocidade de uma reação química, ou o químico reconhece a velocidade de um objeto em movimento. Da mesma forma, nos permite entender o DM ‘mola’ em uma molécula de poliéster, ou uma mola de caminhão ou ainda uma balança de mola.

O DM é o que permite diferentes grupos reconhecer objetos, conceitos, processos ou fenômenos como tal se dispõem. O DM ‘cadeira’ é o mesmo em qualquer cultura ou grupo social que a tem como uma experiência. O grupo é capaz de reconhecer uma cadeira independentemente do nome que ela tenha em cultura, ou em modelos diferentes. Cada cultura ou agrupamento social pode apresentar modelos, tipos ou formas de cadeiras diferentes, mas todas elas têm um dispositivo de modelagem reconhecido e reconhecível. Se o objeto não apresentar o DM cadeira ele não será reconhecido como tal. Esse princípio define a essência dos objetos, dos processos, dos fenômenos, das coisas, dos conceitos, das concepções, das pessoas.

O DM ‘velocidade’ é o mesmo, tanto para um químico quanto para um físico, embora os modelos de ambos sejam diferentes. O DM ‘casa’ é o mesmo, tanto para um habitante do Saara quanto para um habitante do Polo Norte, mas os modelos de casa são diferentes. Nesse sentido, dispomos que o DM é componente intrínseco da linguagem e o que permite a tradução de um modelo de determinada cultura para outra cultura. As diferentes línguas apresentam diferentes modelos de

expressão, entretanto, o que possibilita o reconhecimento e o entendimento dos diversos modelos é o DM. O mesmo princípio se aplica para conceitos, objetos, processos e fenômenos tanto da vida cotidiana quanto da ciência. Sendo assim, o DM permite a uma pessoa, por exemplo, com experiência apenas em uma tenda como morada e sem experiência prévia – seja auditiva, visual, tátil ou outra sensorial – com o objeto iglu, reconhecer o iglu como morada do esquimó.

DM e Modelo Cognitivo Mediado por Analogia

Uma vez apresentado, pelo menos em linhas gerais, o DM, vamos abordar suas relações com o que chamamos de modelo cognitivo estabelecidas por meio do processo do raciocínio analógico. Modelo constitui tudo aquilo que se propõe representar nosso entorno, a nossa ideia de realidade. Ele é possibilitado pelo DM. Na impossibilidade de acesso à realidade cadeira ou ao DM cadeira, a razão humana busca, por meio de representações ou modelos análogos, uma justificativa e ou uma explicação para ela. A justificativa e ou a explicação da realidade se dá por meio de um modelo, seja ele de qualquer natureza.

Portanto, uma tenda é um modelo de casa que tenta representar a realidade casa. Um iglu é um modelo de casa que tenta representar a realidade de uma casa. Porém, não é possível dizer que o iglu esteja inserido na mesma realidade de uma casa. Da mesma forma, para a tenda, ou para uma casa de uma metrópole. Ainda que todas as moradias sejam modelos da realidade de uma casa, ou seja, modelos do DM para o objeto casa, possuem suas diferenças – culturais, geográficas, arquitetônicas e estruturais. Com efeito, o termo modelo, aqui apresentado, em hipótese alguma deve ser entendido como algo fixo, imutável, representação total e completa da realidade, mas muito mais como a possibilidade de

estabelecer analogias ou semelhanças³⁴ com as diferentes situações (ou realidades) que nos cercam.³⁵ Os modelos são representações análogas em constante movimento.

De modo semelhante, podemos pensar no conceito de mola trabalhado por Clement (2008). O DM mola (de acordo com a sua função) está presente em todas as ilustrações, exceto na (f) representada por uma estrada, em espiral, ao redor de uma montanha. A ilustração (f) seria identificada como mola apenas na forma ao ser comparada com a ilustração (b) representada por uma “corda” de um relógio mecânico. As demais ilustrações, embora apresentem formas diferentes, serão identificadas como molas quanto à função.

Entendemos que a característica do DM para mola é a flexibilidade a que as ilustrações fazem referências e que é comum a quase todas elas, exceto para a ilustração (f). Percebemos que a característica do DM para mola, nessa última ilustração, se refere a forma, mesmo assim, apenas para a ilustração (b) possuiria tal semelhança. Não há nenhuma outra característica estrutural, funcional ou simbólica que aproxime o modelo

³⁴ A noção de “semelhanças de família” no Wittgenstein das *Investigações Filosóficas* é central. É através da semelhança (ou analogia) entre diferentes elementos de dois ou mais domínios (ou jogos de linguagem) é que surgem, para Wittgenstein, as possibilidades de construção da racionalidade de uma forma de vida. Embora a expressão “semelhanças de família” – por nós entendida como analogia – tenha sido introduzida na filosofia por Nietzsche (*Para além de bem e mal*, § 20), entendemos que Nietzsche está apenas criticando a ênfase dada ao que é semelhante, ao que é “igual”, a “um fundamento comum”, isto é, a uma essência. Indo na direção dessa crítica, mas requalificando-a, Wittgenstein de certa forma inverte essa perspectiva. Para ele, na semelhança de família (ou para nós a analogia) o que é ressaltado não é apenas a crítica à “igualdade”, por assim dizer, mas também a compreensão da “diferença” possibilitada pela própria semelhança. Em outras palavras, Wittgenstein não está apenas interessado em criticar a ideia de um “fundamento comum” presente no conceito de essência ou de identidade construído pela tradição filosófica, mas também em mostrar que a dimensão “analógica” presente na concepção de semelhanças de família é muito rica de possibilidades. Essa possibilidade de estabelecer analogias permite construir uma nova racionalidade

³⁵ Culturas diferentes possuem a mesma capacidade de operar o DM casa e, nesse sentido, parece ser indiferente o que seja uma “casa em si”, ou uma “casa real”. Essa que foi uma questão central na história da filosofia – a essência do ser – ao ser vista pelo ponto de vista do lógico conduziu às posições metafísicas e essencialistas. Ao ser vista pela perspectiva do analógico ampliamos o entendimento da questão. Se para Sócrates o que contava era a busca do ser das coisas, a essência em si, e não os múltiplos usos e entendimentos e perspectivas. Para o pensamento analógico, essa diversidade é algo muito mais frutífero para os processos de conhecimento. Em outros termos. Existem diferentes analogias ou semelhanças de famílias entre culturas, o que pode ser entendido através do modo como essas múltiplas culturas constroem seu DM casa.

(f) dos demais, exceto, como dito, com modelo (b) em relação à forma, que apresenta a corda em espiral de um relógio mecânico. Identificar o DM mola em uma subida de um carro por uma montanha por meio de uma estrada em espiral ou subida de uma pessoa por uma escada em espiral de um prédio é reconhecer a semelhança, ou análogo estrutural de um DM mola, mas não a realidade mola.

Tal fato poderia ser justificado com a presença de dois aspectos do DM: 1) o formal ou estrutural – no que diz respeito à forma ou estrutura do modelo; 2) e o funcional no que diz respeito à função ou ação do modelo. Se fôssemos classificar os exemplos citados diríamos que os modelos (a); (b); (c); (d) e (e) são modelos análogos de uma mola, uma vez que apresentam o mesmo aspecto para a função ou ação do dispositivo de modelagem, enquanto o modelo (f) é análogo da mola (b) quanto ao aspecto da forma ou estrutura, mas não em função.

A tentativa de analisar e construir uma tipologia dos modelos, agrupando-os ou contrapondo-os, nos mostrou que objetos, processos, fenômenos, conceitos, concepções, constituem o chamado “modelo cognitivo”, considerando seus sentidos e significados de maneira amplamente aberta frente às infinitas possibilidades de construção científica. DM e modelo cognitivo são como que as duas faces da mesma moeda, isto é, de um mesmo processo de construção do conhecimento. O DM permite que eu desenvolva o meu modelo cognitivo.

De acordo com o já dito de Marx, como mostrado por Vygotsky (2008, p. 06): “O trabalho de muitos arquitetos difere de início, da mais hábil das abelhas, pelo fato de que, antes de fazer uma caixa de madeira, ele já a construiu na sua cabeça”. Nossa análise sobre modelos, modelos mentais e em especial a proposta de Johnson-Laird (1983) nos levaram a estabelecer que modelos cognitivos e análogos sejam tentativas da mente humana, por meio da imaginação, das experiências, dos conhecimentos,

das habilidades e da memória, em estabelecer semelhanças entre dois modelos de um conceito, de um objeto, de um fenômeno ou de um processo capaz de representar o DM ou a realidade desse modelo.

Com o simples fato de solicitar a um grupo de pessoas que descreva uma cadeira, cada um irá construir um modelo cognitivo de uma cadeira, que não será o mesmo para todos. Entretanto ao representá-la, externamente, é provável que todos reconheçam o DM cadeira, mesmo com modelos diferentes.

Os modelos cognitivos formados serão diferentes para cada um. As representações externas, sejam verbais, pictóricas ou outras, serão diferentes também, uma vez que é praticamente impossível representar externamente a totalidade do modelo cognitivo formado em cada uma das pessoas. Entretanto o DM cadeira será o mesmo. Todos serão capazes de reconhecer a cadeira nos diversos modelos representados. O que não for cadeira não será identificado como tal.

Para nós, ficou acordado que um modelo cognitivo nasce da relação entre sujeito, objeto e contexto social (algo como o estilo de pensamento de Fleck, 1979). Essa relação é estabelecida pela capacidade de o sujeito efetuar, por meio das funções superiores da mente (de Vygotsky), relações de semelhanças e diferenças (raciocínio analógico) entre os dois. É muito difícil precisar a origem temporal de um modelo e mais especificamente de um modelo cognitivo, mas com certeza decorre da capacidade da mente de gerar, rapidamente, outros modelos após ter contato com um primeiro.

Mecanismo de Construção do Modelo Cognitivo

O que segue é uma tentativa de explicar, do nosso ponto de vista, o mecanismo de construção de um modelo cognitivo. A construção pode ter seu início definido por qualquer movimento capaz de causar um desequilíbrio no estado mental em repouso. As perguntas, as dúvidas

(para Wittgenstein: quem duvida já está inserido no jogo de linguagem), as informações recebidas pelos sentidos, são os principais agentes causadores do desequilíbrio do DM ou do modelo cognitivo de um estado em repouso para um estado de atividade.

Entende-se o desequilíbrio do DM ou do modelo cognitivo, no presente texto, por analogia com o desequilíbrio do corpo que permite uma pessoa caminhar. Para caminhar, a pessoa precisa provocar um pequeno desequilíbrio para frente, de modo a provocar a mudança das pernas, promovendo assim o caminhar. O desequilíbrio, tanto no corpo quanto no DM ou do modelo cognitivo, não deveria provocar nem a queda, nem a ruptura total do modelo. Nesse caso, teríamos uma situação diferente do modelo inicial. Assim, como há um controle no desequilíbrio do corpo, deve existir também um controle do desequilíbrio cognitivo que permite a construção ou reconstrução de um modelo.

Outro análogo que nos permite melhor entendermos a proposta para o mecanismo de construção e reconstrução de um dispositivo de modelagem ou do modelo cognitivo, é dado pelo equilíbrio e desequilíbrio ambiental. Um ambiente biológico utiliza, também, do processo que pode ser esquematizado em: equilibrar – desequilibrar – equilibrar = construção ou reconstrução do ambiente, onde há uma dinâmica entre o equilibrar, o desequilibrar e o equilibrar novamente sendo equiparado à construção ou reconstrução do ambiente.

Acordamos em propor que, uma vez construído o DM e o modelo cognitivo (internalizado), ele deverá ser exposto, exteriorizado por meio de linguagem, aqui entendido no presente texto, como qualquer forma de expressão e representação do DM ou do modelo cognitivo. Nesse sentido, destacamos que um modelo cognitivo nunca será absolutamente externalizado, mas o DM garante sua compreensão por parte de diferentes sujeitos.

Uma vez exposto, o modelo cognitivo pode voltar a ser absorvido ou percebido pela mesma pessoa ou por outra. Nesse processo ele sofrerá modificações, mutações ou reconstruções, tornando-se, assim, um novo modelo, análogo ao anterior, porém diferente do modelo cognitivo inicial. O modelo novo não anularia o modelo anterior, este seria apenas transformado, como uma reconstrução do modelo anterior com suas devidas semelhanças e diferenças.

Características ou Atributos de um DM ou do Modelo Cognitivo

Diferentemente de um DM, que é único e coletivo, o modelo cognitivo também é único, porém particular e individual. Por exemplo, podemos dizer que o DM “casa” é único e coletivo, enquanto o modelo cognitivo “casa” é particular e individual. Isto quer dizer que cada indivíduo possui um modelo cognitivo diferente para o DM casa. São da natureza humana a construção e a reconstrução de modelos cognitivos. Você pode reconstruir um modelo de casa, mas não reconstrói um DM casa.

Cada modelo cognitivo, construído ou reconstruído, depende de agentes causadores de desequilíbrio, de imaginação, de experiências, de conhecimentos, de habilidades e de memória individual no seu processo de construção e/ou reconstrução. Na ausência de um domínio pleno sobre o papel desses agentes, as discussões nos levaram a estabelecer os seguintes atributos ou características de um modelo cognitivo: a unicidade ou particularidade; a flexibilidade; a instantaneidade; a mutabilidade; a expressibilidade; a representatividade; a inacessibilidade e a bifocalidade. Nos ateremos, a seguir, a explanação de cada uma delas.

1. Unicidade ou Particularidade

A característica unicidade de um modelo cognitivo é o que nos permite dizer ser ele único, particular, individual. Por exemplo, ao ser

perguntado sobre o que é uma célula, o aluno irá formar em sua mente um modelo cognitivo para ela. Esse modelo será diferente dos demais modelos formados pelos outros alunos, apesar de todos apresentarem algumas características em comum.

2. Flexibilidade

É a característica que dá maleabilidade ao modelo cognitivo evitando que seja rígido, e tornando-o dinâmico. O modelo cognitivo apresenta uma plasticidade muito grande, ou melhor, uma vez internalizado, ele sofre interferência dos agentes causadores do desequilíbrio, da imaginação, dos conhecimentos, das habilidades e da memória individual. Tais interferências resultam em um novo modelo diferente do modelo inicial. É a flexibilidade ou maleabilidade que permite a construção ou reconstrução dos novos modelos. Esta característica permite a diversidade de modelos para um mesmo DM.

3. Instantaneidade

A instantaneidade de um modelo cognitivo nos permite dizer que, em decorrência de sua complexidade e rapidez de elaboração, só é possível afirmar ter acesso a eles em um determinado momento do processo. Sua dinamicidade e consequentemente sua instabilidade só nos permitem acesso, quando possível, por meio de representações modelares em um instante do processo. Uma vez iniciado o processo de elaboração, ele deverá sofrer interferências no sentido de novas mudanças.

Nenhum modelo cognitivo é o mesmo após sofrer ações de agentes internos ou externos a ele. A instantaneidade não permite afirmar que um modelo cognitivo de um aluno sobre célula é o mesmo modelo cognitivo de um professor. Nem mesmo de dois professores de biologia são os

mesmos, nem mesmo modelos cognitivos de dois alunos de um mesmo professor, embora o DM seja o mesmo (célula).

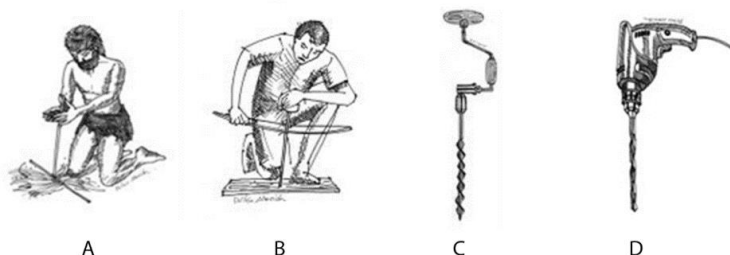
4. Mutabilidade

Juntamente com a flexibilidade, a mutabilidade permite que um modelo cognitivo não seja o mesmo para cada pessoa. Por analogia com a mutabilidade genética, é possível afirmar que a mutabilidade de um modelo cognitivo ocorre em pequenas porções do modelo inicial.

As mutações nos modelos cognitivos não podem ser bruscas e nem causar grandes alterações de modo a descaracterizar o dispositivo de modelagem. Se tal fato ocorrer, o modelo cognitivo perde suas características básicas e deixa de ser um modelo modificado passando a ser outro modelo que atenderia a outro dispositivo de modelagem (ou até mesmo desconhecido até o momento). Nem as mutações genéticas podem ser assim. Na genética, ocorre algo semelhante. A introdução de uma mutação muito grande em uma espécie pode torná-la não reconhecida tal como deveria.

Entretanto, importa destacar que, por analogia, muitos modelos ou representações modelares sofreram, ao longo dos anos, processos de mutações semelhantes aos ocorridos em espécies animais e ou vegetais. Um exemplo dessa mutabilidade pode ser ilustrado pela figura 2.

Figura 2: Em A, o possível DM para a broca. Em B, C e D a manutenção do DM em outros modelos



Essa figura ilustra a possível história de uma furadeira elétrica. Seu aperfeiçoamento poderia ser explicado pela experiência que remonta ao tempo das cavernas quando o homem primitivo, na tentativa de fazer o fogo, friccionava uma vareta em um pedaço de madeira. É possível observar que, além do fogo, essa ação podia se resultar em uma perfuração de um pedaço da madeira. Dessa forma, por analogia, o modelo vai se modificando. Nesse caso, embora uma furadeira elétrica não se pareça com os dois pedaços de madeira que se friccionam, temos que o DM é o mesmo do ponto de vista funcional, isto é, possuem a mesma função de furar a madeira.

5. Expressibilidade

Todo modelo cognitivo, para ser um modelo, deve ter a possibilidade de ser expresso. A expressibilidade de um modelo depende do construtor ou reconstrutor do modelo. O modelo cognitivo pode ser expresso ou posto de manifesto de forma variada.

Os modelos cognitivos podem ser expressos em: textos escritos, figuras, gráficos, desenhos, esquemas, mapas, mapas conceituais, fotografias, gestos, sons, imagens, objetos, atividades, atitudes, procedimentos, processos. Essa é, talvez, a característica mais importante no processo de ensino e de aprendizagem ao utilizarmos modelos análogos à realidade. A similaridade entre o modelo cognitivo e o modelo expresso vai depender da construção do diálogo explicativo de semelhanças e diferenças entre esse modelo e o modelo formado na mente do receptor.

6. Representatividade

Consideramos não ser possível acessar a totalidade de um modelo cognitivo. O acesso a ele se dá apenas por meio de sua representatividade,

ou seja, a forma, a função ou a descrição das características do modelo cognitivo representado. A representatividade do modelo permite o acesso a uma parte semelhante à parte do modelo cognitivo e não à totalidade do modelo cognitivo em si³⁶. A representatividade de um modelo deverá encontrar no outro modelo cognitivo pontos de semelhanças e pontos de diferenças entre eles para que possa ser reconhecido como representante do modelo cognitivo. Dessa forma, mantém o mesmo dispositivo de modelagem, para modelos diferentes. Uma criança representa o modelo cognitivo de uma casa de forma bem diferente de um modelo cognitivo de uma casa representado por um arquiteto. Entretanto, é possível identificar o dispositivo de modelagem casa em ambas as representações.

7. Inacessibilidade

O modelo cognitivo foi considerado por nós como inacessível por outras pessoas em decorrência de estar apenas na mente do construtor ou do reconstrutor do modelo. Somos acessíveis apenas aos modelos representados, o que pode ser feito de forma variada ao expressar ou exteriorizar os modelos cognitivos.

Não há como garantir a realidade do modelo como único representante do modelo cognitivo e com todas as características e propriedades dele. Tem-se, apenas, um modelo do modelo cognitivo. É sobre um modelo de um modelo cognitivo que se pode construir e reconstruir novos modelos. Queremos dizer, com isso, que um modelo expresso ou representado não corresponde a todas as características ou propriedades do modelo cognitivo.

³⁶ Portanto, a representatividade não trata de uma representação total, metafísica da realidade, mas muito mais um 'modo de apresentação', uma forma de acesso às situações que nos cercam.

8. Bifocalidade

A bifocalidade é, talvez, a característica mais expressiva de um modelo cognitivo e que deve ser considerada nas relações humanas, sejam elas professor/professor, professor/aluno e aluno/aluno. A bifocalidade é a característica que permite ao modelo cognitivo ser visto de forma diferente por um ou por outro em decorrência da temporalidade e da espacialidade.

Essa visão do modelo depende dos agentes que desequilibram, da imaginação, das experiências, dos conhecimentos, das habilidades e da memória de cada um dos interlocutores. Por exemplo: A palavra célula emitida por um professor apresenta um modelo cognitivo diferente do modelo cognitivo formado na mente do aluno. O DM “célula” é o mesmo, porém o modelo cognitivo de cada um será diferente um do outro. Os modelos cognitivos serão então representados por meio de textos, desenhos, esquemas de modos diferentes tanto pelo professor quanto pelo aluno. Dessa forma, o professor considera e avalia o modelo do aluno, comparando com o seu.

9. Temporalidade

Temporalidade é um atributo de qualquer modelo. Um modelo de hoje para representar um modelo cognitivo, pode não ser o mesmo de outros tempos. Cada modelo mantém o vínculo com o contexto em que foi elaborado. Assim como modelos do passado não são os mesmos modelos de hoje para o mesmo dispositivo de modelagem.

Tal atributo permite explicar que modelos cognitivos de épocas diferentes, mantem o mesmo dispositivo de modelagem, porém com características similares e diferentes. Não é possível falar ou ensinar em sentido horário e anti-horário em um relógio digital.

10. Espacialidade

A espacialidade corresponde ao espaço geográfico que limita e interfere na representação de um modelo em decorrência da sua influência na imaginação e na memória individual e coletiva. Modelos cognitivos concebidos em espaços diferentes para representar um mesmo DM podem ser identificados em objetos, fenômenos ou processos que apresentam características distintas entre si de acordo com a espacialidade.

Essa característica pode ser identificada pelo modelo do DM ‘casa’ para um habitante do Polo Norte como o iglu e, para um habitante do deserto de Saara, a tenda. Uma árvore, desenhada por uma criança que vive em uma floresta de pinheiros é um modelo cognitivo diferente daquele que poderia ser representado por uma criança que vive nas savanas. Nos exemplos citados, o DM ‘casa’ é o mesmo em ambos os casos, o mesmo ocorrendo para o DM ‘árvore’, porém os modelos de cada deles são diferentes.

A partir do estabelecimento do DM, foi necessário conceituar ou definir o significado de cada um dos tipos de modelos encontrados na literatura utilizada. Além desses, foram incluídos outros tipos de modelos como frutos de nossas discussões. Isso permitiu, até o momento, categorizar dezoito tipos de modelos com suas definições, conceitos ou concepções. Consideramos que outros tipos podem ser estabelecidos, em novas pesquisas, e incorporados a proposta de categorização de modelos aqui exposta. Construímos, também, uma Chave Sistemática Multiopcional (CSM) para classificação de modelos. A seguir apresentaremos a tipologia de modelos e a CSM.

Tipologia de Modelos

A diversidade de adjetivos e significados para o termo ‘modelo’ encontrada em artigos, em especial sobre o Ensino de Ciências, e a

consequente dificuldade de se estabelecerem recortes, aguçaram a busca pela investigação de parâmetros sobre o tema. É possível observar que, embora haja uma diversidade de adjetivos e significados para o termo modelo, um elemento se destaca em qualquer modelo. Esse elemento é o processo analógico estabelecido entre um modelo e o que se quer representar. Tomemos como exemplo a bola de bilhar como um modelo de átomo.

A analogia se dá quando se tenta estabelecer as semelhanças e, também, as diferenças entre uma bola de bilhar e um átomo. Interessamos registrar que a capacidade de estabelecer semelhanças e diferenças entre um modelo e o que se quer representar com ele está, intimamente, relacionada com o conhecimento que se tem de ambos. Mas existiriam tipos diferentes de modelos? Sobre essa pergunta nos debruçaremos adiante, visto a diversidade encontrada para o termo, para o qual buscamos o seu sentido e significado, encontrando os seguintes tipos com suas características, explicitados a seguir.

1. Alternativo

Modelos alternativos seriam aqueles com a intenção de falsear ou confirmar a conclusão sobre algum fato, observando sempre as premissas. De acordo com nossos estudos, um modelo alternativo descreve o mecanismo de elaboração e reelaboração de modelos. Um modelo alternativo seria um novo modelo do modelo anterior. Por exemplo, um modelo de veículo novo em relação ao seu modelo do ano anterior.

2. Base

Modelo base seria aquele utilizado como modelo inicial para a construção de novos modelos. Segundo nossa experiência de estudos e pesquisas, torna-se difícil precisar qual seria o modelo inicial que deu

origem a um objeto, processo, fenômeno, conceito ou concepção precedente. Para nós, o modelo base será a referência de se ter uma cópia dele, por exemplo: o primeiro veículo que deu origem aos demais.

3. Catacrético

Modelos catacréticos são chamados também de modelos mortos. Não sujeitos a modificação em decorrência da falta de um termo específico para caracterizá-los no momento. São exemplos as expressões: cabeça de alho; pé de mesa; embarcar no avião; via láctea; buraco na camada de ozônio; vírus do computador. Sobre tais exemplos, alguns autores chamam de analogias e ou metáforas mortas ou congeladas.

4. Conceitual

Modelos conceituais seriam aqueles inventados por profissionais para facilitar a compreensão ou o ensino de sistemas físicos. É intencional. Apresenta apenas uma definição ou um conceito sobre determinado conhecimento. Consideramos como exemplos o desenvolvimento de análogos para explicação de conceitos científicos, como utilização da analogia de uma parede revestida de azulejos para explicar o conceito de célula epitelial, que é aquela que reveste um órgão.

5. Conceptual

Modelo conceptual refere-se a uma concepção. Concepção no sentido de significar um corpo, com um conjunto de partes, bem com um sistema de cultura, no sentido de representar um conjunto de pontos de vista ou conjunto de conceitos e não apenas uma definição. Como exemplo, tomemos a concepção humana quando a fusão de duas células (espermatozoide e óvulo) se multiplicam em todo um sistema complexo que forma o corpo humano.

6. Físico

O modelo físico refere-se a qualquer modelo concreto, material, que pode ser percebido através dos cinco sentidos. Por exemplo, uma bola de bilhar.

7. Virtual

O modelo virtual refere-se a todo modelo formado ou apresentado em ambiente virtual, computacional ou equivalente. É capaz de se fazer, às vezes, de outro. Constitui uma simulação de algo criado por meios eletrônicos, como os *games*. Por exemplo, também, as simulações estelares.

8. Consensual

O modelo consensual refere-se a todo modelo expresso, submetido a testes e aceito por um grupo social, em especial no meio científico. Por exemplo, um modelo do DNA.

9. Ensino

O modelo de ensino é um objeto ou uma situação, levada para o contexto de ensino, a fim de ajudar os alunos a visualizarem o objeto ou a situação pretendida. A função de um modelo de ensino é fornecer suporte aos alunos a fim de que eles elaborem modelos mentais aceitáveis a partir dos modelos consensuais apresentados. É, portanto, construído e usado para auxiliar na compreensão de um modelo consensual.

Apresentam-se com características semelhantes às características do modelo consensual a ser aprendido. Pode ser apresentado como introdução ao assunto. Deve ser familiar aos estudantes e é construído com o propósito de promover a educação. No sentido amplo, um modelo de ensino ou pedagógico inclui os processos de mediação didática, isto é, os

processos de transformação de conhecimento científico em conhecimento escolar. Por exemplo, os modelos de moléculas.

10. Estrutural

O modelo estrutural tem relação direta com a estrutura que se busca representar. É construído para representar estados físicos e se baseia na forma do que se deseja representar. Por exemplo, o olho humano sendo representado por uma bola de vidro, uma vez que o olho tem uma forma parecida com uma bolinha de vidro.

11. Funcional

O modelo funcional baseia-se na função do que se deseja representar. Por exemplo, quando a formação da imagem no olho humano funciona como a formação da imagem em uma película da câmera fotográfica.

12. Estrutural e Funcional

O modelo estrutural e funcional é aquele que apresenta ou descreve a forma e a função de um conceito ou uma concepção. Em decorrência da evolução tecnológica, muitos modelos podem sofrer alterações e perderem suas características que os levavam a compreensão de um análogo. Tomemos como exemplo as máquinas fotográficas como modelos do olho humano.

13. Histórico

O modelo histórico apresenta um agrupamento de teorias, ideias, práticas e situações paradigmas que caracterizam os processos históricos, possibilitando interpretar, compreender o passado e o presente. Podemos citar como exemplo o Positivismo

14. Mental

O modelo mental pertence ao mundo da abstração e tem seu ponto de partida no modelo conceitual. Representa o objeto, parece analogicamente, capta a essência do objeto. O modelo mental é a imagem que se forma na tela mental de cada pessoa, por exemplo, de um ‘copo’. O modelo mental do copo formado em cada um é diferente, mas todos são capazes de identificar um copo, mesmo que o modelo mental seja outro.

15. Simbólico

O modelo simbólico pode ser identificado por possuir uma síntese de uma concepção, de um objeto, de uma entidade, cujo significado e sentido vão se construindo ao longo do tempo. Por exemplo, a marca de um produto.

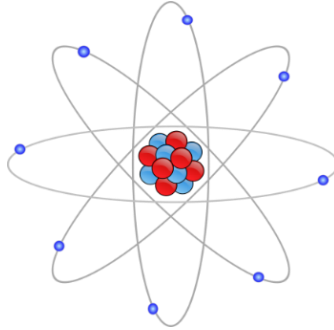
16. Matemático

O modelo matemático utiliza o pensamento e a linguagem matemática (signos) como forma de representar um fenômeno ou os problemas de uma situação real. Exemplo, a equação: $2x + 5 = 15$.

17. Pictórico

O modelo pictórico é identificado por meio de: pinturas (nas Artes) e desenhos que representam estruturas ou funções semelhantes quando se quer descrever uma ideia, um fenômeno, uma estrutura, um conceito ou uma concepção. Um exemplo pode corresponder a figura 3, a seguir:

Figura 3: Modelo Atômico de Borh como exemplo de modelo pictórico



FONTE: <https://ya-webdesign.com/image/chemistry-clip-atom/1215958.html>³⁷

18. Imagético

O modelo imagético se refere a imagens captadas e registradas de uma realidade momentânea, por meio de aparelhos e instrumentos. São exemplos: retratos, cópias xerográficas, chapas tomográficas ou radiográficas, impressos, estátuas em museus, pinturas ou qualquer outra produção ou reprodução de uma imagem construída ou impressa em uma superfície.

Reiteramos ainda que a tipologia de modelos não se limita aos dezoito tipos apresentados, dessa forma, outros tipos de modelos podem ser propostos por pesquisadores quaisquer que tenham interesse na temática.

Chave Sistemática Multiopcional (CSM) para Classificar Modelos

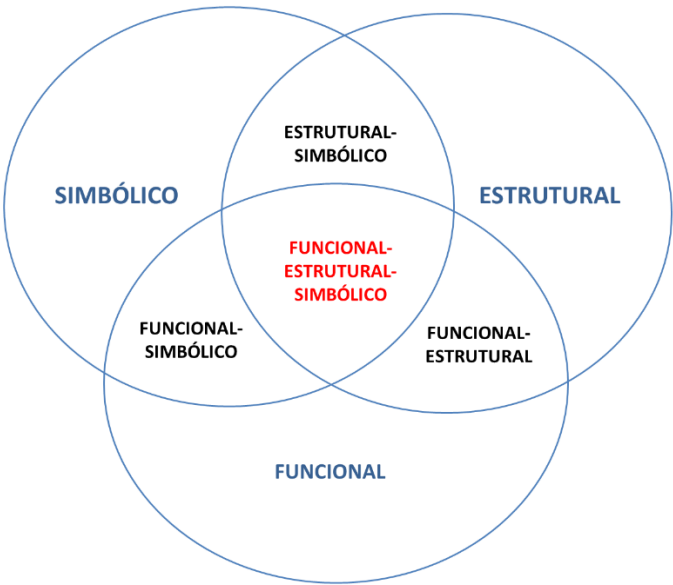
Diante da polissemia de significados atribuídos a modelos e na tentativa de caracterizar, classificar e dar eles uma identidade, propomos, a partir do conceito de DM, a Chave Sistemática Multiopcional (CSM)³⁸, exposta na figura 4. Ela é considerada multiopcional em decorrência da possibilidade de obter uma classificação diferente, caso se esteja diante de

³⁷ Acessado em 16 de abr. 2021.

³⁸ A diversidade de significados e sentidos atribuídos ao termo modelo e suas relações com o processo analógico nos levou a construir uma Chave Sistemática capaz de caracterizar e individualizar cada tipo de modelo identificado nos textos e no ensino de ciências.

um objeto, processo, fenômeno, conceito ou concepção para um mesmo assunto. Assim, por exemplo, uma célula desenhada em um livro didático poderá ter uma classificação diferente da mesma célula observada em um microscópio, no monitor de uma televisão ou em uma fotografia.

Figura 4: Proposta de uma CSM para classificação de modelos representados a partir do conceito de DM



FONTE: Elaborado pelos autores, 2021.

Para elaborar o modelo de chave da figura 4, optamos por utilizar como elementos primários três tipos de modelos: funcional, estrutural e simbólico. Tal escolha se deve à presença mais constante desses modelos no ensino de Ciências, por exemplo, retomando o trabalho de Clement (2008), consideramos que é possível classificar o modelo de mola como uma estrada em forma de caracol como estrutural, pois evidencia a estrutura da mola. Por sua vez, a mola de um relógio mecânico representa um modelo funcional, uma vez que mostra o seu funcionamento. O simbólico seria aquele que tivesse seu reconhecimento mais imediato.

A molécula de Poliéster representada na imagem (a) da figura 1, provavelmente só seria reconhecida como uma mola por um especialista. Já a mola em espiral, em duas dimensões, representada na imagem (b) da mesma figura, seria reconhecida como mola por um maior número de pessoas. Desse modo, esta última imagem assumiria um caráter mais simbólico (convencional) para a representação de mola do que a anterior.

A partir disso, consideramos que os modelos funcionais se apresentam mais significativos para o campo do Ensino de Ciências que os modelos estruturais e estes se apresentam mais que os modelos simbólicos. Isso se deve à possibilidade de o aspecto funcional de um modelo proporcionar o entendimento e a compreensão do conceito científico de maneira mais abrangente e precisa que o entendimento de sua estrutura ou simbolismo.

Diante dessas observações, notamos a possibilidade da sobreposição desses três tipos de modelos de forma a provocar intercessões que geram possibilidades de classificação combinadas entre si, explicitando de maneira mais significativa o conceito científico que representa. Assim, podemos ter modelos os funcionais-estruturais, funcionais-simbólicos e os estruturais-simbólicos.

Dessa maneira, um modelo é funcional-estrutural quando evidencia o funcionamento e a estrutura do que ele representa. Por sua vez, é funcional-simbólico quando evidencia o funcionamento e apresenta o campo simbólico (convencional) que ele representa. Da mesma forma, é estrutural-simbólico quando evidencia a estrutura e apresenta um símbolo que ele representa.

Tomemos por exemplo representações de mola. Um professor que, em laboratório, mostra e realiza movimentos de flexibilidade com uma dessas molas encontradas no interior de canetas esferográficas, enfatiza sua função quando executa os movimentos e sua estrutura ao apresentar

o formato da mola. Nesse caso, a mola é tratada como modelo funcional-estrutural.

Símbolos³⁹ são, de um modo geral, são representações enquanto convenções sociais que exprimem ideias ou concepções complexas, construídas ao longo de gerações, de fácil identificação e tendem a não sofrerem mudanças. Consideramos ser uma tarefa mais árdua encontrar modelos que sejam funcionais-simbólicos. A dificuldade de encontrar um modelo funcional-simbólico é a de se estabelecer uma relação entre o símbolo e seu funcionamento. Um símbolo de uma marca de calçados (logo marca ou identidade visual) evidencia a marca, mas não evidencia a relação entre a “simbologia” (sapato) e a “função” de calçar. Apesar da dificuldade deles serem identificados, não podemos dizer que não essa relação não possa existir, isso se deve ao grande número de modelos construídos ou a serem construídos e às diferentes possibilidades de leitura (e de leitores) sobre tais símbolos.

Em se tratando de um modelo em dupla hélice do DNA, tomemos que ele pode ser classificado como estrutural-simbólico, uma vez que nele é evidenciado a estrutura de DNA, mesmo de forma simplificada, tal como proposto pelos seus idealizadores. Ao mesmo tempo, é facilmente identificado como tal ao ser visualizado.

Uma vez estabelecidos uma chave classificatória que contemple modelos funcionais, estruturais, simbólicos e suas interseções, questionamos se haveria algum modelo que seria ao mesmo tempo funcional-estrutural-simbólico. Embora seja uma classificação mais rara e complexa, a chave abre a possibilidade de classificá-lo como tal, caso alguém faça essa identificação. A seguir, na figura 4, apresentamos a estrutura da SCM proposta.

³⁹ Símbolo aqui não se relaciona ao campo da semiótica, mas apenas como uma terminologia para determinar a capacidade de reconhecimento/distinção cognitiva (relação pessoa-objeto).

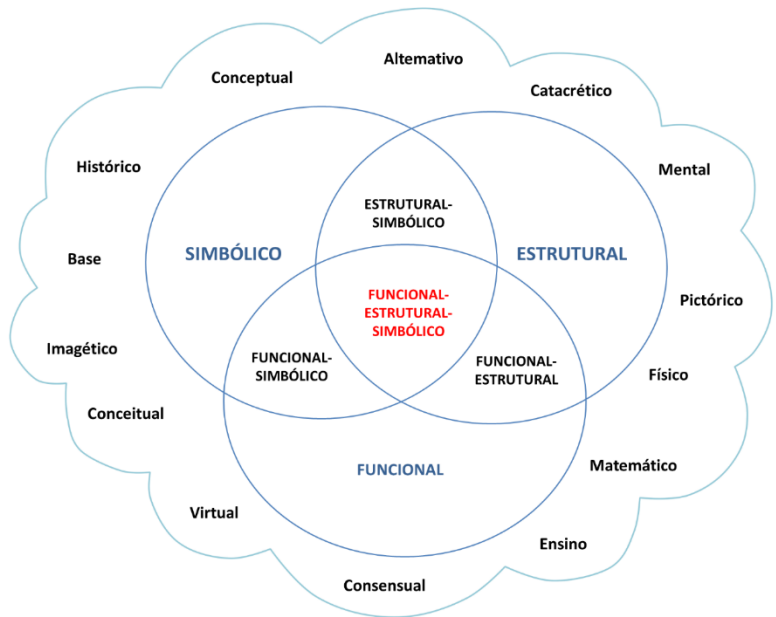
Os diferentes tipos de modelos listados neste trabalho podem ser classificados dentro da chave de classificação proposta. É interessante notar que um mesmo modelo pode assumir classificações distintas de acordo com o momento, com os elementos utilizados e como ele se apresenta. Podemos exemplificar com a molécula da água, na seguinte situação: um professor leva para sala de aula (momento) uma molécula de água representada por três bolinhas de isopor ligadas por palitos (elementos), formando uma estrutura tridimensional (apresentação).

Podemos afirmar que esse modelo poderia ser classificado, dentro da chave, como estrutural-simbólico, uma vez que evidencia a estrutura da molécula, sendo ela, ainda, um símbolo. Por sua vez, uma molécula de água representada tridimensionalmente em um filme educativo evidenciando sua forma, os elementos que a compõem, as ligações entre os elementos e o seu comportamento dentro de uma reação química, pode ser classificada, na chave, como funcional-estrutural-simbólica, uma vez que evidencia a função, a estrutura da molécula e, ainda, representa um símbolo.

Vale dizer também que, o fato de que os dezoito tipos de modelos listados no presente texto poderem ser classificados pela CSM proposta, não nos faz conceber que um mesmo modelo terá sempre a mesma classificação, pois isso dependeria do momento, dos elementos utilizados e de como ele se apresenta. No exemplo da molécula de água virtual, citado acima, a classificação foi funcional-estrutural-simbólica. No entanto, um outro modelo virtual de molécula de água apresentado num computador que evidencie sua estrutura sem mostrar sua participação em reações químicas poderá ser classificado somente como estrutural-simbólico, pois não evidencia seu funcionamento mediante uma reação química.

Portanto, apesar de ambos serem modelos virtuais da molécula de água, suas classificações são distintas. Em nosso imaginário⁴⁰, os tipos de modelos que listamos se colocam, dessa forma, permeando a CSM apresentada, como uma nuvem orbitando em volta da mesma, aguardando seu momento de serem classificados de acordo com os critérios e caraterísticas já apontados, conforme representado na figura 5, a seguir. Dessa forma, fica evidenciado o caráter multiopcional da nossa proposta de CSM classificatória de modelos.

Figura 5: Proposta de uma chave para classificação multiopcional de modelos representados a partir do conceito de DM orbitada pela nuvem formada pela tipologia de modelos



FONTE: Elaborado pelos autores, 2021.

A identificação ou a nomeação de um modelo depende, de modo semelhante com a sistemática biológica, das características consideradas

⁴⁰ Enquanto campo semântico individual ou de mesma correspondência.

para cada modelo. É possível deduzir que quanto mais características o modelo tiver, melhor ele representará o objeto, o processo, o fenômeno, o conceito ou concepção.

Originada e construída ao longo de um estudo sistemático e multidisciplinar, a proposta da chave sistemática tem como objetivo estabelecer alguns parâmetros para a construção e a reconstrução de modelos. É a partir dele que surgem outros modelos.

A necessidade de traçar um caminho em relação ao significado de modelo, mais especificamente em relação ao modelo cognitivo como princípio para a construção ou reconstrução de qualquer outro, é de que, antes de serem exteriorizados, os modelos têm origem na mente⁴¹ humana.

O estabelecimento de relações entre o dispositivo de modelagem e modelos cognitivos foi um ponto muito significativo. Isso nos levou a ousar um pouco mais, ou seja, propor um modelo explicativo do processo de construção e reconstrução de modelos a partir do DM.

O modelo cognitivo é tratado como um produto da mente humana⁴² e que nela permanece até que seja representado externamente. Ao representá-lo externamente (intersubjetividade), por meio de diferentes formas de expressão, ele deixa de ser mental e passa para a concretude. Toma, agora, a forma, a função ou a descrição do modelo cognitivo.

O novo modelo que adquiriu uma concretude passa a ser um modelo análogo ao mental, uma vez que a representação não corresponde à totalidade do modelo cognitivo que lhe deu origem. Os novos modelos foram construídos e ou reconstruídos por meio de um processo analógico que estabelece, por meio dos agentes desequilibradores, da imaginação,

⁴¹ Reiteramos que o conceito de mente aqui não se limita a cérebro, mas a todo o corpo e sua relação com o ambiente.

⁴² O mundo natural e o mundo social confluem para a formação do pensamento humano, ainda quando realizado por um indivíduo solitário.

das experiências, dos conhecimentos e das habilidades e da memória, uma relação de semelhanças e diferenças entre os dois.

Os modelos fazem parte do cotidiano das pessoas e são utilizados, muitas vezes, na educação como forma de facilitar a aprendizagem do educando, aproximando os conceitos do que lhe é familiar. Dessa forma, podem contribuir para o processo de ensino e de aprendizagem de modo que sejam mais significativos e que levem em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes. Dessa forma, a utilização de modelos como forma de estabelecer relações entre os conhecimentos reais⁴³ e potenciais do aprendiz, poderá proporcionar uma maior eficácia no processo de significação de um conhecimento.

As palavras apresentam uma gramática e uma semântica próprias. Às vezes uma mesma palavra pode apresentar uma semântica diferente de acordo com o modelo cognitivo construído por cada pessoa. Quando a palavra tem a mesma gramática e uma mesma semântica ela se torna mais entendível e compreendida pelo outro. Nesse caso, os dois modelos cognitivos formados são muito próximos nas semelhanças e nas diferenças.

A representação do modelo cognitivo é o que possibilita a mente utilizar o processo analógico – raciocínio analógico – para construir ou reconstruir um novo modelo. A analogia é um processo dinâmico. O análogo é o objeto utilizado para desenvolver o processo do raciocínio analógico na construção ou reconstrução do modelo mental. Os modelos representados são produtos do raciocínio analógico.

Não existe um análogo que represente totalmente um modelo cognitivo em todas as suas características. Os novos modelos cognitivos podem gerar outros modelos análogos. Os modelos análogos serão sempre

⁴³ No sentido da sistematização de suas experiências.

proposicionais, jamais totais. A igualdade na totalidade implica a presença de dois sistemas iguais no tempo e no espaço.

Embora a proposta de tipologia de modelos não esteja fechada, alguns tipos foram construídos e identificados a partir do nosso cotidiano. A tipologia está em aberto para novas propostas.

O uso da CSM para classificar um modelo, pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa em decorrência da possibilidade de uso de modelos diferentes para o mesmo assunto ou tema. Abriria como possibilidade de aprendizagem os campos individuais do conhecimento prévio ao estabelecer as características do modelo cognitivo em estudo ou que o estudante tem diante de si. Como proposta de continuidade da pesquisa e dos estudos sobre modelos, é possível iniciar um processo de categorização de cada modelo utilizado, por exemplo, no Ensino de Ciências.

Considerações Finais

Os modelos apresentam uma diversidade de sentido e de significados. Essa polissemia nos levou à construção de uma proposta para dois conceitos fundamentais para o nosso entendimento sobre a questão. Em especial, fizemos a proposta do DM e do modelo cognitivo onde entendemos por DM como o elemento modelo, enquanto ideia única e coletiva, sobre objetos, processos ou fenômenos, capaz de gerar modelo cognitivo enquanto ideia única e individual que pode ser expressa, por meio de modelos analógicos. Os modelos analógicos se apresentam de forma variada e são expressos, também de forma variada, por meio de qualquer forma de expressão que a pessoa seja capaz de expor aos demais.

Em termos de perspectivas de estudos e pesquisas sobre o papel das analogias e modelos analógicos no processo de ensino e de aprendizagens, bem como na formação do espírito científico, podemos destacar as

contribuições nos campos: da formação do perfil conceitual dos alunos; na proposição de modelos para representação de conceitos científicos; do julgamento de valores sobre a eficiência do ensino com analogias; da apropriação do conhecimento da avaliação e elaboração de hipóteses; das habilidades em gerar analogias próprias; do processo de inovação e invenção e, finalmente, no campo da metodologia de ensino com analogias.

Referências

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ABRAHAM, M. et al. Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 29, 1992, p. 105-120.
- ALMEIDA, D. R. **Possível história de uma furadeira elétrica**. Imagem cedida pelo autor. Belo Horizonte: GEMATEC, 2012.
- BOÉCIO. De D. Topicis differentiis. In: **Boethius's De topicis differentiis**. Tradução de Leonore Stump. Ithaca: Cornell University Press, 1978, p. 25-155.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Catálogo do Programa Nacional do Livro Para o Ensino Médio** – anexo: Ficha de Avaliação PNLEM 2007: Biologia / Ministério da Educação. — Brasília: MEC, 2007. 10p. — disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/pnlem/biologia/r-ficha.pdf>> Acessado em 30 jan. 2008.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Catálogo do Programa Nacional do Livro Didático – anexo: Ficha de Avaliação PNLD 2008: Ciências / Ministério da Educação**. — Brasília: MEC, 2008. 10p. — disponível em: <http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-guia-do-livro-didatico/2347-guia-pnld-2008>.
- CHIAPPETTA, E. et al. A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, 1991, p. 713-72.
- CLEMENT J. J. Methods Experts Use to Generate Analogies. In: **Creative Model Construction in Scientists and Students**. The Role of Imagery, Analogy, and

Mental Simulation. Dordrecht: Springer *Science + Business Media B.V.*, 2008. Cap. 3. p. 33-45.

DELIZOICOV, N. C. **O professor de ciências naturais e o livro didático**. Dissertação de Mestrado defendida no Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis. 1995. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/76326?show=full>. Acessado em: 07 abr. 2021.

DERRIDA, J. **Of grammarology**. Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press, 1998.

DUARTE, M. da C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, 2005. p. 7-29.

EDUCALINGO. **Metaphorical** [on-line]. Disponível em: <<https://educalingo.com/pt/dic-en/metaphorical>>. Acessado em: 01 abr. 2021.

EL-HANI, C. N.; ROQUE, N.; ROCHA, P. L. B. da. Livros didáticos de Biologia do Ensino Médio: resultados do PNLEM/2007. **Educ. rev.** [online]. Vol.27, n.1, 2011, p.211-240. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-46982011000100010>. Acessado em: 07 abr. 2021.

FERRY, A. S. **Análise Estrutural e Multimodal de Analogias em uma Sala de Aula de Química**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2016. Tese de Doutorado.

FINLEY, F. Por qué los estudiantes tienen dificultades para aprender de los textos de ciencias. In: C. Santa & D. Alvermann (comp). **Una Didáctica de las Ciencias**. Argentina: AIQUE Didáctica.

FLECK, L. **Genesis and Development of a Scientific Fact**, trans. F. Bradley & Trenn, T.J. Chicago: University of Chicago Press, 1979.

FOUCAULT, M. **A Arqueologia do Saber**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009.

GLYNN, S. M. (1991). Explaining science concepts. A teaching with analogies (TWA) model. In: S. Glynn, R. Yeany & B. Britton (Eds). **The psychology of learning science**. Hillsdale: NJ. Erlbaum. p. 219-240.

GUTIÉRREZ, R. Polisemia actual del concepto ‘modelo mental’: consecuencias para la investigación didáctica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, no 2, 2005, p. 209-226. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10_n2_a4.htm. Acessado em 19 mar. 2021.

HÖFFLING, E. M. **A FAE e a execução da política educacional**. 1993. Tese (Doutorado) – Campinas: Faculdade de Educação, UNICAMP, 1993.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. The role of laboratory teaching in science education: neglected aspects of research, **Review of Educational Research**. V. 52, no. 2, 1982, p. 201-217.

JOHNSEN, E. **Textbooks in the kaleidoscope**. A Critical Survey of Literature and Research on Educational Texts. Oslo: Scadinavian University Press, 1993.

JOHNSON-LAIRD, P. **Mental Models**. Cambridge: Harvard University Press, 1993.

JUSTI, R. S. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, V. 24, no 2, 2006, p. 173-184.

KNEALE, W.; KNEALE, M. **The Development of Logic**. Oxford: The Clarendon Press, 1962.

KRAPAS, S.; QUEIROZ, G.; COLINVAUX, D.; CRESO, F. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 2, no 3, 1997, p. 185-205.

KUHN, T. **The structure of scientific revolutions**. Chicago & London: The University of Chicago Press, 1996.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.24. n.1. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/%25x>. Acessado em: 07 de abr. 2021.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MARX, K. 1867 Das Kapital. zur kritik der politischen ökonomie. (Hamburgo, 1867). In.: **Karl Marx e Friedrich Engels: Gesamtausgabe (MEGA)**, vol. II, no 5. Berlin: Dietz Verlag, 1983.

- MODELO atômico de Niels Borh, 1913. **Transparent atom chemistry**. Picture #1215958. Disponível em: <https://ya-webdesign.com/image/chemistry-clip-atom/1215958.html>. Acessado em: 16 abr. 2021.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Revista Investigações em Ensino de Ciências** (IENCI), 2000.
- MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, Brasília, v.7, no 40, out. 1988, p. 24-41.
- NAGEM, R. L. Dois parâmetros para seleção de livro didático. **50º Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 1998.
- NAGEM, R.; CARVALHAES, D.; DIAS, J. Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga (PT), v.14, no 1, 2001, p. 197-213.
- NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, no 2, 2003. p. 147 – 157.
- NEWMAN, L. (ed.). Book IV. **The Cambridge Companion to Locke's "Essay Concerning Human Understanding"**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- NIETZSCHE, F. **Beyond good and evil: prelude to a philosophy of the future**. London: Penguin, 1973.
- PIMENTEL, J. R. Livros didáticos de ciências: a física e alguns problemas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.15, no 3, dez. 1998, p. 308-318.
- PHINEY, H&E. **Philosophical Beauties**: selected from the works of jean locke, esq. containing. the conduct of the understanding: elements of natural philosophy: the studies necessary for a gentleman; and a discourse of miracles: with several other subjects treated on by this great philosopher. to which is prefixed some account of his life. Firs American edition. New York: Cooperstown, 1844.
- RYAN, E. **Aristotle's theory of rhetorical argumentation**. Montreal: Bellarmin, 1984.

STINNER, A. Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. **Science Education**. V. 76, 1992, p. 1-16.

TERRAZZAN, E. A.; BUSKE, R.; METKE, J.; PIMENTEL, N. L.; SILVA, L. L. da; GAZOLA, C. D.; FREITAS, D. S.; AMORIM, M. A. L. Apresentações analógicas em coleções didáticas de Biologia, Física e Química para o Ensino Médio: uma análise comparativa. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, *Anais...* Bauru/BRA, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Organizadores: Michael Cole ... [et al] Trad. José Cipolla Neto, Luiz Silveira Menna Barreto & Solange Castro Afeche – São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WITTGENSTEIN, L. **Investigações filosóficas**. Petrópolis: Vozes, 2004.

Agradecimentos

Nosso profundo agradecimento ao professor Dr. Mauro Lúcio Condé por suas contribuições aos textos desta parte do livro.

Parte 2

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

*Anderson Antônio Horta*¹
*Clara Santana Lins Cerqueira*²
*Daniela Martins Barbosa Couto*³
*Délcio Julião Emar de Almeida*⁴
*Michelle Alvarenga Pinto Cotrim*⁵
*Júlio César Alessi de Carvalho Lafetá*⁶
*Rita Aparecida da Conceição Ribeiro*⁷

Introdução

O ensino da astronomia para crianças apresenta-se como um desafio, principalmente devido ao desconhecimento e à confusão entre as informações que são aprendidas. Como forma de tornar o ensino desse conteúdo claro e atrativo para as novas gerações, é fundamental promover estratégias que fujam às armadilhas dos saberes do senso comum. Nesse sentido, o Design pode ser entendido como uma ferramenta que contribui de forma significativa no processo de aprendizagem, ao utilizar recursos que permitem a construção de caminhos para uma compreensão do conhecimento a partir de linguagens metafóricas. Somado a isso, perpassa os diversos processos sociais e sua característica multidisciplinar possibilita as mais diversas interações com os variados campos do conhecimento. Nesse contexto, foi proposto o projeto “Animando o ano da

¹ Doutor UNIBH

² Doutoranda UEMG

³ Doutoranda UEMG

⁴ Doutorando UEMG

⁵ Doutoranda UEMG

⁶ Doutorando UEMG

⁷ Doutorada UEMG

luz: o design apresenta a astronomia para crianças”, visando a interface do design com a educação, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG⁸.

O projeto teve como objetivo a difusão do conhecimento científico para crianças e adolescentes, através da apresentação de fundamentos da astronomia, tendo como foco principal o sistema solar. A demanda surgiu como fruto de uma parceria anterior, ocorrida em 2013 – 201, entre o grupo de pesquisa Design e Representações Sociais do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais – PPGD/UEMG e o Grupo de Astronomia UFMG/Icx/Física, responsável pela administração do Observatório Astronômico Frei Rosário (OAFRO) – localizado na Serra da Piedade, Minas Gerais, Brasil.

O projeto foi dividido em três momentos distintos, porém, complementares. A primeira parte, contemplou o desenvolvimento de um kit em papel, contendo dez personagens no formato de *paper toys*⁹ planejados que apresentam o Sol, os planetas do Sistema Solar (Mercúrio, Vênus, Marte, Terra, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) e a Lua, atribuindo a eles personalidades únicas e bem-humoradas. Os *paper toys* buscam trabalhar conceitos de astronomia, contribuir para o desenvolvimento do controle motor fino, e permitir que cada indivíduo acompanhe a atividade em seu próprio tempo, visando estimular o processo de aprendizagem de forma lúdica e prazerosa. Na segunda parte, foi criada uma história em quadrinhos com os personagens desenvolvidos anteriormente, e, por último, a realização de um curta metragem de animação, que complementava a história em quadrinhos, para publicação na internet. Dessa forma, o projeto buscou aliar o conhecimento específico

⁸ Este projeto foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e conta com o apoio da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC.

⁹ O termo inglês *paper toy* se refere a brinquedos de papel e possui sua origem na técnica japonesa do Origami (Ori, que significa “dobrar” e Kami, cujo significado é “papel”)

acerca da Astronomia aos processos de construção simbólica do Design, adaptando-os à linguagens e comunicações que permitam apresentar um universo do conhecimento da ciência de forma lúdica.

A metodologia empregada buscou promover a interface entre os processos de ensino e aprendizagem, com o caráter lúdico dos dispositivos criados pelo Design. Os processos metodológicos incluíram levantamento de referencial bibliográfico, estudo das necessidades comunicacionais, projeção do material, avaliação e oficinas para sua difusão. O presente artigo apresenta as fases de elaboração do projeto e a sua divulgação em eventos e as oficinas feitas em escolas e eventos direcionados ao público infantil.

O Desafio da Divulgação Científica

Física, Química, Matemática, Ciências Biológicas e astronomia. Qual seria o porquê de saber essas coisas? Que importância esse conhecimento fará na vida das pessoas? Qual a diferença que tais informações trarão no dia-a-dia da grande massa da população? Tais inquietações se apresentam relevantes nos dias atuais, já que as pessoas estão cada vez mais expostas a informações de toda a natureza, devido às redes sociais e demais veículos de comunicação e, em muitas ocasiões, esses conteúdos não refletem conceitos científicos ratificados pela comunidade científica, gerando e disseminando equívocos e confusão quanto princípios da ciência. A internet tornou-se palco de exposição de opiniões diversas, desde assuntos relacionados à eficácia de vacinas até impactos ambientais oriundos do aquecimento global. Dessa forma, questiona-se a maneira com a população está sendo educada e preparada para a construção do conhecimento advinda desse universo complexo de compartilhamento de informações.

Apontamento como esses nos levam às questões iniciais desse artigo, que se referem à importância da divulgação e democratização de

conhecimentos científicos para um público leigo. Afirma-se, portanto, que se fazem extremamente importantes e urgentes tais reflexões, no sentido de propor uma discussão ampliada desses conteúdos, normalmente restritos a públicos especializados. Segundo Morin (2006), o conhecimento científico possui a função de dissipar a complexidade dos fenômenos, revelando as ordens simples a que estão associados. Contudo, o autor argumenta que tais fenômenos são, por vezes, mais mutilados do que elucidados, produzindo cegueira e simplificações (MORIN, 2006). Portanto, não se deve confundir a questão das simplificações com a falta de complexidade, mas antes propor “um pensamento capaz de lidar com o real, de com ele dialogar e negociar” (MORIN, 2006, p.6).

Portanto, discutir a respeito da divulgação e democratização de conteúdos de ordem científica é imprescindível para a compreensão do mundo complexo no qual todo indivíduo encontra-se inserido. Morin (2006) argumenta que princípios ‘supralógicos’ de organização do pensamento ou paradigmas, princípios ocultos que governam nossa visão das coisas e do mundo sem que tenhamos consciência disso”. Vive-se em um mundo em que as relações e dinâmicas sociais interferem na visão de mundo dos sujeitos sociais, e esses mesmos sujeitos, a partir de suas percepções, retroalimentam e transformam formas de se perceber e (re)codificar o mundo culturalmente construído. Esse mundo de cultura é volátil e se encontra em constante transformação, resultado do esforço coletivo de seus atores, tanto aqueles que concebem ideias e valores, quanto aqueles que as disseminam e os que as consomem (McCRACKEN, 2007).

Assim, não seria temerário afirmar que, na dinâmica de intercâmbios culturais, desde produtos à sistemas de informação, faz-se necessária a consciência intencional dessas dinâmicas, já que a sociedade moderna não consome apenas produtos, mas antes significados e valores. McCracken

(2007, p.100) sugere que os bens de consumo e os consumidores são “estações na via do significado”, ou seja, pontos de transferência de valores e sentidos, atentando para o fato que, quando se fala de bens de consumo, não nos referimos apenas a bens materiais, mas antes ideias, valores e conhecimentos. O autor reconhece a existência de “um sistema grande e forte no cerne da sociedade de consumo moderna, que confere a essa sociedade parte de sua coerência e flexibilidade enquanto age como fonte constante de incoerência e descontinuidade” (McCRAKEN, 2007, p.100).

No que acreditar, portanto? Em que confiar ou filtrar, nesse imenso vórtice de representações que são difundidos pelos sistemas midiáticos, instituições e centros de poder? Não há como afirmar, mas é possível questionar se grande parcela da sociedade está conscientemente instruída para tais escolhas, detentora de informações transformadas em conhecimentos significativos. Kosminsky (2015) sugere que grande parte do conhecimento científico ainda permanece restrito à uma parcela reduzida da sociedade, em particular aos próprios pesquisadores, e quando esse conhecimento é divulgado, não vem acompanhado por noções científicas básicas que corroborem para a assimilação de conceitos mais complexos por parte do público não iniciado. Morin alerta que:

[...] os poderes criados pela atividade científica escapam totalmente aos próprios cientistas. Esse poder, em migalhas no nível da investigação, encontra-se reconcentrado no nível dos poderes econômicos e políticos. De certo modo, os cientistas produzem um poder sobre o qual não têm poder, mas que enfatiza instâncias já todo-poderosas, capazes de utilizar completamente as possibilidades de manipulação e de destruição provenientes do próprio desenvolvimento da ciência (MORIN, 2005, p.18).

Observa-se, dessa forma, que esses novos conhecimentos, gerados no cerne da restrita comunidade científica, levam à necessidade de uma

reflexão a respeito da ética e desdobramentos igualmente éticos que eles evocam. Dessa forma, acredita-se que a ciência deve ser espaço aberto de discussão, passível de divulgação e acesso facilitados, enquanto ponto imprescindível para a construção da cidadania e participação política. Portanto, as estratégias que proporcionam esse acesso a informações relacionadas à ciência são a tônica deste artigo.

O Design como Processo Social e as Estratégias de Divulgação da Ciência

Seria redundante, aqui, estabelecer a nomenclatura Design Social, pois argumenta-se que em toda ação do Design se faz uma ação social, no momento em que todo projeto de Design se direciona à sociedade, intencionando seu bem-estar, seu bem-viver. É indiscutível a importância do Design nos processos sociais, pois como afirmam Lima & Martins (2011, p.117), o design se apresenta como manifestação em situações sociais, econômicas e políticas, já que está “[...] muito mais embasado numa relação com a sociedade do que somente apresentado como uma área de estudo que sustenta a si própria”. Principalmente no que diz respeito às iniciativas de divulgação das Ciências, tanto em ambientes formais (escolas e institutos de educação), quanto não formais, como museus, exposições científicas, programas de TV, web, dentre outros, o designer é um mediador de conhecimento, agente ativo na produção de meios visuais, sonoros e táteis que traduzem conceitos abstratos em produtos concretos.

A concretude dos produtos do Design se refere ao sentido da apreensibilidade do conteúdo comunicacional que deve estar organicamente inserida no complexo formal e material do projeto de Design. Essa concretização é o que conduzirá a uma efetiva experiência estética, compartilhada e inteligível, sendo que essa experiência é igualmente um ato político, sensivelmente partilhada (RANCIÈRE, 2005).

A interação do Design com os processos sociais é claramente visível, sendo que seus produtos extrapolam o sentido pragmático na relação com o usuário/consumidor, no instante em que essa relação passa a ser afetiva, e os produtos se tornam mediadores de conteúdos simbólicos para além de seu valor enquanto produto material (RIBEIRO; VALENTIM, 2014). Como área transdisciplinar, o Design aporta conhecimentos diversos, proporcionando projetos que aglutinam saberes e, conseqüentemente, ocasionam o surgimento de outros. A partir das ferramentas do Design, observa-se o acesso a áreas do discurso científico, muitas vezes ininteligível. Afirma-se, assim, que o Design é instrumento cognoscitivo, conector afetivo de valores e significados, mostrando-se importante a discussão a respeito dos seus processos criativos, enquanto processo cognitivo e profundo de pesquisa, no sentido da proposição de estratégias metodológicas que municiem o designer na sua relação com os profissionais das áreas científicas, gerando aproximações e potencializando o campo da pesquisa em Design.

Fazer Design é um processo de constatar problemas, além de buscar solucioná-los. Sem a pretensão de ser um demiurgo, o designer se caracteriza como um solucionador, um buscador de novos desafios, amalgamando práticas e conectando conhecimentos, sendo sua área de atuação uma área de mediação, convergindo abstração e concretude, conforme ensina Costa Jr. (2017). Entretanto, suas práticas não devem ser atreladas ao empirismo, prescindindo de método, organização e processos, fazendo o valor do conhecimento científico se aproximar cada vez mais de suas práticas cotidianas. Portanto, não há como falar do fazer do designer sem falar dos processos que caracterizam suas práticas criativas que o habilitam enquanto agente social, envolvido em uma pluralidade de conceitos que o próprio termo Design evoca. De acordo com Nicolau e Nicolau (2013, p. 12), “[...] as áreas e sinuosidades do design devem ser

avaliadas em conjunto, de forma integrada e orgânica”, dessa forma, indo para além de discurso e áreas de atuação específicos. Nesta mesma direção, Wanderley et al. argumentam que:

Na atualidade, com uma sociedade imersa em problemas de ordem global e complexa, entre eles, da resistência da pobreza e dos agravamentos da exaustão e degradação do meio-ambiente, assim como de questões de produção, consumo, descarte, educação, acesso a bens de consumo, acesso à informação, economia, comunicação, materialidade, bem-estar, cultura, identidade, democracia, cidadania, etc., parece-nos mais do que justificável uma maior preocupação com uma visão ampla e sistêmica sobre as práticas do design. De uma forma direta ou indireta, o Design, como processo ou resultado de uma configuração, tem algum grau de relação com esses problemas respectivamente complexos em si e, que ainda, podem ser compreendidos nas relações entre eles, em que o todo se torna maior que a mera soma de partes (WANDERLEY et al, 2017, p.11).

O Design é área essencialmente transdisciplinar e, como tal, reflete essa visão de mundo nos procedimentos que o municiam tecnicamente, associando conhecimentos, fazeres e especializações de várias áreas. Como disciplina perpassa os diversos processos sociais. Sua transdisciplinaridade possibilita as mais diversas interações com os variados campos do conhecimento, deles se aproveitando e com eles contribuindo ao mesmo tempo.

Na contemporaneidade o design tem configuração diversa, com inúmeras possibilidades de relações e associações. É uma grande rede, um tecido entrelaçado e articulado, repleto de significações resultantes do entrelaçamento e articulação de signos que geram linguagens diferenciadas. Essa grande rede flexível atua na esfera da informação, comunicação e conhecimento, tem como foco central o homem, as dinâmicas e produções culturais que o envolvem (MOURA, 2011, p. 89).

Dentro dessa visão globalizante do processo do design na contemporaneidade, pensamos em sua interface com a educação. A constante evolução dos dispositivos tecnológicos e midiáticos revolucionou, não apenas as formas de comunicação, mas também os processos de aprendizagem. Hoje qualquer criança pode navegar na internet e pesquisar o que desejar. No entanto, os padrões do ensino tradicional ainda não foram capazes de estabelecer diretrizes que façam frente à sedução das novas mídias. Como afirma Gadotti:

O aluno quer saber, mas não quer aprender, não quer aprender o que lhe é ensinado e nem como é ensinado. [...] a escola ensina num paradigma e o aluno aprende num outro. O que fazer diante do paradoxo: o aluno quer saber, mas não quer aprender? A escola precisa estar atenta às mudanças profundas que o contexto midiático contemporâneo está provocando na cabeça de crianças e jovens. (GADOTTI, 2011, p. 64-65).

Nesse sentido, entendemos que a contribuição do Design nos processos de ensino e aprendizagem pode ser um diferencial, pois em suas especificidades ele dialoga com a sociedade, vai refletir seus comportamentos e será objeto de sua própria transformação. Pensamos aqui no processo de pensamento do Design enquanto disciplina e não nos produtos propriamente ditos, ou nas interfaces tecnológicas que ele estabelece. Pensar Design significa aqui, como aponta Nigel Cross, pensá-lo em termos das potencialidades do design na educação que são:

- a. desenvolver as habilidades inatas para solucionar problemas do mundo real;
- b. estimular a cognição concreta/icônica;
- c. oferecer oportunidades para aprimoramento de uma gama de habilidades em pensamento e comunicação não-verbal. (CROSS, 2004, p. 20).

Essas potencialidades que se revelam nas especificidades do processo de pensamento do Design, vão ao encontro das premissas da dupla ruptura epistemológica apresentada por Boaventura Santos (2003), que se caracteriza pela tensão entre a linguagem técnica e a linguagem metafórica na ciência:

A linguagem técnica desempenha um papel importante na primeira ruptura (que separa a ciência do senso comum), enquanto a linguagem metafórica é imprescindível para a segunda ruptura (que supera tanto a ciência como o senso comum num conhecimento prático esclarecido) (SANTOS, 2003, p.116-117).

Sendo assim, a utilização dos recursos do Design pode promover a construção de caminhos para uma compreensão do conhecimento através de linguagens metafóricas que lhe são próprias, como em seu emprego nas formas de ensino de outras áreas do conhecimento. Um dos principais fatores apontados pelos estudiosos, em relação ao ensino da astronomia, diz respeito ao desconhecimento e à confusão entre as informações que são apreendidas. Langhi (2004) faz um estudo sobre as ideias do senso comum no estudo da Astronomia. Ele destaca a visão de Bisch (1998), que apresenta três traços sobre a natureza das concepções em Astronomia, tanto em estudantes como em professores: o realismo ingênuo, conhecimento conceitual feito de chavões reinterpretados de acordo com o senso comum, e uma representação qualitativa/topológica do espaço. Langhi discute que:

Nos resultados do estudo realizado com uma amostra de dezessete professores de Ciências entre 5º e 8º séries da rede pública de ensino de São Paulo, Leite (2002) mostra que a maioria deles concebe a Terra como um objeto plano, bem como o Sol, a Lua e as estrelas. Outros entendem uma Terra esférica, porém com um achatamento exagerado nos pólos. Quanto aos fenômenos

astronômicos, tais como dia e noite, estações do ano, eclipses e fases da Lua, observou-se excessiva dificuldade na articulação das respostas. Por exemplo, desde uma Lua que não gira até uma Lua com movimento de rotação tal que mostraria todas as suas faces. Ou ainda, suas fases como sendo o resultado da sombra da Terra sobre a Lua. As estações do ano foram confirmadas como sendo provocadas pelo afastamento e aproximação da Terra em relação ao Sol. Muitos indicaram estrelas e Sol como sendo coisas diferentes, enquanto outros nunca ouviram falar sobre buracos negros, até mesmo confundindo-os com o buraco na camada de ozônio (LANGHI, 2004, p. 4).

O autor encerra seu artigo refletindo sobre a necessidade de se estabelecerem formas eficazes de se apresentar a astronomia, tanto aos docentes, quanto aos discentes promovendo um conhecimento que fuja das armadilhas dos saberes do senso comum.

O Processo de Construção dos Artefatos

O primeiro passo do projeto foi a construção dos personagens. Dessa forma, tendo como diretriz o sistema solar, a ideia foi criar personagens que incorporassem características humanas e, ao mesmo tempo, apresentassem as particularidades dos astros retratados, de forma a fixar de maneira lúdica suas características.

Projetar objetos que representassem princípios do conhecimento científico sobre astronomia para crianças tão pequenas foi um grande desafio. Converter os corpos celestes em personagens foi uma escolha feita em busca de uma aproximação entre o universo com que as crianças já tivessem familiaridade, em especial por meio dos desenhos animados, para atrair a atenção, despertar o interesse e a curiosidade dos pequenos, convidando-os a uma exploração pelo sistema solar. Todas as características de personalidade, cores, expressões e trejeitos desses personagens reúnem e sintetizam, de maneira simbólica e simplificada,

características dos corpos celestes que representam, o que ajuda na construção do conhecimento de maneira divertida e descontraída.

O uso da técnica do *papercraft*¹⁰ se junta a esse conjunto de elementos com dois objetivos centrais. O primeiro é permitir o acesso aos brinquedos por meio virtual para aqueles que não tiverem a oportunidade de receber o kit com os impressos, aumentando consideravelmente o alcance do projeto. Já o segundo é convidar as crianças a recortar e montar os *paper toys*, o que as leva a ter a experiência de construir os brinquedos, possibilitando uma relação mais íntima no brincar. Com o objetivo de converter em linguagem visual e objetal alguns dos princípios e conceitos da astronomia para o universo infanto-juvenil, foram desenvolvidos 10 personagens que representam os principais corpos celestes que compõem nosso sistema solar, como mostrado na imagem abaixo.

Figura 1: personagens em *paper toys*



FONTE: Compilação dos autores, 2017.

A cada um desses personagens, foram incorporados aspectos humanos, como personalidade e sentimentos, representando características dos corpos celestes. Um exemplo é o personagem Sol *Super Star*, que se apresenta como uma celebridade, atraindo a atenção de todos, usando óculos escuros e exibindo um dente de ouro, acessórios comumente vistos em astros do Rap e o Hip Hop.

Os recursos estéticos utilizados têm ligação com o universo dos desenhos animados e revistinhas em quadrinhos japoneses, ou *animes* e

¹⁰ A técnica do *papercraft* é um sistema de construção de objetos tridimensionais por meio da junção de peças de papel recortadas. A junção dessas peças é feita por meio de cola.

mangas, expressos, por exemplo, por meio das proporções dos olhos dos personagens. Este é mais um recurso que visa aproximar as representações desenvolvidas ao universo popular infantil e juvenil contemporâneo.

Figura 02: Rapper 50 Cent e personagem Sol Super Star



FONTE: Compilação dos autores, 2017.

Os personagens foram, então, transformados em *paper toys*, brinquedos planificados produzidos em papel para montagem, com o propósito de aproximá-los das crianças, como mostrado na figura 03. Essa forma de corporificação foi eleita para promover um envolvimento maior por parte do público, e facilitar a produção e a replicação através de *downloads* dos arquivos em plataforma online.

Figura 03: *Paper toy* do personagem Sol Super Star



FONTE: Compilação dos autores, 2017.

O segundo momento do projeto caracterizou-se pela criação de uma história em quadrinhos que apresentasse os personagens desenvolvidos, proporcionando uma interação entre estes, explicando suas características de forma lúdica. Assim, criamos a história *O Maior Espetáculo do Universo*. O roteiro narra a ideia do Sol, que é o astro-rei, de convidar os planetas do seu sistema para um festival de música. Tendo um cometa como emissário, cada planeta é convidado, revelando suas características.

Figura 4: HQ O maior espetáculo do universo



FONTE: Compilação dos autores, 2017.

A terceira etapa se desenvolveu paralelamente à segunda. A partir do desenvolvimento dos personagens da história em quadrinhos, fomos criando as músicas que revelassem a personalidade dos planetas, com letras que apresentassem suas características. O Sol cantava um rap, a Terra bossa nova, Vênus um rock, a Lua um jazz. Contamos com a contribuição de diversas pessoas que se dispuseram a gravar as músicas. Isso feito, veio a etapa da animação, um processo complexo, aqui explicado por nosso colega Júlio Alessi:

“A partir de um roteiro desenvolvido pela Rita, Délcio e Anderson, iniciei o processo de pesquisa de referências de animações para criação do mesmo

gênero e também de assuntos diversos, para ter uma ideia do tipo de produtos que as crianças tinham acesso. Após análise das produções pesquisadas, técnicas e músicas, pude definir um conceito básico para a animação que foi produzida em técnica mista (*stop motion*, animação 2D e 3D digital). Essa técnica foi escolhida devido à dificuldade em demonstrar o movimento de rotação dos planetas e efeitos de brilho como no Sol, asteroides e nos anéis de Saturno e Urano. Esses astros foram modelados em 3D digital, nos demais personagens, optamos em produzir em uma impressora 3D com a pintura executada pelo Délcio. Os cenários também foram pinturas em aquarela do espaço, os mesmos foram fotografados e aplicados como fundo das animações. As músicas foram compostas por mim e pelo músico André Borges em parceria. A partir das letras criadas pela Rita, iniciamos um processo de pesquisa de cada estilo musical, instrumentação e arranjos. Criamos as canções e convidamos diversos cantores para interpretar cada um dos planetas, o Sol e a Lua, nos quais, a voz se identificava com o personagem e o estilo musical. Fiz todo o trabalho de produção musical, gravação, edição e mixagem das faixas que foram aplicadas na animação final. Após a criação da animação, fiz a edição e finalização do filme para ser exibido nas escolas e também na internet.” (Júlio Alessi, 2019).

Desde a composição das letras até a escolha da instrumentação e arranjos, tudo foi pensado para que despertasse interesse e afetividade das crianças com o projeto. Assim, o mesmo ganhou forma a partir de várias ferramentas e processos de Design, que estrategicamente intencionam dialogar diretamente com o usuário. A escolha das técnicas de colorização dos objetos e cenários, por exemplo, instigam visualmente o público infantil por tais características estéticas.

Figura 5: Processo de filmagem e de gravação das músicas

FONTE: Compilação dos autores, 2017.

Após o desenvolvimento de todo o aparato de Design proposto no projeto, iniciou-se a divulgação do mesmo, no sentido de se perceber a receptividade do público, com vias a possíveis ajustes e desdobramentos. Vale atentar que um dos objetivos do projeto “Animando o Ano da Luz” não se limita somente aos processos de ensino e aprendizagem da Astronomia, mas igualmente se caracteriza como a proposição de estratégias de divulgação científica. Dessa forma, eventos ligados às ciências, educação e cultura foram selecionados para que o projeto fosse apresentado, oportunidades em que se poderia expor tais estratégias para um público ainda maior. A proposta, portanto, se alinha ao que Morin (2016) alerta quanto à necessidade da reforma do pensamento, exigindo novas atitudes em frente ao conhecimento. Fiel ao seu caráter transdisciplinar, o Design deve sempre ter no horizonte o usuário de seus produtos e estratégias.

Resultados

Nossa primeira experiência foi na Feira INOVAMINAS. O evento promovido pela FAPEMIG, que ocorreu nos dias 15, 16 e 17 de setembro de 2017 na Praça da Liberdade, foi sede para apresentarmos a pesquisa para a comunidade e observar a interação com os demais, principalmente com

o público infantil. Em nosso estande deixamos à vista os personagens *paper toys* do Sistema Solar montados, o que bastou para chamar não só a atenção do público infantil, mas também tivemos a atenção demais faixas etárias, jovens e adultos. As crianças interagiram de forma positiva, sendo instigadas a tentar acertar qual personagem era, por exemplo, o planeta mercúrio, identificando suas características de cor e forma, textura visual da superfície do planeta, etc.

Muitos adultos que compareceram ao local atuavam como professores de escolas da rede pública e particular, e conseguiram visualizar o uso da pesquisa para dar aula de maneira mais lúdica, tendo como foco o aprendizado de Ciências de forma mais leve e eficaz. Foi relatada também por estes a dificuldade dos alunos em relação ao aprendizado sobre as demais ciências, e que o desafio é justamente tornar o assunto interessante e instigador. Muitos apresentaram interesse em expandir parcerias com nosso grupo de pesquisa e inovar na maneira de lecionar.

A partir da feira tivemos diversos convites para promover oficinas em escolas da rede pública e privada. Optamos por aguardar a finalização de todos os materiais para que a experiência com as crianças fosse completa, de forma que pudéssemos avaliar a eficácia dos materiais produzidos. No início de 2019 tivemos a aprovação do projeto para a confecção de mais *paper toys* para distribuição nas escolas, pela SBPC.

Figura 6: oficinas de apresentação do projeto



FONTE: Compilação dos autores, 2017.

Durante as oficinas observamos como a montagem dos *papers toys* possibilitou a interação entre as crianças e adolescentes, estimulou a curiosidade e despertou o interesse pelo tema astronomia. As canções desenvolvidas, por serem fáceis de assimilar, e tendo as letras impressas na história em quadrinhos, são acompanhadas pelas crianças e rapidamente gravadas. Pudemos observar, portanto, como os adultos se interessam pelo material, o que proporciona também uma aproximação entre pais e filhos na montagem dos materiais.

Considerações Finais

As interações entre o Design e as outras áreas do conhecimento podem surtir efeitos que, infelizmente, são pouco conhecidos e explorados, principalmente quanto à sua interação com os processos de ensino-aprendizagem, que acabam se reduzindo ao âmbito do Design Instrucional. Por sua natureza híbrida, o Design transita com facilidade desde os aspectos práticos até o lado lúdico dos produtos, e a ludicidade é uma necessidade quando se trata de ensino para crianças.

Despertar a curiosidade científica é tarefa difícil, se usados os métodos tradicionais de ensino, principalmente hoje, quando temos as mídias digitais que promovem uma revolução na percepção das crianças desde a mais tenra idade. No entanto, essas mesmas mídias acabam por

fazer das crianças mais consumidores passivos de experiências, do que sujeitos ativos no processo de (re)interpretação de conceitos advindos dessas experiências.

A proposta implícita em nosso projeto é resgatar o contato das crianças com o brincar, manuseando materiais, exercitando a coordenação motora ao recortar e montar os *paper toys* e promover a interação com os pais na sua montagem e na criação das histórias que envolvem os personagens, exercitando a criatividade e, ao mesmo tempo, potencializando o interesse em temas relacionados às Ciências, em particular a Astronomia. Muitos de nós tivemos a oportunidade de ouvir histórias sobre os planetas quando crianças. Essas histórias fazem parte hoje de nosso conhecimento e interesse científico.

Ao aliarmos o Design à divulgação científica, consideramos criar ferramentas poderosas de transformação social. O ensino, principalmente nos países do Terceiro Mundo, sofre com falta de verbas, falta de qualificação dos docentes e de incentivo. Quando temos a oportunidade de promover a criação de produtos que são acessíveis e podem ser utilizados por qualquer docente sem custo, estamos acreditando num futuro melhor para essas crianças. Que pode estar além das estrelas.

Referências

BISCH, Sérgio Mascarello. **Astronomia no ensino fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores**. São Paulo/SP, Universidade de São Paulo, USP, 1998. 301p. Tese de Doutorado.

COSTA JR., **O design com estratégia de divulgação científica: o caso da FAPEMIG**. In FAGUNDES, Vanessa; SILVA Jr., Maurício Guilherme. *Divulgação Científica: novos horizontes – reflexões e experiências jornalístico-acadêmicas desenvolvidas no projeto Minas Faz Ciência*. Belo Horizonte: Mazza. 2017, 180p.

CROSS, Nigel. **Desenhante: pensador do desenho**. Santa Maria: sCHDs Editora, 2004.

GADOTTI, Moacir. **Boniteza de um sonho: ensinar e aprender com sentido**. São Paulo: Ed,L, 2011.

KOSMINSKY, Doris. 2015. **Visualização de informação para divulgação científica: uma metodologia**. In: C. G. Spinillo; L. M. Fadel; V. T. Souto; T. B. P. Silva & R. J. Camara (Eds). Anais [Oral] do 7º Congresso Internacional de Design da Informação/Proceedings [Oral] of the 7th Information Design International Conference | CIDI 2015 [Blucher Design Proceedings, num.2, vol.2]. São Paulo: Blucher, 2015. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/designpro-CIDI2015-cidi_62

LANGHI, Rodolfo. **Ideias de Senso Comum em Astronomia**. IN: 7º Encontro Nacional de Astronomia (ENAST). 2004.

LIMA, Edna C.; MARTINS, Bianca. **Design social, o herói de mil faces, como condição para atuação contemporânea**. In BRAGA, Marcos da Costa. O Papel Social do Design Gráfico. 1. ed. São Paulo: SENAC-SP, 2011. v. 1. 192p.

MCCRACKEN, Grant. **Cultura e Consumo: uma Explicação Teórica da Estrutura e do Movimento do Significado Cultural dos Bens de Consumo**. São Paulo: RAE-Revista de Administração de Empresas, vol. 47, n. 1, jan-mar 2007

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005. 344 p.

_____. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução de Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2006. 120 p.

MORIN, Edgar. DÍAZ, Carlos Jesus Delgado. **Reinventar a educação: abrir caminhos para a metamorfose da humanidade**. São Paulo: Palas Athena, 2016.

MOURA, Mônica. **Ensino e design no contemporâneo: dúvidas, desafios, expressões e discursos**. In: Ensaios em Design: ensino e produção de conhecimento. Bauru, Canal 6, 2011. P.82-113.

RANCIÈRE, Jacques. **A partilha do Sensível: estética e política.** São Paulo: EXO experimental org.: Ed. 34, 2005. 72

NICOLAU, Renata R. A. NICOLAU, Vitor F. **Design, teoria e prática.** In Renata R. A. NICOLAU, Renata R. A. Zoom: design, teoria e prática. João Pessoa: Ideia, 2013. 201p.

RIBEIRO, Rita A. C.; VALETIM, Camilo. **Design & arte: entre os limites e as interseções.** 1. ed. - Contagem, MG: Ed. do Autor, 2014. 136p.

SANTOS, Boaventura de Souza. **Introdução a uma ciência pós-moderna.** Rio de Janeiro: Graal, 2003.

WANDERLEY, Marcela L'Amour; ANDRADE, Pollyanna; QUEIROZ, Rafaela; GUEDES, William. **Bases Comuns do Design: uma discussão sobre o impacto e papel social do design.** In ARRUDA, Amilton J. V. Design & Complexidade. São Paulo: Blucher, 2017.

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

*Érica Dinorá Portela¹
Leila Saddi Ortega²
Alexandre da Silva Ferry³
Ronaldo Luiz Nagem⁴*

Introdução

O processo de ensino e aprendizagem para o ensino de Ciências é amplamente estudado por meio de diferentes estratégias e recursos didáticos de forma a tornar a aula mais dinâmica, atrativa e interessante, o que proporciona aos estudantes ganhos significativos no processo de ensino e aprendizagem (ANESE NICOLA; PANIZ, 2017). Segundo Hoffmann e Scheid (2007), metáforas e analogias são estratégias didáticas interessantes e amplamente empregadas no ensino, de maneira geral e, mais especificamente, no ensino de Biologia. Em especial, o uso de analogias apresenta um potencial pedagógico de relevância a ser considerado, estabelecendo uma contribuição para tais desafios relacionados ao processo educativo. Os autores indicam que estes facilitadores da aprendizagem aproximam o leitor (estudante) do conhecimento científico, utilizando-se de comparações a elementos comuns ao seu cotidiano.

¹ Mestra em Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG)

² Doutora em Ciências Biológicas e Docente no Departamento de Ciências Biológicas do CEFET/MG

³ Doutor em Educação e Docente no Departamento de Educação do CEFET/MG.

⁴ Doutor em Biologia UFMG e professor titular do Departamento de Educação do CEFET-MG.

As analogias são figuras de linguagem utilizadas no processo cognitivo e auxiliam na construção do conhecimento científico. Uma analogia, segundo Glynn et. al. (1994), é uma comparação entre dois domínios heterogêneos: um domínio familiar que nominamos analogia ou conceito análogo e, um domínio não familiar nominado alvo ou conceito alvo.

Cada vez mais, professores recorrem a relações analógicas para explicar processos, fenômenos e conceitos novos comparando-os a outros elementos já conhecidos pelos estudantes. De acordo com Duarte (2005) o uso de analogias não pressupõe uma igualdade entre os domínios comparados, mas estabelece uma relação correspondente entre algo desconhecido a partir de algo conhecido. Estudos evidenciam que o uso de linguagem analógica e metafórica é menos rígida e impessoal, e que o emprego dessas figuras de linguagens facilita o processo de ensino e aprendizagem (MORTIMER, 2000; FERRAZ; TERRAZZAN, 2001).

Contudo, o uso espontâneo de analogias para o ensino de conceitos científicos em Ciências apresenta aspectos importantes a serem considerados, como a compreensão de conceitos equivocados pelos estudantes e diferenças no entendimento entre o que se transmite e o que é aprendido pelo estudante (NAGEM et. al., 2003). Segundo Almeida e Lorencini Júnior (2018), se a conceituação e definição do recurso analógico não estiverem claras para o professor, corre-se o risco de o senso comum se sobrepor ao conhecimento científico. Desta forma, há a necessidade de sua sistematização e planejamento prévio à aula.

De acordo com Trivelato (2005), a respeito da temática “Corpo Humano”, percebe-se uma dificuldade no seu entendimento por parte dos estudantes, sobretudo quando esse conteúdo é ensinado de forma fragmentada, por meio da apresentação de cada sistema fisiológico separadamente. Tal forma de apresentação do conteúdo pode confundir

os estudantes em relação ao papel sistêmico e integrado das funções fisiológicas, já que o corpo humano funciona como um único e complexo sistema de ações interligadas e não fracionadas.

Neste trabalho, na busca por uma estratégia didática interessante para o ensino do corpo humano, propusemos avaliar se a comparação entre o domínio base “Orquestra musical” e o domínio alvo “Corpo humano” apresenta correspondências relacionais que a caracterize por uma analogia com potencial pedagógico para o ensino de ciências, na percepção de professores de Ciências e de Biologia. Assim, este trabalho apresenta as seguintes questões norteadoras: (i) a comparação entre o funcionamento e a organização de uma orquestra musical e o funcionamento e a organização do corpo humano pode ser considerada uma comparação analógica, segundo o referencial teórico de Gentner (1983); (ii) como professores de Ciências e de Biologia percebem essa comparação, considerando-se a avaliação de seu potencial didático para o ensino de biologia?

Referencial Teórico

O referencial teórico utilizado nesta pesquisa é um estudo que aborda a sistematização e estruturação de comparações, sobretudo as analógicas, identificando seu potencial didático para uso como prática de ensino. Este estudo é a Teoria do Mapeamento Estrutural, apresentada por Gentner (1983), que alinha e caracteriza as correspondências similares existentes entre o domínio base ou familiar (análogo) e o domínio pouco conhecido (alvo) (GENTNER, 1983; GENTNER; MARKMAN, 1997; FERRY, 2016). Gentner (1983) distingue ainda as analogias de outros dois tipos de comparações chamadas similaridades de mera aparência e similaridades literais.

O método de análise do mapeamento estrutural consiste em alinhar correspondências, entre os dois domínios, de elementos (objetos) e/ou atributos (características dos elementos), e verificar ainda se existem relações estabelecidas entre elementos, entre atributos ou entre os dois. Gentner e Markman (1997) afirmam que para que uma comparação possa ser considerada uma analogia, a análise do alinhamento estrutural das correspondências deveria prever três características importantes, como a *consistência estrutural*, que representa a necessidade de que cada elemento, atributo ou relação do DB tenha correspondência com um elemento, atributo ou relação do DA e uma conectividade em paralelo entre os constituintes de cada domínio; o *foco relacional* ou existência de relações de primeira ordem, que são correspondências entre dois ou mais elementos e/ou entre suas características (atributos) ou entre elementos e atributos; e a *sistematicidade*, que determina sistemas de relações de ordem superior ou relações de relações. De acordo com essa teoria, nas similaridades de mera aparência, há correspondências apenas entre atributos dos objetos que pertencem a cada domínio (tais como a forma, a cor, o tamanho). Nas similaridades literais, bastam que os elementos e as características destes tenham correspondências, em ambos os domínios. Ao contrário das analogias, cujas semelhanças devem ocorrer nas relações entre estes. E no caso das analogias, as correspondências são estabelecidas, exclusiva ou predominantemente, entre relações de 1ª ordem ou entre relações de ordens superiores (relações de relações) (MOZZER; JUSTI, 2013; FERRY, 2016).

O Mapeamento Estrutural apresentado por Ferry (2016) e posteriormente por Ferry e Paula (2017), com base na Teoria de Gentner, apresenta um padrão de representação das correspondências estruturais similares, como pode ser observado no Quadro 1. Os símbolos gráficos DB e DA representam os domínios base e alvo, respectivamente. As

correspondências estruturais similares podem incidir sobre elementos, atributos dos elementos ou relações estabelecidas em cada domínio. Qualquer correspondência com ênfase negativa, isto é, que privilegie uma diferença entre os domínios, será representado por uma seta bidirecional marcada com um “X”, denotando uma correspondência “contra comparativa” ou “contra analógica” (FERRY; NAGEM, 2008).

Quadro 1: Símbolos utilizados no mapeamento de correspondências estruturais similares envolvidas numa comparação

DOMÍNIO BASE	CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Elemento análogo	$\longleftrightarrow E_n$	Elemento alvo
Um dos elementos que compõem o DB	<i>Correspondências entre elementos (E)</i>	Um dos elementos que compõem o DA
Atributo do elemento análogo	$\longleftrightarrow A_n$	Atributo do elemento alvo
Predicados de um elemento do DB baseados em uma única característica	<i>Correspondências entre atributos (A)</i>	Predicados de um elemento do DA baseados em uma única característica
Relações de 1ª ordem	$\longleftrightarrow r_n$	Relações de 1ª ordem
Relações entre dois ou mais elementos do DB ou entre suas características ou atributos	<i>Correspondências entre relações de menor complexidade (r)</i>	Relações entre dois ou mais elementos do DA ou entre suas características ou atributos
Relações de segunda ordem ou de ordem superior	$\longleftrightarrow R_n$	Relações de segunda ordem ou de ordem superior
Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DB	<i>Correspondências entre relações de maior complexidade (R)</i>	Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DA
Atributo ou relação do DB	$\longleftrightarrow \times$	Atributo ou relação do DA
Característica ou relação presente no DB que não se aplica ou que não pode ser transferida para o alvo	<i>Limitação da comparação; diferença alinhável</i>	Característica ou relação presente no DA que é diferente da base

FONTE: Ferry, 2016, p. 79.

Metodologia

Esse trabalho foi baseado por um estudo empírico, de caráter qualitativo, incluindo aspectos de uma pesquisa exploratória. Iniciou-se por uma análise preliminar das correspondências entre os domínios em questão - Orquestra Musical e Corpo Humano, por meio do primeiro mapeamento estrutural (PORTELA et. al. 2015). Posteriormente, os procedimentos metodológicos incluíram quatro fases: (a) Seleção de participantes da pesquisa; (b) Elaboração, validação e aplicação dos

questionários; (c) Desenvolvimento do Grupo Focal e (d) Elaboração do segundo mapeamento estrutural, contendo os dados desta pesquisa, ou seja, as percepções dos participantes de pesquisa. A seleção dos participantes da pesquisa incluiu 32 pessoas sendo 31 professores (representados por P) e um músico profissional (representado por M). Destes, oito participantes contribuíram no processo de validação dos questionários e 24 responderam a estes. E para participação nas no Grupo Focal, somente 7 dos 24 puderam contribuir. Sobre o perfil dos participantes, os professores são todos graduados em Ciências Biológicas, atuam na rede Pública e/ou Privada lecionando Ciências e Biologia, em diversas esferas, e têm, no mínimo, um ano de experiência como docente. E, sobre o participante Músico, trata-se de um profissional integrante da Orquestra Sinfônica do Estado de Minas Gerais. Os docentes e o músico foram convidados a participar de forma voluntária, e a todos foi esclarecido o objetivo da pesquisa, riscos e benefícios, por meio do processo de Consentimento Livre e Esclarecido e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido -TCLE- (BRASIL, Resolução CNS Nº 510/2016).

Para a elaboração, validação e aplicação dos questionários, oito participantes contribuíram no processo de elaboração e validação das questões do questionário. Primeiramente pedimos a cinco participantes para elaborarem um quadro comparativo de correspondências entre o DA “Organização e funcionamento de um corpo humano” e DB “Organização e funcionamento de uma orquestra musical”, segundo a Metodologia de Ensino com Analogia – MECA (NAGEM et. al., 2001), com o propósito de verificar os possíveis elementos, atributos e relações entre os domínios e subsidiar as correspondências já previstas no primeiro mapeamento estrutural desta comparação (PORTELA et. al. 2015).

A partir desses resultados, as correspondências foram utilizadas para a elaboração das questões do questionário semiestruturado. Conforme Gil (2002), a elaboração de um questionário consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em questões bem redigidas e relacionadas ao problema proposto. Assim, o questionário foi construído numa estrutura de correlação de similaridades entre os domínios, iniciando com as questões mais simples e finalizando com as mais complexas. Após a elaboração das questões, o questionário foi validado por três participantes (um músico e dois professores de Biologia), para verificar a clareza das questões e a compreensão do significado dos termos apresentados nesse instrumento de pesquisa.

O questionário, após validação, foi composto por onze questões objetivas, todas em escala Likert e contendo espaço para escrita de comentários. Os enunciados das onze questões estão apresentados a seguir, em resultados. Para Nogueira (2002), a escala Likert tende a minimizar o número de equívocos em relação às respostas, bem como consolidar as percepções em categorias que possam ser quantitativamente mensuráveis. A escala foi categorizada em quatro níveis: (1) discorda totalmente, (2) discorda parcialmente, (3) concorda parcialmente e (4) concorda totalmente. Todos os participantes foram orientados a marcar a melhor opção de escala, e, além disso, a opinar e expressar seus comentários, sejam positivos ou negativos, com o objetivo de expressar sobre suas ideias e percepções em relação a essa comparação.

Os questionários foram respondidos por 24 professores, por via eletrônica, visando à praticidade de recebimento das questões e envio das respostas, e considerando os aspectos éticos de contato prévio para apresentação do TCLE. O material respondido foi retornado à pesquisadora, num prazo médio de 20 dias.

Grupo focal foi uma metodologia utilizada neste trabalho com o objetivo de aprofundar as ideias apresentadas pelos participantes nos questionários, sobretudo em relação às percepções divergentes. Esse tipo de metodologia possibilita uma discussão em grupo com o objetivo de se conhecer as opiniões em comum e as divergentes ou esclarecer melhor os apontamentos e ideias indicadas nas respostas do questionário (FLICK, 2004). Foram convidados 13 professores para participarem do grupo focal, contudo somente 07 puderam participar da discussão. O critério de escolha destes professores deu-se, principalmente, devido ao conteúdo dos comentários dissertados nas questões do questionário, sobretudo aquelas questões de menor grau de concordância, para que pudessem ser avaliadas com profundidade nas discussões em grupo. Consideramos de valor indispensável à seleção desse grupo, os colaboradores cujas respostas indicaram os números 1, 2 ou 3 da escala Likert.

Durante todo o processo, a discussão coletiva foi gravada através de áudio e vídeo, com autorização prévia dos participantes. Nessa discussão, foram apresentadas seis perguntas de caráter mais complexo em relação à temática, para nortear a discussão no grupo focal, que pudessem gerar reflexões e discussões mais aprofundadas da comparação. As questões norteadoras do grupo focal foram abordadas sobre: o conceito de analogia; a importância do conhecimento prévio do domínio base; a utilização dos termos “trabalho celular” e “trabalho vital”; o ensino do conteúdo “corpo humano” de forma fragmentada; a importância funcional de certos órgãos, caso sejam retirados do corpo humano e diferença entre os órgãos duplos e simples e se usariam essa comparação em sala de aula, com ou sem aprofundamento.

Após as etapas mencionadas acima, e com os dados das percepções dos participantes sobre as correspondências entre os domínios em questão, elaboramos o segundo mapeamento estrutural da comparação

pesquisada, indicando as correspondências entre elementos, atributos e/ou as relações de 1ª ordem e de ordens superiores, com intuito de classificar o tipo de comparação presente, se analogia, mera aparência ou similaridade literal, segundo Gentner (1983) e Gentner e Markman (1997).

Resultados e Discussões

A análise dos dados dos questionários gerou três categorias de respostas designadas neste trabalho por categorias A, B e C. Na categoria A incluímos as questões cujas respostas foram marcadas pela escala Likert n^{os} três e quatro, respectivamente: “concorda parcialmente ou concorda totalmente”, as quais foram verificadas para as questões um, dois, três e onze. Na categoria B englobamos as questões cujas respostas foram indicadas pela escala n^{os} dois, três e quatro: “discorda parcialmente”, “concorda parcialmente” e “concorda totalmente” (questões 4, 5, 7 e 9). E, por fim, na categoria C, estão as questões que os participantes responderam ao indicar as escalas n^{os} um, dois, três, e quatro, respectivamente: “discorda totalmente”; “discorda parcialmente”, “concorda parcialmente” e “concorda totalmente” (questões seis, oito e dez). Os enunciados das onze questões serão apresentados ao longo dessa seção, associados, respectivamente, a cada uma das três categorias.

Na categoria A, agrupamos as respostas das questões 1, 2, 3 e 11, cujos enunciados estão descritos a seguir: Q1) O **maestro** coordena uma orquestra assim como o **cérebro** coordena o corpo humano. Q2). Há necessidade do **maestro** para que haja ordem e evolução (**Harmonia**) da orquestra, assim como há necessidade do **cérebro** para que haja regulação e equilíbrio (**Homeostasia**) no funcionamento do corpo humano. Q3) A orquestra é formada por **famílias de equipamentos**, assim como o corpo humano é formado por **sistemas funcionais**. Q11) A **organização** e o

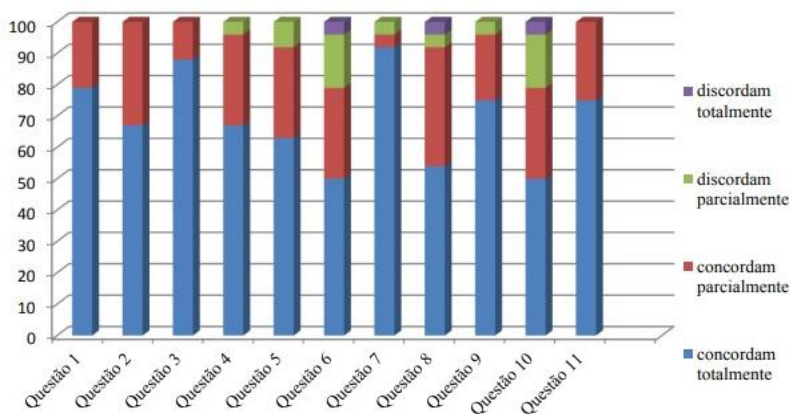
funcionamento de uma orquestra musical são comparáveis à **organização** e o **funcionamento** de um corpo humano.

Analisando os dados da Categoria A percebemos valores de concordância total (4) e concordância parcial (3) para 77% e 23%, respectivamente, dos vinte e quatro participantes. As questões 1 e 3 tiveram maior número de concordância total (Gráfico 1). Em especial, pudemos perceber alta concordância dos participantes em relação às correspondências apresentadas para os elementos: *mastro e cérebro; famílias de equipamentos e sistemas funcionais*. Os participantes reconhecem que o maestro coordena uma orquestra musical, sendo a pessoa responsável pelo controle e organização do conjunto de músicos e suas respectivas funções, assim como o cérebro coordena as funções vitais do corpo humano. Na correspondência entre os dois domínios - orquestra musical e corpo humano, os participantes perceberam que famílias de equipamentos são elementos análogos aos sistemas funcionais, no qual cada um destes grupos são subgrupos de uma unidade que apresentam funções distintas. Além disso, os docentes perceberam no maestro atribuições que levam à harmonia de todos os seus componentes e, de forma análoga, o cérebro que leva ao estado de equilíbrio (homeostasia) de todo o corpo humano. Desta forma, concordam que a organização e o funcionamento de uma orquestra musical são comparáveis à organização e o funcionamento de um corpo humano, e que tais correspondências seriam facilmente explicadas por eles e, conseqüentemente, tende a ser melhor compreendidas pelos estudantes.

Estas afirmativas, por si só, já indicam uma alta correspondência entre os análogos, haja vista o senso comum entre os elementos e suas respectivas funções, como o determinado para o maestro e sua função na orquestra musical e o cérebro no corpo humano. O senso comum contribui para que a ciência progrida a partir de dificuldades que emergem de

situações problemas, que exigem da comunidade científica a necessidade de pesquisar, aprofundar interpretações e propor soluções e/ou indicar caminhos, segundo Rios et. al. (2007), com o que corroboramos. Somado a isso, Contenças (1999) afirma que as analogias são parte de sua constituição histórica e de seu significado, e é possível admitirmos que o desenvolvimento, a criação de analogias para a construção de um novo saber não acontece desvinculada de contextos sociais mais amplos. Em certos casos, seria possível até mesmo afirmar que muitas das analogias são extraídas, decalcadas de determinados contextos (obrigatoriamente) sociais, contextos esses, em que se dá a gênese do conhecimento (RODRIGUES, 2007).

Gráfico 1 - Padrão de resposta dos professores à comparação entre “Corpo Humano” e “Orquestra Musical” (em percentual), visando seu potencial pedagógico



Legenda: Categorias e respectivas questões: A (questões 1, 2, 3 e 11), B (4, 5, 7 e 9) e C (6, 8, 10).

FONTE: Os autores, 2020.

Na categoria B, agrupamos as respostas às questões 4, 5, 7 e 9, que foram representadas em três números da escala Likert (n^{os} 2, 3 e 4). Os enunciados das questões 4, 5, 7 e 9 estão descritos a seguir: Q4). As **famílias de instrumentos** são compostas por instrumentos agregados por semelhanças funcionais, assim como os **sistemas funcionais** são

compostos por órgãos agregados por semelhanças funcionais. Q5) Instrumentos geram sons pela atuação dos **músicos** específicos, assim como órgãos geram trabalho vital pela atuação das **células** específicas. Q7) O Maestro gera comando da orquestra por **gestos**, na apresentação sinfônica, assim como o Cérebro gera comando do corpo humano por **impulsos elétrico-hormonais**. Q9) A execução de algumas músicas por uma orquestra alterna momentos de **tranquilidade e tormenta**, assim como a execução de alguns metabolismos (trabalhos vitais) por um corpo humano alterna momentos de **lentidão e aceleração**.

Nas questões incluídas na Categoria B, foram feitas correspondências entre subgrupos de um todo. Os subgrupos que ocorrem na orquestra musical e no corpo humano são, respectivamente, famílias de instrumentos (agregadas por sons específicos) e sistemas fisiológicos funcionais (agregados por órgãos). A presença de um agente executor foi outra correspondência evidenciada na análise da categoria B: músicos e células seriam os agentes executores de instrumentos e de funções dos órgãos, respectivamente numa orquestra musical e no corpo humano. Verificamos valores de 5%, 21% e 74% para as escalas referentes a discordância parcial (2), concordância parcial (3) e concordância total (4), respectivamente. Ainda sobre os dados da Categoria B, as perguntas que obtiveram maior número de respostas de concordância total foram as questões 7 e 9 (Gráfico 1). Nestes casos, os professores perceberam correspondências entre as formas de exercer o controle na orquestra musical, por gestos de um maestro e no corpo humano, por impulsos elétrico-hormonais. Compreenderam e correlacionaram, ainda, a presença de variações, tanto no ritmo musical (orquestra musical) quanto no ritmo metabólico (corpo humano).

Na terceira e última categoria (Categoria C), agrupamos as questões: 6, 8 e 10, as quais encontramos respostas indicadas pelos 4 números da

escala Likert. Seguem os enunciados das questões: Q6) O **treinamento** auxilia os **músicos** a gerarem **som de qualidade**, assim como a **nutrição** auxilia as **células** a gerarem **trabalho vital de qualidade**. Q8) A retirada de uma **família de instrumentos**, na apresentação sinfônica, altera a performance da orquestra, assim como a retirada de um **sistema funcional** impede o funcionamento do corpo humano. Q10) A **ausência de um instrumento** ou sua desafinação poderá causar uma **má performance** na orquestra, sendo, às vezes, um “incidente de recursos” rapidamente corrigido, assim como a **ausência de um órgão** ou sua deficiência funcional poderá causar **mau desempenho do corpo humano**, sendo, às vezes, um “mal-estar” rapidamente corrigido.

No perfil geral das respostas às questões da Categoria C detectamos os valores de 4%, 13%, 32% e 51% para as escalas referentes a discordância total (1), discordância parcial (2), concordância parcial (3) e concordância total (4), respectivamente. Essa categoria (C), a questão 8 revelou o maior número de respostas para escala de concordância parcial e total, escalas 3 e 4, respectivamente. Já as questões 6 e 10 indicaram respostas semelhantes entre si, em relação às 4 escalas avaliadas (Gráfico 1). De fato, as correlações estabelecidas nas questões agrupadas na Categoria C apresentam enunciados bem mais complexos, que aqueles das questões agrupadas nas Categorias A e B, avaliando dois ou mais elementos simultaneamente numa mesma afirmativa. Por exemplo, na questão 6, foram estabelecidas três correlações de causa e efeito entre si e correspondentes tanto para uma orquestra musical (treinamento, músicos e som de qualidade) quanto para o corpo humano (nutrição, células e trabalho vital de qualidade).

Considerando as 11 questões aplicadas no questionário, aquelas que obtiveram maior percentual de respostas da escala 4 (concordância total) foram as questões 7 (categoria B) e 3 (categoria A), representando valores

de 92% e 86% dos respondentes, respectivamente (Gráfico 1). Possivelmente essa concordância se deu pelo fato de que os docentes, baseados em seus próprios conhecimentos de senso comum de conteúdos e/ou conhecimentos prévios reconhecem correspondências, de forma enriquecida, tanto em nível de comando nos dois domínios, quanto às estruturas que os subdividem em famílias de equipamentos (orquestra) e em sistemas funcionais (corpo humano).

Mozzer e Justi (2013) discutem que professores e alunos se baseiam em seus conhecimentos de conteúdo para estruturarem analogias, por meio de um raciocínio analógico natural, e às vezes estas comparações ocorrem até de forma espontânea. Contudo, percebemos que, mesmo que uma analogia seja lógica na base de sua associação, é essencial a interferência do docente, no momento em que apresentar uma comparação em sala de aula, de forma a refletir, junto a seus estudantes, sobre os significados dos domínios base e alvo.

Diferentemente das analogias fáceis de compreender ou lógicas, aqui denominadas por “analogias espontâneas”, Hoffmann (2012) apresenta as “analogias históricas”, como aquelas analogias que são constitutivas da gênese do conhecimento científico, ao longo da história da ciência, em muitos e diferentes contextos. Assim, a utilização de analogias históricas, como estratégia didática, exige ainda mais o preparo e planejamento do material didático e principalmente a formação do professor para este uso.

Analisando as categorias B e C, observamos que as percepções dos professores diferem entre si, um pouco mais, em relação à categoria A (Gráfico 1). Entendemos que a percepção está associada às atividades cognitivas humanas, estando relacionadas ao ato de pensar e de se apropriar de algo, de acordo com o meio em que vive e de sua história de vida. De acordo com Bacha, Strehlau e Romano (2006), percepção é um termo usado comumente no sentido de opinião ou atitude e esse processo

acontece sem que haja domínio do sujeito sobre ele. Os elementos incontroláveis da percepção estão ligados à cognição, em que o indivíduo está sujeito a vários estímulos à sua volta, à sua história e a contextos sociais, o que diferem entre as pessoas. Sabe-se que o emprego de uma analogia facilita a aprendizagem de um domínio desconhecido a partir de um domínio familiar, contudo, devido às diferenças nas percepções, os estudantes podem compreender as imagens analógicas colocadas à sua frente diferentemente, e assim conceber diferentes interpretações das informações e do conhecimento. Além de conceber de forma diferenciada, os análogos (domínios base ou familiares) podem ser criados em uma determinada época na história da ciência e não ser mais compreendida em épocas posteriores. Neste sentido, Hoffmann (2013) questiona sobre o uso de analogias criadas em contextos distintos daqueles no qual esta será utilizada em sala de aula. A autora questiona ainda o significado do uso de analogias de determinadas épocas, como são compreendidas por pessoas de outros momentos e contextos, e porque sua utilização (por reprodução automática) perdura por anos. De fato, estas são algumas das discussões que podem emergir em sala, reforçando ainda mais a importância do preparo e do planejamento adequado do docente ao utilizar analogias como estratégias didáticas.

As discordâncias percebidas nas questões, sobretudo àquelas agrupadas na categoria C, puderam ser discutidas e avaliadas pelo Grupo Focal. Nas discussões realizadas nesta atividade, observamos que os participantes estavam mais seguros e familiarizados em relação a seus posicionamentos, originalmente relatados no questionário. Contudo, observamos também que, durante a discussão do grupo focal, alguns participantes mudaram de opinião em relação às suas respostas, possivelmente devido à familiarização com o domínio alvo ou

compreensão da proposta de ensino com analogias, com a interferência do docente.

As ideias e percepções dos professores de Ciências e Biologia, obtidas por meio do questionário e do Grupo Focal, para compreender a comparação entre os domínios DB e DA, foram utilizadas para elaborar um novo conjunto de correspondências, e assim construir o segundo mapeamento estrutural, baseado na Teoria de Gentner (1983). Neste mapeamento, as correspondências se alinharam de forma mais consistente, com mais detalhes e enriquecida, entre os domínios DB e DA, conforme apresentado no apêndice desse trabalho.

Com base nos estudos de Gentner (1983) e Gentner e Markman (1997) percebemos que a comparação entre o corpo humano e orquestra musical apresentou Consistência Estrutural, e Sistematicidade. A Consistência Estrutural foi verificada ao avaliarmos a presença de correspondências um a um de elementos, atributos ou relação, ou seja, percebemos que as afirmativas em DB apresentavam uma correspondência única com as afirmativas em DA, como em orquestra e corpo humano, maestro e sistema nervoso, músicos e órgãos, dentre outros (Quadro 2). Para determinação de Foco Relacional, verificamos a existência de relações de primeira ordem, as quais são correspondências entre dois ou mais elementos e/ou entre suas características (atributos), ou mesmo até entre elementos e atributos. Esta restrição (característica) podem ser verificadas em todas as correspondências assinaladas com “r” minúsculo que, no mapeamento estrutural (Apêndice), podem ser verificadas de r_1 até r_{10} . De forma similar, a conectividade das relações de ordem superior ou relações de relações determinam a presença da característica sistematicidade, presente em todas as correspondências assinaladas com “R” maiúsculo (R_1 até R_4).

De fato, o uso de analogias deve ser cada vez mais empregado por professores, de uma maneira melhor estruturada e sistematizada. O planejamento prévio das comparações, pelos professores, deve ocorrer de tal forma que possam apresentar e explicitar aos alunos os conhecimentos de interesse científico (alvo) por meio de conhecimentos familiares. Segundo os dados descritos por Almeida e Lorencini Júnior (2018), o professor que utiliza analogias de forma espontânea não realiza uma etapa essencial para utilização deste recurso didático, que é o planejamento do ensino e a sistematização da comparação. De forma similar aos autores, consideramos que a investigação das concepções do professor sobre as analogias durante a sua prática docente, sua preparação e sistematização, seja um bom caminho para que as atividades em sala de aula possam ser mais conscientes e significativas para compreensão do conhecimento alvo, por meio de um conhecimento prévio e familiar.

No mapeamento estrutural também podem ser verificadas algumas limitações, como, por exemplo, não conseguimos relacionar o elemento “tecido” a nenhuma estrutura da orquestra, ou seja, não houve atributo correspondente para compartilhar. Estes dados corroboram com Ferry e Nagem (2008), quando atestam que as limitações são características e propriedades entre os domínios alvo e base que não se compartilham. Essa limitação foi percebida por dois professores que responderam ao questionário, especificamente à questão 5, discordando quanto aos termos “células específicas” ou “tecidos específicos”. Limitações numa comparação analógica bem estabelecida e estruturada não significam uma analogia com menor potencial didático, pois limitações são comuns e presentes entre domínios distintos. Contudo, sua explicitação aos estudantes é importante e necessária. Abordar as limitações inerentes às analogias utilizadas em sala de aula como recurso pedagógico é sobremaneira importante, pois também essa discussão poderá possibilitar

sugestões, opiniões e, sobretudo, o desenvolvimento da criatividade e do raciocínio lógico.

Mas quando se usa analogias em sala de aula para Duarte (2005), devemos considerar que pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia, a analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade e os estudantes podem centralizar nos aspectos positivos da analogia e desvalorizar as suas limitações. Porquanto o professor que usar a analogia como recurso didático deve estar preparado, possuindo habilidades e competência para usar essa ferramenta de maneira categórica.

Diante disso aderimos a ideia de Ferraz et. al. (2002, p.13), na qual: ´

Tendo um conhecimento relacionado ao uso de recursos como analogias os professores terão condições de fazer seu planejamento usando as analogias de uma forma mais estruturada. Porém, essa forma mais organizada de pensar o uso de analogias não deve ser um simples transplante de uma estratégia já constituída para ser aplicada em sala de aula, mas sim uma construção resultante das pesquisas na área, do uso espontâneo pelos professores e do uso pelo próprio aluno.

Por fim, entendemos que o mapeamento estrutural para a comparação dos domínios “corpo humano” e “orquestra musical” não se finaliza na proposta estudada nesta pesquisa. Temos certeza que outras correlações são possíveis e igualmente significativas, com potenciais pedagógicos importantes. Assim, deixamos em aberto a possibilidade de se construir, cada vez mais, ou de forma diferente, mais relações e atributos a esta analogia, pois compreendemos que não há um fim predeterminado, pois depende do conhecimento das pessoas, seu contexto histórico, social, bem como suas experiências vivenciadas.

Considerações Finais

As percepções dos professores participantes desta pesquisa indicam que a comparação entre o Corpo Humano e Orquestra Musical é uma analogia significativa e construtiva, e que pode sobremaneira contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes no ensino sistematizado do conteúdo em questão.

O maior desafio do ensino do corpo humano, em Ciências e Biologia, tem sido a maneira tradicional de apresentação dos conteúdos aos estudantes, a qual transcorre de forma fragmentada, com apresentação dos sub conteúdos por partes: sistemas, órgãos, células, etc. Isso pode confundir a compreensão sobre o funcionamento do corpo humano, uma vez que as funções fisiológicas são e estão interligadas. Assim, percebemos que a analogia entre o funcionamento do corpo humano e uma orquestra musical, pode minimizar esse problema, pois a orquestra musical, embora contenha também partes distintas, ela funciona como um todo sistêmico e harmônico, assim como o corpo humano; este apresenta os componentes anatômicos em órgãos distintos, mas interconectado num sistema único, dinâmico e interligado.

Os resultados desta pesquisa indicam que a comparação estudada é uma analogia enriquecida, com base no seu caráter relacional, com presença de relações de 1ª ordem e ordens superiores, e por isso representa um bom recurso didático para o ensino do corpo humano em disciplinas de Ciências e de Biologia, desde que aplicada em sala de aula mediante um planejamento prévio, pelo professor, que vise refletir junto aos estudantes os significados dos domínios base e as correlações entre os domínios, e assim contribuir para a melhoria no processo de ensino sobre o funcionamento do corpo humano.

Agradecimentos

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG), aos pesquisadores do Grupo de Estudos em Modelos, Metáforas e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência (GEMATEC) do CEFET/MG e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

- ALMEIDA, H. A.; LORENCINI JÚNIOR, A. As concepções de um professor de biologia quanto ao uso de analogias na prática docente. **Actio**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 173-194, mai-ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/8085/5285>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- ANESE NICOLA, J.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, São Paulo/SP, v. 2, n. 1, p. 355-381, mai. 2017. Disponível em: <https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/infor2120167>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- BACHA, M. DE L.; STREHLAU, V. I.; ROMANO, R. Percepção: termo frequente, usos inconsequentes em pesquisa. **Anais...** XXX Encontro ANPAD, Salvador/BA, set. 2006. Disponível em: http://www.anpad.org.br/diversos/down_zips/10/enanpad_2006-mkta-1332.pdf. Acesso em 17 dez. 2020.
- BRASIL. Resolução Nº 510, de 07 de abril de 2016. **Dispõe sobre as normas éticas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2016. Disponível em: [http:// https://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/cns/2016/res0510_07_04_2016.html](http://https://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/cns/2016/res0510_07_04_2016.html). Acesso em 17 dez. 2020.
- CONTENÇAS, P. 1999. **A eficácia da metáfora na produção da ciência: o caso da genética**. 1 ed. Lisboa: Instituto Piaget, abr 1999. 180 p.
- DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 10, n. 1, p. 7-29, 2005. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/520/317>. Acesso em: 17 dez. 2020.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.1, n.3 set-dez. 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4164/2729>. Acesso em: 17 dez. 2020.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: observações da prática pedagógica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 2, p. 115-129, dez. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v4n2/1983-2117-epec-4-02-00115.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 213-227, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132003000200005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 dez. 2020.

FERRY, A. **Análise estrutural e multimodal de analogias em uma sala de aula de química**. 2016. 170 p. Tese (Doutorado em Educação). Departamento Conhecimento e Inclusão Social, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Defesa: 2016.

FERRY, A. S.; PAULA H. F. Mapeamento estrutural de analogias enunciadas em uma aula sobre cinética química. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 29-50, mar. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132017000100029&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 dez. 2020.

FERRY, A. S; NAGEN, R. L. Analogias & Contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n.1, p. 7-23. 2008. Disponível em: https://ifufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID50/v3_n1_a2008.pdf. Acesso em: 17 dez. 2020.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**. Amsterdam: Editora Elsevier, n. 7, p. 155-170, 1983. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1207/s15516709cog0702_3 . Acesso em: 17 dez. 2020.

GENTNER, D.; MARKMAN, A. B. Structure mapping in analogy and similarity. **American Psychologist**, Washington, v. 52, n. 1, p. 45-56, jan. 1997. Disponível em: <http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/GentnerMarkman97.pdf> . Acesso em: 17 dez. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLYNN, S. M.; LAW, M.; GIBSON, N. M.; HAWKIN, C. H. **Teaching science with analogies: a resource for teachers textbooks authors**, Washington: National Reading Research Center, 1994. 20 p. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED378554.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

HOFFMANN, M. B; SCHEID, N. M. J. Analogias como ferramenta didática no ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p-21-37, jan-jun. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00021.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

HOFFMANN, M. B. Potencialidades do uso de analogias históricas em aulas de ciências e biologia. VI Colóquio Internacional de Educação: Inovação, Conhecimento e Tecnologia. URI São Luiz Gonzaga-RS, BRA. 2012. Disponível em: https://www.academia.edu/2105141/POTENCIALIDADES_DO_USO_DE_ANALOGIAS_HISTÓRICAS_EM_AULAS_DE_CIÊNCIAS_E_BIOLOGIA_HOFFMANN_Marilisa_Bialvo. Acesso em: 17 dez. 2020.

HOFFMANN, M. B. Analogias históricas: reflexões para o ensino de Biologia. En: **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 381-385, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/298333/387408>:. Acesso em: 17 dez. 2020.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte, Editora UFMG. 2000. 383 p.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. A elaboração de analogias como um processo que favorece a expressão de concepções de professores de Química. **Educación Química**, v. 24, n. 1, p. 163-173, mar. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X13725102>. Acesso em: 17 dez. 2020.

NAGEM, R. L.; DE OLIVEIRA, D. C.; TEIXEIRA, J. A. D. Y. Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 1, p. 197-213, 2001. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/374/37414109.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

NAGEM, R. L.; FIGUEROA, A. M. S; SILVA, C. M. G.; CARVALHO, E. M. Analogias e metáforas no cotidiano do professor. **Anais...** Niterói: Reunião anual da ANPED, 2003. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/354322668/Texto-1-Analogias-e-Metaforas-No-Cotidiano-de-Professor>. Acesso em: 17 dez. 2020.

NOGUEIRA, R. Elaboração e análise de questionários: uma revisão da literatura básica e a aplicação dos conceitos a um caso real. In.: **Relatórios Coppead**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2002. 26 p. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/9225/1/RC_350-Comp..pdf. Acesso em: 17 dez. 2020.

PORTELA, E. D.; SADDI-ORTEGA, L.; MURTA, G. S.; FERRY, A. S. Análise de uma atividade didática de Ciências sobre o Corpo Humano à luz da Teoria do Mapeamento Estrutural das Analogias. Conferencia de la Asociación Latinoamericana de Investigación en Educación en Ciencias. **Latin American Journal of Science Education**. Ibagué – Colômbia, 2015.

RIOS, E. R. G. et al. Senso comum, ciência e filosofia: elo dos saberes necessários à promoção da saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 501-509, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csc/v12n2/a26v12n2.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

RODRIGUES, L. P. Analogias, modelos e metáforas na produção de conhecimento em Ciências Sociais. **Pensamento Plural**, v. 1, p. 11-28, jul-dez. 2007. Disponível em:

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/pensamentoplural/article/view/3758>. Acesso em: 17 dez. 2020.

TRIVELATO, S. L. F. Que corpo/ser humano habita nossas escolas. **Ensino de biologia:** conhecimentos e valores em disputa, 2005. p. 121-130. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002299733> . Acesso em: 17 dez. 2020.

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

*Siane Paula de Araujo*¹

*Ronaldo Luiz Nagem*²

*Luhan Dias Souza*³

*Ivo de Jesus Ramos*⁴

*Maurício Silva Gino*⁵

Introdução

A proposta do acrônimo STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) se refere a uma metodologia que integra as cinco áreas do conhecimento que lhe denominam. Apesar de não ser uma tendência nova, ainda é incipiente no Brasil e aparece como um movimento educativo com o intuito de promover o desenvolvimento global e integrado, além de buscar uma qualificação profissional aprimorada dentro dos processos de ensino e de aprendizagem nas instituições escolares. (BACICH; HOLANDA, 2020).

Essa metodologia educativa traz, em sua abordagem, possibilidades formativas inovadoras, interdisciplinares e contemporâneas de maneira a integrar sua proposta de ensino aos variados níveis da educação brasileira. Aos poucos, seus aspectos educacionais estão sendo apoiados e agregados nos projetos pedagógicos e curriculares das escolas, desde o início da educação básica, até a formação mais especializada, como o ensino nos

¹ Pós-doutora pelo PPGET/CEFET-MG. Doutora em Artes (UFMG).

² Professor Titular do CEFET-MG (1997-2019).

³ Professor efetivo da Escola de Design da UEMG, Doutor em Artes pela UFMG.

⁴ Professor efetivo do PPGET/CEFET-MG.

⁵ Professor doutor da Escola de Belas Artes da UFMG.

níveis técnico ou superior. (LOPES et al., 2017; PEREIRA; RIBEIRO, 2019; HARDOIM et al. 2019).

Nessa perspectiva, o *STEAM Education* assume características conceituais próprias que o identificam como uma concepção educacional abrangente envolvendo não somente o requisito da capacitação múltipla e integrada para o mercado de trabalho, mas da formação humana em seu sentido amplo. Dessa forma, esse estudo pretende relacionar algumas características dessa metodologia aos processos de produção e de aplicação de três modelos de aprendizagem propostos para a disciplina *Anatomia para o Movimento* do curso de Licenciatura em Dança da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Esses modelos de aprendizagem correspondem aos softwares⁶ *Monte o Esqueleto* (MOE), *Tipos de Articulações Sinoviais* (TAS) e *Coordenação Motora* (COM) que foram desenvolvidos de maneira interdisciplinar, colaborativa e integrada entre distintas áreas do conhecimento, níveis escolares e de atuação profissional. O processo de produção abrangeu pesquisas de doutorado, mestrado e iniciação científica (Projeto Jovens Talentos) da Escola de Belas Artes da UFMG, como também professores e estudantes do curso de graduação em Dança, modalidade licenciatura, da mesma instituição, além de dois programadores e dois designers.

A aplicação de MOE, TAS e COM em sala de aula buscou promover o auxílio ao processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos científicos neles abordados para os estudantes do curso de licenciatura, artistas da dança. Esse processo de aplicação se deu por um viés experimental, explorando a criatividade, a integração, a interdisciplinaridade e a interatividade tecnológica. Aspectos também relevantes presentes na abordagem STEAM. Em vista disso, este trabalho apresenta uma reflexão

⁶ Disponíveis para download em <http://dancaravida.blogspot.com/2015/10/moe-tas-e-com-objetos-de-aprendizagem.html>. Acesso em: 28 dez. 2020.

sobre como os processos de produção e aplicação dos modelos de aprendizagem podem ser relacionados com essa perspectiva educacional, desvelando suas inter-relações a partir das características do *STEAM Education*.

A Expansão do STEM para STEAM e o Objeto de Estudo

Segundo Watson e Watson (2013) o acrônimo STEM foi proposto inicialmente em 2001 por Judht A. Ramaley, bióloga, administradora acadêmica estadunidense e membro da *National Science Foundation* (Fundação Nacional da Ciência), nos Estados Unidos. A proposta do STEM, nesse cenário, se referia basicamente à oportunidade de desenvolvimento de um projeto educacional integrativo voltado para a resolução de problemas com o intuito de gerar instrumentos de inovação (da engenharia, por exemplo).

Shaughnessy (2013) complementa afirmando que a definição do seu termo está alinhada aos procedimentos didáticos pedagógicos que incluem tomadas de decisões dos estudantes a partir do conhecimento e da aplicação dos conteúdos de ciências e matemática. Esse processo ocorre em um trabalho conjunto dos estudantes que também agrega a atenção com as atividades de engenharia em que a tecnologia atua de forma imprescindível, em suas palavras: “Educação STEM refere-se à resolução de problemas os quais se baseiam em conceitos e procedimentos de matemática e ciências, incorporando o trabalho em equipe, o desenho metodológico das engenharias e a utilização da tecnologia apropriada.” (SHAUGHNESSY, 2013, p. 324, tradução nossa⁷).

O trabalho educacional, por meio dessa perspectiva, visa, segundo o autor, o desenvolvimento das disciplinas Ciências da Natureza e

⁷ STEM education refers to solving problems that draw on concepts and procedures from mathematics and science while incorporating the teamwork and design methodology of engineering and using appropriate technology.

Matemática nos propósitos da Engenharia e com o suporte da Tecnologia, de modo a gerar mais afinco, motivação e interesse por parte dos estudantes. Bem como, o consequente engajamento e preparação ao mundo do trabalho. Watson e Watson (2013) afirmam ainda que, para a implementação dessa proposta metodológica de ensino, se faz necessário intenso planejamento, fontes de financiamento e vontade política de forma a garantir a execução e relevância dos projetos baseados nessa abordagem educacional, nas instituições escolares.

Contudo, a partir do desenvolvimento da metodologia STEM no processo de ensino-aprendizagem de distintos projetos educacionais, notou-se a importância de se trabalhar a capacidade criativa e imaginativa nos discentes a fim de lhes garantir a integração entre “forma e função” (WATS; WATS, 2013, p. 01, tradução nossa⁸) dos produtos e processos gerados. A função, para os autores, se refere aos conteúdos e conhecimentos abordados nas disciplinas e a forma à plasticidade que presentifica e aplica os conceitos abordados. O propósito é que a disciplina de Artes promova a capacidade criativa e imaginativa dos estudantes e colabore com o aprimoramento do senso estético de maneira a se tornarem mais efetivos, significativos e atrativos os produtos e processos previstos e gerados por essa (e por meio dessa) metodologia, como a produção de modelos de aprendizagem. Nesse contexto, se integra a área de Artes ao conceito, agora STEAM (*Education*).

Pugliesi (2020) destaca que a integração da disciplina artística ao STEM ocorre de maneira particularizada, uma vez que foi incluída a *posteriori* e de maneira complementar aos princípios do STEM. O foco se dá na forma como os conceitos de Arte (e os de produção artística), bem como o desenvolvimento de suas habilidades, podem contribuir com os

⁸ (...) function and form.

processos educativos do STEM/STEAM. Segundo Cilleruelo e Zubiaga (2014), tais possibilidades estéticas, proporcionadas por meio das Artes, se consolidaram como parte fundamental dessa abordagem educativa, conforme testificam no trecho a seguir:

A integração das Artes na corrente STE(A)M nos situa frente a um novo marco de aprendizagem, onde a partir de problemas gerados, das áreas do saber, a curiosidade se converte em motor e guia do conhecimento, um ponto de partida para a exploração de diferentes soluções em uma busca permanente da satisfação pessoal. Este modelo de educação promove uma aproximação interdisciplinar integrada, conectada com o mundo real e dirigida à resolução de problemas (...). (CILLERUELO; ZUBIAGA, 2014, p. 02, tradução nossa⁹)

Importa destacar que, nesse estudo, a disciplina de Artes está presente de duas formas distintas, uma vez que seu objeto empírico de análise se destina a um meio e fim artístico, ainda que pedagógico. De maneira elementar, essa disciplina também faz parte do conceito *STEAM Education* desvelado também nos processos de produção e aplicação dos modelos MOE, TAS e COM, como proposto. Dessa forma, embora alguns autores ainda prefiram o termo STEM para designar a metodologia, será preferido o termo STE“A”M por agregar as Artes, considerada imprescindível nesse trabalho.

Além disso, nota-se algumas características próprias e comuns nos projetos de ensino baseados nessa metodologia de modo a configurar o que se considera enquanto conceito *STEAM Education*, neste trabalho. Tais características podem ser identificadas como a presença da interdisciplinaridade (a integração das cinco disciplinas que intitulam o

⁹ La integración de las Artes en la corriente STE(A)M nos sitúa ante un nuevo marco de aprendizaje, donde a partir de **problemas deseados**, de las ganas de saber, la curiosidad se convierte en motor y guía del conocimiento, un punto de partida para la exploración de diferentes soluciones en una búsqueda permanente de la satisfacción personal. Este modelo de educación provee una **aproximación interdisciplinar integrada** conectada con el mundo real, y dirigida a la resolución de problemas (...). (Grifos dos autores)

acrônimo), das atividades de resolução de problemas e tomadas de decisões, do desenvolvimento de projetos personalizados, do trabalho colaborativo entre os estudantes e professores, do aprender fazendo (relação explícita entre teoria e prática), do engajamento tecnológico inovador, da Arte como ferramenta auxiliar nos propósitos do Ensino de Ciências e este, por sua vez, assumindo uma proposta não convencional. Essas características se constituem como os aspectos orientadores das relações traçadas entre os processos de produção e aplicação dos modelos MOE, TAS e COM e o conceito *STEAM Education*.

O Ensino de Ciências e os Processos de Produção e Aplicação de MOE, TAS e COM

A proposta dos modelos MOE, TAS e COM nasce do constante desafio de se ensinar conteúdos acerca da Anatomia Humana para o profissional de Artes, em especial, em cursos de formação docente do artista da Dança. Nesse sentido, o propósito do Ensino de Ciências se volta para um público particular, o artista, o qual requer uma metodologia também apropriada e alinhada aos interesses e perspectivas dessa formação e atuação específicas. Tão logo, pensar em estratégias de ensino que auxiliassem na familiarização dos conceitos científicos para esses estudantes - de maneira também dirigida ao exercício da docência e para a aplicabilidade no fazer artístico -, se tornou uma necessidade e foi o que impulsionou a proposta de produção dos modelos de aprendizagem.

Nesse contexto, MOE, TAS e COM foram desenvolvidos para auxiliar a disciplina *Anatomia para o Movimento* do Curso de Licenciatura em Dança da Universidade Federal de Minas Gerais, em 2015. (ARAUJO, 2018). O ensino de Anatomia Humana, para esse público dançante, está engajado em uma perspectiva em que o artista discente precisa perceber o próprio corpo e suas estruturas em movimento. A partir disso, tece-se um caminho pedagógico para se compreender a morfologia corporal (no

que se refere à forma e às características físicas das estruturas anatômicas) e os princípios de movimento (no que tange à função anatômica do ponto de vista da motricidade humana). As aulas desses conteúdos são expositivas, mas também práticas cujo propósito é a ativação de estímulos sensório-motores de forma a desenvolver a percepção somática do e no corpo. (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2010).

O processo de delineamento dos modelos de aprendizagem partiu da constatação, em sala de aula, das dificuldades e interesses tanto dos estudantes quanto do professor, de forma a contribuir com o processo de ensino-aprendizagem da disciplina *Anatomia para o Movimento*. Para o desenvolvimento de MOE, TAS e COM, levou-se em consideração, ainda, a organização dos conteúdos no programa da disciplina que correspondem aos três sistemas do Aparelho Locomotor Humano: esquelético, articular e muscular (DANGELO; FATTINI, 2007). A partir disso, planejou-se a produção de um modelo de aprendizagem para cada sistema.

Para o sistema esquelético, produziu-se o MOE (*Monte o Esqueleto*), um jogo digital cujo funcionamento básico se dá por analogia ao brinquedo de quebra-cabeça. O MOE foi construído a partir da orientação de constituição do esqueleto humano em ossos variados que se ordenam em duas subdivisões: o esqueleto apendicular (cíngulos superior e inferior) e o esqueleto axial. (DANGELO; FATTINI, 2007).

Na tela do jogo propriamente dito, as peças de montagem (ossos do corpo humano) estão dispostas na tela em duas barras laterais e, ao centro, está a zona de montagem. O jogador deve encontrar a peça na lateral e arrastá-la até a sua localização anatomicamente correta. O jogo possui os níveis 1 e 2 de dificuldade. No nível 1, há uma silhueta humana na posição anatômica presente na zona de montagem que orienta o jogador a formar o esqueleto a partir da escolha dos ossos correspondentes. No nível 2, o jogador precisa montar o esqueleto na posição anatômica, sem a

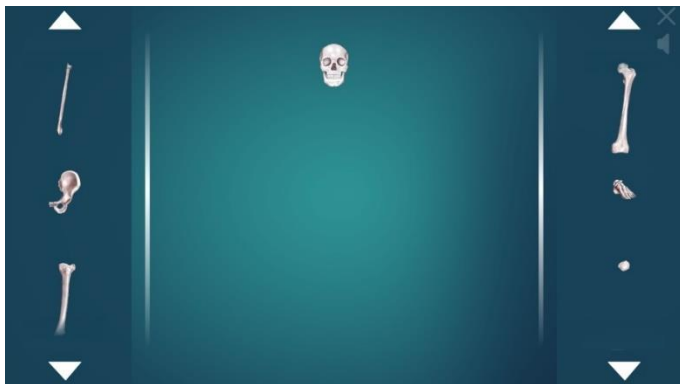
orientação da silhueta, se lembrando da sua experiência de montagem no nível 1 e com apenas o osso do crânio posicionado corretamente como uma referência espacial. Na figura 1, a seguir, tem-se as imagens que mostram o momento de transição entre os níveis 1 e 2. A primeira imagem representa a tela de jogo do nível 1 com o esqueleto montado por completo. A segunda imagem apresenta a tela de jogo do nível 2 apenas com o osso do crânio ao centro.

Figura 1: Transição entre os níveis 1 e 2

Tela de término do nível 1 do jogo MOE



Tela de início do nível 2 do jogo MOE



FONTE: Capturas de tela do software MOE disponível em:

<https://drive.google.com/open?id=oB4kXau6WVVDhS2ooTEpXTkVweFU&authuser=0>

Para o sistema articular, produziu-se o TAS (*Tipos de Articulações Sinoviais*) que funciona como um *player* de vídeos em *live action* e animação 3D digital. Esse modelo de aprendizagem tem como propósito facilitar a visualização e compreensão da mobilidade articular de algumas regiões do corpo humano. Possui uma interface de manipulação cuja tela inicial leva para a dança do bailarino na tela seguinte. Ao fim da dança, a pose final do bailarino se transforma na imagem de um esqueleto onde estão mapeadas ao menos um tipo de articulação sinovial: Plana, Dobradiça (ou Gínglimo), Pivô (ou Trocoide), Condilar (ou Elipsoide), Esferoide e Selar. As articulações estão representadas em curtos vídeos e destacadas por pequenos círculos cujo propósito é a comparação com seus análogos (peças análogas encontradas na obra de Netter (2003)). A visualização do vídeo é possível após clicar na articulação desejada. A figura 2 representa a tela de menu desse modelo de aprendizagem, quando o cursor está sobre um dos círculos de indicação, destacando um tipo de articulação e seu análogo.

Figura 2: Tela de menu do TAS



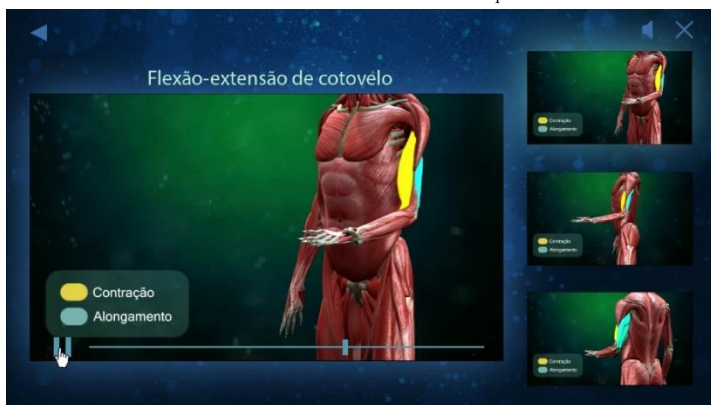
FONTE: Captura da tela de *menu* do software TAS disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/oB4kXau6WVVdHvoc5eWhXR04yaW8/view>

Para o sistema muscular, produziu-se o COM (*Coordenação Motora*) que também funciona como o TAS, porém sua proposta é contribuir com o entendimento sobre as ações mecânicas de contração-alongamento muscular. Por esse motivo, embora possua similaridade plástica e de funcionamento do TAS, apresenta algumas diferenças. A principal delas é a tela de transmissão dos vídeos para um mesmo movimento, que ocorre de maneira simultânea de três vídeos que mostram a sua execução em ângulos distintos, como representado na primeira imagem da figura 3. Para mostrar a ação contração-alongamento muscular, os músculos de um boneco 3D digital foram pintados em duas cores distintas. Os músculos considerados agonistas, que realizam a ação principal do movimento, foram pintados em amarelo, e os antagonistas, que se alongam para que a contração aconteça, em azul.

Figura 3: Telas do vídeo COM

Uma das telas de transmissão dos vídeos do COM e os destaques em amarelo e azul



Tela de menu do COM e as elipses de acesso aos vídeos



FONTE: Capturas de telas do software COM disponível em:

<https://drive.google.com/open?id=oB4kXau6WVVDhVnJsNUtpV1BXWko&authuser=o>

Todo o trabalho de seleção dos movimentos representados e das regiões do corpo destacadas nas cores amarelo e azul foi elaborado a partir da análise de uma sequência coreográfica produzida e filmada para o COM - que é a mesma sequência também do TAS - e se encontra na segunda tela de cada modelo. Após a análise dessa sequência, foram mapeadas algumas regiões musculares para a elaboração do seu menu de acesso aos vídeos. Essas regiões foram destacadas com elipses sobre elas, como mostra a segunda imagem da figura 3, sendo a forma de acesso aos vídeos quando o cursor está sobre uma delas, destacando um frame do movimento.

A aplicação dos modelos MOE, TAS e COM, em sala de aula, ocorreu ao longo de um semestre letivo da disciplina *Anatomia para o Movimento*. Foi destinado um dia da disciplina para cada modelo com duração de dois módulos de 50 minutos por dia. Todas as três aulas foram registradas em vídeo e os dados, com os depoimentos dos alunos e da professora, foram coletados nesse processo¹⁰.

¹⁰ Dados coletados após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da instituição.

A professora da disciplina optou por lecionar sobre os conteúdos anatômicos que abarcam os modelos antes de testá-los em sala de aula. Dessa forma, a docente buscou utilizar os modelos de forma a auxiliar no seu processo didático pedagógico, reforçando a assimilação dos conceitos por parte dos alunos. Isso de seu ao proporcionar maneiras diferentes e contextualizadas de se trabalhar o conteúdo ministrado, de forma a inserir, por meio da prática pedagógica adotada, os modelos MOE, TAS e COM no processo de ensino-aprendizagem e na formação docente.

Durante a aplicação do MOE, esse fato ocorre quando, por exemplo, a professora propõe outras formas de se jogar o nível 2. A docente orientou que um estudante por vez fosse jogar, usando apenas um computador conectado em uma TV com tela de 42 polegadas. Esse aluno colocava apenas um ou dois ossos que foram escolhidos pelos demais alunos da turma, passando a vez para o próximo. Durante a atividade, as escolhas das peças pelos alunos recaíam sobre os ossos que estavam distantes da localização do osso de referência (o crânio), proporcionando maior interesse em relação ao jogo e reforçando o aprendizado da nomenclatura, localização e forma dos ossos. Outra questão observada foi a professora solicitar aos discentes que desenhassem um “nível 3” para o MOE como atividade avaliativa do conteúdo para o sistema esquelético. Tarefa essa dada, segundo informado pela professora, visando a futura atuação docente dos estudantes.

No início da aplicação do TAS, a docente distribuiu folhas de tamanho A4 para os alunos e solicitou que eles anotassem “a cada articulação mostrada, o máximo de informações sobre ela”¹¹, bem como possíveis dúvidas sobre o modelo ou conteúdo. Os estudantes realizaram a atividade e se expressaram também oralmente além da forma escrita, questionando

¹¹ Vídeo-registro de aplicação do TAS, tempo 00':42". Disponível em: <<https://youtu.be/aZfb1UG6Fqg>> (vídeo privado). Acesso em: 24 abr. 2020.

e comentando sobre o conteúdo ao longo da aula. Para a aplicação do COM a professora solicitou que os discentes executassem os movimentos assistidos nos vídeos e detectassem em qual região do corpo estaria determinado músculo que realizava a contração e qual se alongava. Esses procedimentos didáticos adotados durante as aulas buscavam relacionar o Ensino de Ciências, em particular de Biologia, ao campo da Arte/Dança por meio dos modelos de aprendizagem. Nesse trabalho, propomos relacionar essa experiência de produção de MOE, TAS e COM e sua aplicação didática em sala de aula às características conceituais presentes no *STEAM Education*.

Características *STEAM Education* aos Modelos

Em uma primeira perspectiva, considera-se como uma aproximação possível do conceito *STEAM Education* aos modelos de aprendizagem produzidos a relação com a interdisciplinaridade visto a presença das distintas áreas integradas, desde seu processo de elaboração, até a aplicação em sala de aula. Segundo Machado e Junior (2019, p. 01), em se tratando dessa característica e o STEAM: “A interdisciplinaridade pode ser interpretada como um princípio de construção do ensino através da integração entre áreas do conhecimento que possuem o mesmo objetivo culminando em um processo efetivo de ensino e aprendizagem.”

Nesse mesmo sentido, observa-se o objetivo comum firmado entre as diferentes áreas de conhecimento que se dialogam para proporcionar os processos de produção e aplicação didática de MOE, TAS e COM e sua relação ao conceito *STEAM Education*. Além disso, English (2017) alerta sobre as diversas maneiras de se promover essa integração entre as áreas do conhecimento. Segundo o autor, essa integração pode ser estabelecida de duas formas: de maneira igualitária ou segregada, isto é, por vezes destacando ou não alguma disciplina em particular, orientada conforme o

projeto educativo visado. A partir disso, nota-se a integração entre as distintas áreas que constituem o STEAM nos processos em análise frente ao propósito maior do Ensino de Ciências e para o campo das Artes com o uso da Tecnologia, ainda que a Matemática e Engenharia também sejam áreas presentes no processo.

Embora não exista um molde exato de se fazer a integração das disciplinas, English (2017) enfatiza ainda que seria frágil enaltecer o ensino e a aprendizagem sobre uma área em específico e alega que esse modelo educacional leva em consideração o contexto e interesse curricular de cada instituição. Diante disso, o autor apoia os projetos que adotam as Ciências e a Matemática no levantamento dos conteúdos no que diz respeito aos conceitos e mensurações, a Engenharia enquanto uma atuante de primeira na parte da aplicabilidade dos conteúdos levantados, sendo parte fundamental do mapeamento pedagógico, e a Tecnologia de importância no desenvolvimento das habilidades de raciocínio computacional, integrando todo o processo. Conforme essa mesma perspectiva, destaca-se também a integração das áreas do STEAM nos processos de produção e aplicação em sala de aula de MOE, TAS e COM.

Vale destacar que o objetivo almejado por esses processos de produção e aplicação referentes aos modelos de aprendizagem abarcou o auxílio no desenvolvimento tanto do ensino quanto da aprendizagem sobre os conceitos científicos da biologia de um corpo humano movente e vivo, cuja percepção ocorre sob os princípios sensório-motores. Esse viés intentou permitir uma corporificação sensitiva dos conteúdos que abarcam a estrutura e o funcionamento do aparelho locomotor humano. Propôs-se também que esse processo perceptivo ocorresse de uma forma metafórica¹² e, de certa forma, lúdica uma vez que os ossos, os músculos e

¹² O conceito de metáfora aqui adotado se refere aos pressupostos de Lakoff e Johnson (2002) sobre a Teoria da Metáfora Conceptual no que se refere a experiência de uma coisa em termos de outra.

as articulações se tornaram os protagonistas das narrativas audiovisuais presente nos softwares, mas sem dispensar o rigor científico da Anatomia Humana básica.

Nesse contexto, a integração entre as cinco áreas de conhecimento do STEAM pode ser percebida a partir da identificação de cada uma delas nos processos em análise. A Tecnologia, por exemplo, pode ser percebida no que se refere ao próprio suporte e às suas possibilidades computacionais presentes nos modelos virtuais produzidos. MOE, TAS e COM são softwares interativos cujo desenvolvimento ocorreu a partir da utilização de recursos e procedimentos próprios para tal fim, desde seu delineamento até a sua aplicação didática, a saber: manuseio de computadores, câmeras filmadoras, estúdio de filmagem, uso de outros modelos 3D digitais, softwares de animação e para geração de vídeos, a programação, produção sintética de movimento, modelagem, ilustração, além do tratamento de imagens e design de interface.

A disciplina Artes se integra enquanto fim do processo educativo em Dança, uma vez que se volta para esse contexto. Além disso, também se faz presente no processo de produção dos modelos ao que corresponde à elaboração dos elementos de design instrucional necessários ao delineamento do projeto gráfico e de funcionamento, bem como de suas características plásticas e sonoras (relações entre cores, formas e sons). Esses processos evidenciam a correspondência de sentidos e significados ímpares que tecem e caracterizam o processo didático que corresponde o Ensino de Ciências em um curso de formação docente em Artes/Dança.

A área da Engenharia, por sua vez, pode ser percebida no processo de delineamento (plástico e funcional) dos modelos, bem como sobre cada fase dele produzida e de suas demandas: engenharia de software, design de interface, projeto de animação - no que corresponde ao *storyboard* dos roteiros como as fases do jogo e a sequência das telas e dos vídeos - e das

estratégias de interatividade possíveis na programação dos softwares. Nesse processo, ressalta-se a importância de sua integração com a disciplina de Artes frente à produção dos modelos, agregando design apropriado e esteticamente satisfatório.

A Engenharia também pode ser percebida sobre o processo de produção em relação a escolha dos materiais e sistemas utilizados, bem como sobre a maneira mais apropriada para produzi-los. Para tanto, pode-se citar como exemplos, o tipo de animação utilizada (animação bi e/ou tridimensional – 2 ou 3D), o tipo de desenho (baseado na ilustração científica), o boneco 3D adquirido e a modelagem das peças, a filmagem do bailarino e sua transposição em vídeo animado, além do próprio ofício de programação. Além disso, considera-se ainda como projeto de engenharia, a própria intensão didática visada com os modelos de aprendizagem.

Quanto à Matemática, é possível notar sua integração no que diz respeito ao processo de produção das animações que se orientam, basicamente, na contagem de quadros por segundo (são 24 quadros por segundo). Mas, também, na determinação da duração dos vídeos e de sua interatividade sobre a relação espaço-temporal presente na barra de rolagem na tela do vídeo, na mudança das telas ou escolha dos vídeos e durante a ação de jogar. Percebe-se essa disciplina ainda na estrutura de montagem do jogo (na proporção entre as peças avulsas para montar e sua montagem que se dá a partir de um raciocínio lógico) e, principalmente, na prática da programação do material em si, para que ele se torne interativo.

Destaca-se que o projeto de elaboração dos modelos de aprendizagem previa ser um recurso pedagógico inovador para o ensino de anatomia para a dança, necessitando de criatividade para que fosse projetado e para que suas estratégias comunicacionais fossem desenvolvidas. Abrangeu um

trabalho colaborativo entre distintos participantes, desde alunos e professores de diferentes cursos, níveis e turmas da escola de Belas Artes da UFMG (graduação em curso e finalizado, mestrado e doutorado), como também de profissionais de distintas competências. Dessa forma, o processo de produção e aplicação dos modelos de aprendizagem MOE, TAS e COM em sala de aula envolveu a participação desses profissionais/docentes/estudantes e alcançou a interdisciplinaridade pela presença dessa pluralidade, que se integraram pelo fim de um mesmo propósito. Nas palavras da professora colaboradora que aplicou os modelos em sala de aula:

E, no caso, o que acontece para esse material ser dialógico nesse contexto, é que um outro material, também sofisticado, poderia produzir isso, mas o que me parece e o que eu penso hoje é que é um material criado para o diálogo. Então, faz diferença. Ele não é um material criado para o sistema muscular. É um material construído para participar de um processo de ensino-aprendizagem na disciplina X no curso Y. Ele tem endereço. (CHRISTÓFARO, 2015, p. 1-2).

Em relação as outras características também relevantes do conceito *STEAM Education*, nota-se a presença das atividades de resolução de problemas e tomada de decisões. Por exemplo, durante o processo de direção da produção dos modelos, em que necessitou-se alinhar o conteúdo e à forma em função de um objetivo educacional específico (de quais conceitos abarcar e de que maneira os representar). Assim como, para cada elemento produzido, foi preciso tomar as devidas providências a partir de cada problema levantado, gerando escolhas tais como: o tipo de ilustração e animação utilizados, os programas computacionais adotados, os tipos de movimento corporal realizados e representados, a forma como o design de interface foi organizado, dentre outras.

Em seu processo de aplicação em sala de aula, os problemas e tomadas de decisões foram de natureza pedagógica e voltados à formação docente. Nesse sentido, essa característica do STEAM pode ser verificada quando os modelos atuaram como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem, bem como, quando os estudantes se apropriaram do conteúdo abordado para realização do exercício docente promovido nesse processo e por incitarem o estudo do movimento dançado durante as aulas expositivas de aplicação. Ainda nas palavras da docente colaboradora:

O material deu para o aluno mais possibilidades para acessar o próprio corpo. Então, o que me chamou atenção nas aulas em que o material foi apresentado e experimentado, foi que a gente finalizou a aula com as pessoas fazendo toque nelas mesmas, se perguntando. Elas faziam esse diálogo entre o material e o corpo delas. (...) Então, por exemplo, no sistema esquelético especificamente onde a avaliação proposta para os estudantes foi criar um terceiro nível para o jogo que vocês construiram, isso fez com que eles exercitassem o lugar do artista-docente que propõe, que pensa em como construir, como propiciar ao aluno um caminho de conhecimento. Então, o exercício deles além do conhecimento deles sobre o sistema muscular, e do sistema muscular, foi exercitar a docência. (CHRISTÓFARO, 2015, p. 2-3)

Conforme notado pela fala da professora e segundo os seus procedimentos didáticos pedagógicos levantados durante o processo de aplicação dos modelos de aprendizagem, infere-se que esses aspectos podem ser agregados à característica do “aprender fazendo” do STEAM *Education*. Dentre eles, segundo revelado pela professora colaboradora, tem-se como exemplo: o “exercitar à docência”, o “diálogo entre o material e o corpo dos alunos”, a “avaliação proposta para os estudantes criarem um terceiro nível para o jogo” e o “propiciar ao aluno um caminho de conhecimento”. Isso se deu pela relação destacada entre teoria e prática

que ocorreu em cada contexto das distintas áreas envolvidas, também característica própria do STEAM.

Durante os procedimentos de produção, verifica-se essa relação sobre o próprio desenvolvimento dos modelos de aprendizagem, em que muitos desafios foram lançados em busca do objetivo proposto: a produção “x” para um público “y” e a partir de uma demanda “w”. Os questionamentos, nesse sentido, correspondiam aos problemas específicos de cada etapa: do delineamento (do que abordar, de como abordar, do que produzir, de como produzir); da elaboração (dos desenhos, das animações, dos vídeos, das interatividades, dos suportes); e da disponibilidade (em quais formatos, em que meios, para quais sistemas operacionais e dispositivos).

Considerações Finais

A proposta de produção e aplicação dos modelos MOE, TAS e COM surgiu em função de um projeto de pesquisa de doutorado que envolveu também uma pesquisa de mestrado, uma pesquisa de iniciação científica e o curso de Licenciatura em Dança da EBA/UFGM. Contou com profissionais técnicos específicos em seu processo de desenvolvimento, como o designer de interface e o programador. Conforme proposto por este trabalho, entende-se o Ensino de Ciências, nesse processo, como alinhado aos propósitos do conceito *STEAM Education* a partir de suas características pedagógicas comuns encontradas na literatura.

Nesse sentido, optou-se pelo processo crítico-analítico de análise dos dados para alçar reflexões sobre as possibilidades educacionais em relação ao STEAM, como também por engajá-lo de outras maneiras quando o considera como um conceito complexo de aspectos que o determinam. Nessa perspectiva, a identificação das características do STEAM, em especial, relacionadas aos processos de ensino e de aprendizagem de produção e aplicação dos modelos de aprendizagem, possibilitou perceber

como o conhecimento é construído de maneira integrada e múltipla a partir do propósito de cada área. Assim como, o desmembramento das características do STEAM sobre um processo já concluído permite ressaltar sua potencialidade e versatilidade no processo de construção do conhecimento e de formação humana.

O Ensino de Ciências, nesse contexto, ultrapassa as fronteiras das Ciências da Natureza por se engajar em um campo também artístico-pedagógico, fazendo ciência-arte por intermédio da especialidade da formação docente em Dança. Nesse sentido, os processos de produção e aplicação de MOE, TAS e COM colaboram ao permitir o diálogo com o STEAM *Education*, ampliando suas possibilidades teórico-metodológicas quando dado como conceito educativo inflado de probabilidades analíticas. Nesse sentido, horizontes se conectam e possibilidades para o Ensino de Ciências também se abrem.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES e à FAPEMIG pela concessão de bolsas durante o período de pesquisa.

Referências

- ARAUJO, S. P. **MOE, TAS e COM:** delineamento e avaliação de objetos de aprendizagem em anatomia para o movimento. 2017. 181f. Tese (Doutorado em Artes) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.
- BACICH, L.; L. HOLANDA. STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. In: BACICH, L.; L. HOLANDA. (orgs.). **STEAM em sala de aula:** a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020. 12- 22 p.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências:** desvelando o sistema nervoso. Coordenação de tradução: Carla Dalmaz. 3. ed. Reimpressão. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CHRISTÓFARO, G. C. Transcrição da entrevista concedida a Siane Paula de Araújo. Belo Horizonte: UFMG, 08 de julho de 2015. 7p. Não publicada.

CILLERUELO, L.; ZUBIAGA, A. Una aproximación a la Educación STEAM. prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. In.: **Jornadas de Psicodidáctica**, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, 2014, 1-18p. Disponível em: <https://www.augustozubiaga.com/web/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2020.

DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia humana sistêmica e segmentar**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2007.

ENGLISH, L. D. Advancing elementary and middle school STEM Education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 15, n. 1, p. 5-24, 2017.

HARDOIM et al. Educação científica inclusiva: experiências interdisciplinares possíveis para o ensino de biologia e ciências naturais empregando o método STEAM. **Latin American Journal of Science Education**, v. 6, n.1, May 2019. 1-9 p. Disponível em: http://www.lajse.org/may19/2019_12056.pdf. Acesso em: 26 dez. 2020.

LOPES et al. Atividades de campo e STEAM: possíveis interações na construção de conhecimento em visita ao parque mãe bonifácia em cuiabá-mt. **Revista REAMEC**. Cuiabá - MT, v. 5, n. 2, jul/dez 2017, 304-323 p. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/5739>. Acesso em: 26 dez. 2020.

MACHADO, E. S.; JÚNIOR, G. G. Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 2, 2019, 43-57 p. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2492>. Acesso em: 26 dez. 2020.

NETTER, F. H. **Atlas de anatomia humana**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed; Elsevier Saunders, 2003.

PEREIRA H.; RIBEIRO, J. Aprendizagens STEAM através de atividades de “caça” ao fóssil em contexto urbano. **Revista de Ciência Elementar**, v.7, n. 02, Junho 2019, 1-4 p. Disponível em: doi.org/10.24927/rce2019.029. Acesso em: 26 dez. 2020.

PUGLIESI, G. O. Um panorama do STEAM education como tendência global. In: L. BACICH; L. HOLANDA. (orgs.). **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020. 23-38 p.

SHAUGHNESSY, M. By way of introduction: Mathematics in a STEM context. **Mathematics Teaching in the Middle School**, 2013, V.18 No.6, 324p.

WATSON, A. D.; WATSON, G. H. Transitioning STEM to STEAM: reformation of engineering education. **The Journal for Quality & Participation**. October, 2013, 1-4p. Disponível em: https://www.academia.edu/8766909/TransitioningSTEM_to_STEAMReformation_of_Engineering_Education. Acesso em: 26 dez. 2020.

Analogias nas ciências da saúde

*Eliene Diniz dos Santos*¹
*João Rodolfo Lauton M. de Souza*²
*Ronaldo Luiz Nagem*³

Um Momento *Star Trek*

Uma maneira adequada de começarmos este capítulo é por nossa chegada inicial ao Grupo de Estudos em Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência (GEMATEC) até o início da inquietação e a busca pelo estudo em analogias na saúde. Após um breve histórico, iniciaremos os tópicos do capítulo.

Na série de televisão *StarTrek*, toda jornada da Frota Estelar partiu de uma necessidade ou de um reconhecimento. Em geral, saímos de um ponto do universo a outro quando precisamos ou quando ficamos incomodados com algo. Estão aí dois pontos propulsores de nossa *USS Enterprise*. Vamos a nossa dobra espacial então!

Durante conversas com amigos e observações no discurso, o conteúdo chamou a atenção. Eis que no dito havia algo recorrente e facilitador do diálogo: comparações. Tanto emissor quanto receptor exploravam esse recurso em suas mensagens. O que diferenciava era o nível de consciência disso pois um dos lados já era integrante do referido grupo de estudos. O interesse pelo tema e a curiosidade crescente começaram a ser os motores.

¹ Mestre em Educação Tecnológica pelo CEFET – MG.- Enfermeira

² Mestre em Educação Tecnológica pelo CEFET – MG - Fisioterapeuta

³ Doutor em Biologia – Professor do Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET/MG

Com a visita ao grupo, começamos a perceber, com os debates, a presença de um tipo de comparação frequente na atuação do profissional de saúde: a analogia. Buscamos na memória e na literatura esse recurso em nosso contexto. Ficamos surpresos com os resultados. Na primeira busca, encontramos um número razoável e, na segunda, pudemos ver possibilidades.

Trilhamos, então, uma jornada rumo ao maior entendimento da relação entre a analogia e as Ciências da Saúde. Em seguida às leituras exploratórias, conversas nos corredores com membros do GEMATEC e à consequente reflexão crítica, procuramos, então, por mais conhecimento com esse tema de pesquisa.

Este capítulo é resultado de duas dissertações de mestrado em Educação Tecnológica⁴ pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) orientadas pelo professor Ronaldo Luiz Nagem. Os trabalhos acadêmicos dissertam sobre às áreas da Enfermagem⁵ e da Fisioterapia⁶.

Abordaremos definição, o que são na e para a disciplina de Saúde, exemplos de utilização e aplicação de analogia nas referidas áreas de pesquisa. Ao final pontuaremos as perspectivas futuras em relação ao tema.

Analogias e Saúde

As analogias estão presentes em diversos campos: nos conteúdos de livros das diversas áreas científicas, nas atividades docentes, na pesquisa

⁴ Atual mestrado em Educação Tecnológica.

⁵ SANTOS, E. D. *Analogias na educação em saúde: estudo de livro e prática de enfermeiros*, 2013. 153f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFET-MG, Belo Horizonte, 2013.

⁶ SOUZA, J. R. L. M. *Analogias nas ciências da saúde: um estudo em livro e com profissionais de Fisioterapia*. 2013. 163f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFET-MG, Belo Horizonte, 2013.

científica e na divulgação do conhecimento em suas diferentes formas e áreas (NAGEM et al., 2003). Na graduação, da área das Ciências da Saúde, nos livros referenciados na bibliografia dos cursos de Medicina, Enfermagem, Fisioterapia, dentre outros, observa-se que os textos apresentam diversas analogias, sendo estas, porém, muito pouco exploradas e sistematizadas pelos autores.

Com o objetivo de desenvolver explicações satisfatórias ou para tornar algo inteligível, o estabelecimento de pontes entre o conhecido e o desconhecido por meio de analogias favorece a compreensão, ilustração ou construção de um domínio científico não familiar (BOZELLI; NARDI, 2006). Entretanto, Nagem e Carvalhaes (2002) alertam que sem a complementação de explanações acerca do que se quer realmente destacar e/ou comparar, dúvidas e confusões podem ser geradas.

Se observarmos, a área da saúde se enquadra nesse universo das explicações, de forma recorrente e para facilitar o entendimento de terminologias técnicas-científicas, há sempre a possibilidade de uso de analogias. Nesse sentido, o paciente pode ser mais do que um mero ouvinte e passar a compreender em níveis variados um conceito, uma técnica, um processo ou uma reação de seu corpo ou condição de saúde.

O papel de um profissional de saúde não é somente ouvir e prescrever os cuidados necessários ao paciente. Esse profissional está envolvido com a Educação em Saúde e deverá não somente ajudar a melhorar a saúde dos indivíduos e comunidades através de exames, medicamentos ou procedimentos como também facilitar a compreensão dos mesmos por meio de explicações e orientações claras. Nesse processo educacional a analogia pode se fazer um hábil recurso.

Com todas essas possibilidades entendemos que um dos primeiros passos é a compreensão do que é uma comparação baseada em similaridades entre o conhecido e o desconhecido. Buscamos e

apresentamos uma proposta de definição operacional de analogia baseada no estudo e pesquisa em dicionários e literatura científica.

O Que é Essa Tal de Analogia, Afinal?

Em sua origem, a palavra analogia, do grego, significa "de acordo com a razão" - *ana* "de acordo com" e *logos*, "razão" - (HAAPARANTA, 1992). Ainda, segundo esse autor, a palavra analogia significa um conceito matemático referente à "proporção" de forma que A está para B e C está para D.

Entretanto, no decorrer do processo histórico, ela desvia-se dessa visão técnica, na medida em que se considera que não corresponde a uma identidade de duas relações, mas, antes, assegura uma similitude de correlações (PERELMAN, 1970). Nessa configuração, a analogia não pressupõe igualdade simétrica, mas uma relação usada com a finalidade de esclarecer, estruturar e avaliar o desconhecido a partir do que se conhece (HOFFMAN; SCHEID, 2007). Buscamos uma definição operacional procurando pela objetividade, precisão e contextualização do conceito, ou seja, a especificação de como ele será entendido ou abordado dentro de um conjunto de circunstâncias. Nessa investigação passamos por dicionários e artigos especializados.

No Houaiss, dicionário de língua portuguesa, um dos significados para o termo analogia é: "s.f. 1. relação ou semelhança entre coisas ou fatos; 2. lógica baseada nessa semelhança" (HOUAISS; VILLAR; FRANCO, 2008, p. 41). Já no Merriam Webster Dictionary (2012), um significado correspondente é dado a esse termo: "semelhança em alguns aspectos entre coisas diferentes" (tradução nossa)⁷. Por sua vez, no dicionário de filosofia Abbagnano (2007) temos o seguinte significado: "2 [...] uso de

⁷ (...) resemblance in some particulars between things otherwise unlike.

semelhanças genéricas que se podem aduzir entre situações diversas” (p. 55). A escolha por essas três definições se deu em decorrência da equivalência de significado que apresentam entre si.

Na literatura, segundo Mól (1999), o significado de analogia é amplo e abordado por diferentes autores com vertentes distintas. Newby (1987) compreende a analogia como processo cognitivo onde, por meio de uma comparação nítida de duas "coisas", uma informação nova é colocada em termos já familiares. Na perspectiva de Glynn (1991) é um processo em que se identificam semelhanças entre conceitos, sendo um deles familiar e outro desconhecido.

Ainda para Glynn (1994), ideias podem ser transferidas de um conceito familiar, chamado análogo, para um conceito não familiar, chamado alvo. Neste procedimento há o estabelecimento de associações entre os dois conceitos se os mesmos compartilham características comuns. Duit (1991) por sua vez se refere a comparações de estruturas entre aquilo que ele chamou de domínio. Este termo é aquilo a respeito do que se fala, um assunto ou conceito abordado. Segundo o referido autor, há dois tipos de domínio em uma relação analógica: o conhecido — domínio base ou fonte — e aquele que será explicado ou aprendido baseado em comparações com o domínio base — o domínio alvo (do inglês, *target*).

Há ainda o conceito de contra-analogia proposto por Ferry (2008). Nessa concepção, as diferenças seriam privilegiadas no momento da comparação, isto é, a comparação baseia-se em diferenças e não em similaridades. Entretanto, ressaltamos que tanto analogia como contra-analogia são fundamentalmente comparações.

Assim, a partir dos dados obtidos com as pesquisas realizadas tanto em dicionário como em artigos científicos para os significados de analogia, podemos perceber que há uma concordância nas exposições. Por meio dessa busca, entendemos e propomos a seguinte definição operacional

para analogia: uma analogia é uma comparação ou o estabelecimento de relações entre dois domínios, um conhecido (ou familiar) e outro desconhecido (ou não familiar), que permite que o segundo seja compreendido, explicado, descrito ou ilustrado por meio de semelhanças que apresenta com o primeiro.

"Analogia 51", Uma Boa Ideia: A Neurociência Cerebral

Nesta seção discutiremos que implicações cognitivas a analogia tem e como ocorre o processo de comparação em nosso cérebro quando nos deparamos com informações novas ou desconhecidas. Apresentamos maiores esclarecimentos de como a analogia funciona na esfera cognitiva.

Segundo Lawson e Lawson (1993) o cérebro é capaz de localizar experiências passadas que são comparadas com a experiência atual. Se nessa busca cerebral correspondências são encontradas a nova experiência torna-se memória de longo prazo, caso contrário a experiência será esquecida. Assim, o processo de comparação seria um dos caminhos para lembrar. Rule e Furletti (2004), esclarecem que a realização de conexões é fundamental para o armazenamento e recuperação de informações e nesse processo as analogias constituem uma importante fonte para a efetuação de conexões entre a nova e a prévia informação.

Por exemplo, quando lemos um texto, a informação que chega aos nossos olhos é levada ao cérebro, onde tem que enfrentar uma estrutura cognitiva. Essa infraestrutura cerebral se ativa e começa a busca por ideias ou conceitos que se relacionam com o que se está lendo. Dessa forma, é gerada uma interação entre o leitor e o texto (MÁRQUEZ, 2010). Essa interação é fundamental para a compreensão textual, pois nesta operação o leitor relaciona a informação apresentada pelo autor com a informação presente (armazenada) em sua mente. É um processo de relacionar a informação nova com a antiga (SMITH, 2003).

Contudo, caso a interação não ocorra, isto é, quando não se conta com a disposição e clareza de conhecimentos prévios a leitura, a compreensão estará comprometida e produzirá conflitos cognitivos. Nessas circunstâncias, a inclusão da informação à memória de longo prazo também se torna afetada porque há uma sobrecarga da memória de curto prazo com muitas palavras sem sentido e conexão para o leitor (SMITH, 2003). À vista disso, as analogias podem facilitar a compreensão já que facilitam a apreensão da nova ideia.

Embora não existam conclusões completas sobre as operações que subjazem nossas realizações humanas, uma proposição é que temos a capacidade de pensar sobre padrões relacionais. Nesse sentido, a analogia se torna um componente central e crítico do núcleo da cognição pois, numa acepção ampla, ela é esta capacidade de pensar dessa forma (HOLYOAK; GENTNER; KOKINOV, 2001).

Conforme podemos ver, no cérebro existe um mecanismo que estabelece correspondências entre o impulso de entrada e o impulso de saída a partir de experiências prévias. Não ocorrendo relações, respostas alternativas são selecionadas. Em outros termos, quando um estímulo chega a este órgão operações analógicas são realizadas em busca de correspondências com o que está entrando. Se nesse mecanismo as mesmas ocorrerem, o estímulo é considerado familiar por conter algum registro cerebral e sua codificação e aprendizado são facilitados para a memória de longo prazo. Caso contrário, dirigir a atenção de forma cuidadosa para o objeto não familiar estimulará a ativação de células que não estavam envolvidas no processo até um nível alto o bastante para facilitar o registro do objeto (GROSSBERG, 1982).

Proposta de um Sistema de Classificação das Analogias

Ao identificar analogias em diversos contextos, por exemplo livros acadêmicos, diálogos em saúde, como também nos contextos de ensino e aprendizagem, podemos verificar que elas podem ser analisadas e classificadas de acordo com os critérios do sistema de classificação elaborado no presente trabalho baseado nas propostas de Curtis e Reigeluth (1984) e de Queiroz (2000). Os primeiros autores desenvolveram um sistema de classificação de analogias contendo seis categorias: relação analógica; formato de apresentação; condição da analogia; posição do análogo na explicação; nível de enriquecimento e orientação pré-alvo. Cada uma das respectivas categorias apresenta subdivisões. Vários estudos de analogias em livros utilizaram o sistema desses autores na forma original ou modificada (ORGILL; BORDNER, 2006; ZAMBON, PICCINI; TERRAZAN, 2009; CUNHA, 2006). Por sua vez, Queiroz (2000), propõe em seu trabalho uma categoria para a classificação do análogo quanto à sua natureza, interna ou externa à área conceitual em que se encontra a analogia.

Nos trabalhos anteriormente citados (SANTOS; NAGEM, 2013; SOUZA; NAGEM, 2013) realizaram-se modificações e elaborou-se novas categorias a partir do sistema de Curtis e Reigeluth (1984). Quanto à categoria proposta por Queiroz (2000), estende-se a classificação para qualquer área do conhecimento — em sua forma original, ela estava limitada ao campo da Física devido ao estudo realizado por essa autora. Essas alterações tiveram como objetivo ampliar as possibilidades de análise e de classificação das analogias utilizadas na área das Ciências da Saúde. O sistema de classificação de analogias utilizados nas referidas dissertações, contendo suas categorias, caracterizações e tipologias, estão apresentadas no quadro 1, a seguir.

QUADRO 1: Proposta de categorias, caracterizações e tipologias para classificação de analogias

CATEGORIA	TIPOLOGIA		CARACTERIZAÇÃO
1. Vinculação analógica	Estrutural		Quando a vinculação entre alvo e veículo ocorre por semelhança na forma, na estrutura e/ou na aparência.
	Funcional		Quando a vinculação entre alvo e veículo ocorre por semelhança na função, ou funcionamento, e/ou no comportamento.
	Funcional/Estrutural		Quando a vinculação entre alvo e veículo ocorre por combinação dos tipos estrutural e funcional
	Processual		Quando a vinculação entre alvo e análogo ocorre por meio de semelhança de processos.
	Sensorial	Visual	Quando a vinculação sensorial entre alvo e veículo ocorre por semelhança de cor.
		Auditiva	Quando a vinculação sensorial entre alvo e veículo ocorre por semelhança de som.
		Olfativa	Quando a vinculação sensorial entre alvo e veículo ocorre por semelhança de odor.
		Gustativa	Quando a vinculação sensorial entre alvo e veículo ocorre por semelhança gustativa (sabores).
		Tátil	Quando a vinculação sensorial entre alvo e veículo ocorre por semelhança tátil (sensação térmica, aspereza, viscosidade).
2. Comunicação analógica	Verbal	Oral	Quando a comunicação entre o alvo e o veículo ocorre na expressão oral.
		Textual	Quando a comunicação entre o alvo e o veículo ocorre na expressão escrita.
	Não Verbal	Corporal	Quando a comunicação entre o alvo e o veículo ocorre na expressão corporal (movimento, mímica, gestos).
	Pictórico		Quando a comunicação entre o alvo e o veículo ocorre na expressão por meio de desenhos, figuras, esquemas, fotografias.
	Mista		Quando a comunicação entre o alvo e o veículo integra essas tipologias.
3. Natureza do veículo	Concreta		Quando a condição do veículo é de natureza concreta, material, passível de ser percebida por meio dos cinco sentidos e/ou mensurável.
	Abstrata		Quando a condição do veículo é de natureza não concreta, não percebida por meio dos cinco sentidos e/ou não mensurável.
4. Natureza do alvo	Concreta		Quando a condição do veículo é de natureza concreta, material, passível de ser percebida por meio dos cinco sentidos e/ou mensurável.
	Abstrata		Quando a condição do veículo é de natureza não concreta, não percebida por meio dos cinco sentidos e/ou não mensurável.
5. Origem do veículo	Interna		Quando a origem do veículo pertence à mesma área de conhecimento do alvo.
	Externa		Quando a origem do veículo pertence à área de conhecimento diferente da área do alvo.

6. Posição do alvo em relação ao veículo	Inicial	Quando o alvo aparece no início da descrição da relação analógica.
	Final	Quando o alvo aparece no final da descrição da relação analógica.
	Concomitante	Quando o alvo e o veículo aparecem concomitantemente na descrição da relação analógica.
7. Proporção alvo: veículo	1:1 (única)	Quando apenas um veículo é utilizado para descrever o alvo.
	1:2 (dupla)	Quando são utilizados para descrever o alvo dois veículos.
	1:3 (tripla)	Quando são utilizados para descrever o alvo três veículos.
	1: [...] (múltipla)	Quando são utilizados para descrever o alvo [...] veículos.
8. Grau de exploração da relação analógica	Primeiro grau	Quando uma única característica do veículo é explorada na relação analógica.
	Segundo grau	Quando duas características do veículo são exploradas na relação analógica.
	Terceiro grau	Quando três características do veículo são exploradas na relação analógica.
	Grau múltiplo	Quando mais de três características do veículo são exploradas na relação analógica.

FONTE: Elaborado por Nagem; Santos; Souza (2012), adaptado de Curtis e Reigeluth (1984) e Queiroz (2000).

Maiores detalhes a respeito de cada categoria e suas respectivas tipologias, com as justificativas das modificações realizadas, são apresentados a seguir. Assinala-se que a caracterização de cada tipologia se encontra no quadro 1 para que não se prolongue as considerações sobre essa proposta de sistema de classificação.

Em sua proposta, Curtis e Reigeluth (1984), apresentam, na categoria nomeada por eles de Relação analógica, apenas três tipos, que são: estrutural, funcional e estrutural-funcional. Na presente proposta do sistema de classificação, ampliou-se a primeira categoria para cinco tipologias, sendo que uma delas, a sensorial, apresenta outras subdivisões, quais sejam: visual, auditiva, olfativa, gustativa e tátil. Julgam-se tais modificações necessárias decorrente da diversidade de assuntos tratados nas Ciências da Saúde. Tal fato pode ser evidenciado pelas disciplinas encontradas na grade curricular dos cursos da área: Biologia, Química, Física, combinações destas, dentre outras; e pelos contextos estudados: Ortopedia, Cardiologia, Pneumologia, Obstetrícia, etc.

Por exemplo, manchas *café-au-lait*, uma lesão de pele. Nessa condição manchas normalmente marrom-claras aparecem sobre a pele (GOODMAN; SNYDER, 2010). Entende-se que a semelhança da tonalidade de cor dessa lesão cutânea com a bebida em questão leva a tal analogia. Assim, percebe-se que a relação analógica não se enquadra em nenhuma das propostas na literatura utilizada para a construção do sistema de classificação. Nesse caso, a vinculação analógica é sensorial do tipo visual, conforme se pode confirmar no quadro 1.

Outra situação que se pode encontrar na área da saúde diz respeito aos tipos de zumbido nos ouvidos que um paciente pode relatar: campainha, grilos, apito, cachoeira, jato de vapor, dentre outros (PORTO, 2000). Nesses casos, observam-se analogias com objetos, com animais e com a natureza, cujos vínculos analógicos estabelecidos aqui, ocorrem por semelhança de som, o que caracteriza tais casos na tipologia sensorial auditiva.

Observe esse outro exemplo encontrado em um livro sobre avaliação musculoesquelética:

À medida que o examinador se move ao longo da face superior do ângulo da mandíbula, os dedos passam sobre a glândula parótida. Normalmente, a glândula não é palpável, mas quando ela apresenta uma patologia (p. ex., caxumba), a sensação à palpação local é de uma textura “esponjosa” e não de uma textura óssea e dura normal. (MAGEE, 2005, p. 200).

Nesse exemplo, uma analogia é feita na sensação tátil que se tem quando a glândula parótida apresenta uma patologia. A região dessa glândula em condição patológica apresenta uma textura semelhante àquela que se observa em uma esponja. Assim, conforme o quadro 1, a vinculação analógica é do tipo sensorial tátil.

Por sua vez, em um livro da área de enfermagem encontramos o seguinte exemplo: “Causa da Secreção: Vaginose bacteriana – Odor: de peixe, frequentemente percebido após a relação sexual” (SMELTZER; BARE, 2005, p. 1.458). Pode-se observar que, nesse exemplo, a vinculação analógica se faz por semelhança ao odor, isso significa que, o sinal clínico da referida condição patológica é o odor que apresenta e que se assemelha ao de peixe. Assim, conforme o sistema de classificação, a tipologia é do tipo sensorial olfativa.

Diante dessas e de outras possibilidades, justificam-se as ampliações realizadas nesta proposta de sistema de classificação de analogia com base na literatura. Espera-se com isso maiores possibilidades de classificação de analogias.

Em relação à mudança no nome da categoria, Relação analógica para Vinculação analógica, estabeleceu-se a segunda por esta transmitir melhor a ideia de ligação que ocorre entre o alvo e o veículo em uma analogia. Mais do que relacionados, esses elementos estão ligados entre si por apresentarem alguma característica em comum e que permite transposição do veículo para o alvo.

A segunda categoria, Comunicação analógica, foi ampliada e fragmentada. Curtis e Reigeluth (1984) consideram duas formas de apresentação de analogia: verbal e pictórica-verbal. Na forma verbal são usadas somente palavras na descrição ou explicação da analogia, na verbal-pictórica a explicação ou descrição de uma analogia verbal é complementada ou reforçada por figuras.

No sistema de classificação proposto, compôs-se essa categoria com quatro tipologias: verbal; não verbal; pictórico e mista. Essa divisão foi decorrente de estudos em materiais da Linguística que, após análise, pôde-se verificar que as tipologias propostas alcançam a classificação das diversas possibilidades de se comunicar uma analogia.

A terceira e quarta categoria, Natureza do veículo e Natureza do alvo, respectivamente, são divisões da categoria nomeada de Condição da analogia do sistema de classificação dos autores já referidos, os quais consideram três possibilidades de combinações de veículo e alvo numa analogia: concreto/concreto; abstrato/abstrato e concreto/abstrato. Na proposto do sistema de classificação colocado considera-se alvo e veículo separadamente, com os dois tipos de natureza disjuntos, possibilitando, assim, maiores possibilidades de classificação.

A quinta, Origem do veículo, classifica tal elemento quanto a sua procedência, havendo duas possibilidades: quando o veículo deriva da mesma área de conhecimento do alvo, sendo então uma origem interna; e quando o veículo deriva de uma área não pertencente à do alvo, caracterizando, assim, a origem externa. Essa categoria foi baseada em estudos do trabalho de Queiroz (2000).

A categoria Posição do alvo em relação ao veículo é uma inversão da categoria proposta por Curtis e Reigeluth (1984), ou seja, no caso desses autores a posição do veículo em relação ao alvo é avaliada na analogia. Os referidos autores, ainda, atribuem papéis ao veículo dependendo de sua posição na analogia, tais como: organizador avançado, ativador encaixado e pós-sintetizador.

O objetivo fundamental de uma analogia é facilitar o entendimento do domínio desconhecido. Entende-se o alvo como determinante da lógica de uma analogia, isto é, o processo de facilitação (a analogia) gira em torno desse elemento, pois é ele o domínio que deve ser entendido. Assim, justifica-se a modificação na escolha do elemento a ser avaliado nessa categoria. Foram nomeadas três possibilidades na tipologia: inicial, final e concomitante.

A categoria ‘Proporção alvo: veículo’ foi elaborada visando à quantificação de veículo utilizado em uma analogia. Dessa forma, essa

categoria apresenta uma visão quantitativa do processo analógico. Com essa relação matemática, procurou-se avaliar a ocorrência de veículos e considerar o resultado como uma característica de uma analogia. Dessa forma, ampliaram-se as possibilidades de análise e classificação, proporcionando um meio para comparação de resultados.

Por fim, a categoria Grau de exploração da relação analógica intenta uma forma qualitativa de se avaliar e classificar uma analogia. Por meio do grau de exploração das características do veículo espera-se conseguir tal resultado.

Exemplos dos Resultados da Pesquisa, Tanto no Livro de Enfermagem como de Fisioterapia

Nesta seção, apresentamos os resultados dos trabalhos acadêmicos utilizados para o presente capítulo. Os mesmos advêm dos livros investigados das áreas de fisioterapia e enfermagem e das falas dos profissionais de saúde sujeitos de pesquisa.⁸ Esses resultados forneceram bases para o entendimento da identificação das analogias no livro, para traçar o perfil dos participantes da pesquisa e para a descrição das categorias temáticas. A seguir estão os dados junto com a utilização da proposta do sistema de classificação.

⁸ KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 4. ed. Barueri: Manole, 2005.

SMELTZER, S. C.; BARE, B. G. **Tratado de enfermagem médico-cirúrgica**. 10. ed. v. 2. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

Exemplo A

FIGURA 01: Posição do paciente e direção do movimento para o exercício. Aparador de grama a gasolina.



FONTE: SOUZA, 2013, p. 81 apud KISNER; COLBY, 2005, p. 414; ESTRELA10, 2012.

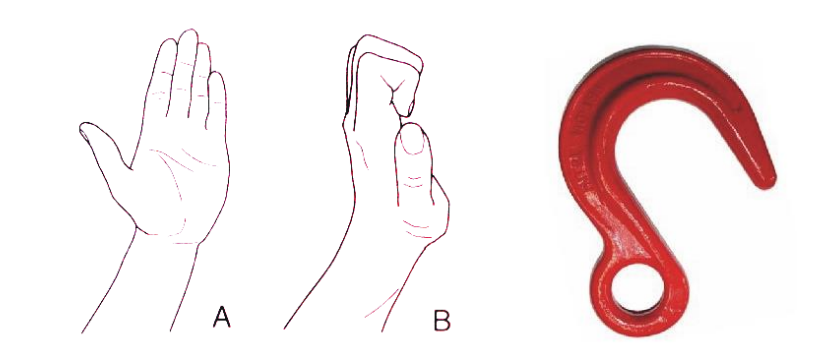
QUADRO 2: Classificação da analogia de ‘dar partida no motor’ quanto às categorias, respectivas tipologias e justificativas.

CLASSIFICAÇÃO QUANTO À:	TIPOLOGIA	JUSTIFICATIVA
1. Vinculação analógica	Funcional	A vinculação entre alvo e veículo ocorre por semelhança no funcionamento, isto é, para execução do exercício o paciente deverá realizar um movimento semelhante ao de quando dá a partida em um motor.
2. Comunicação analógica	Mista (verbal textual e pictórica)	A comunicação ocorre pela escrita e é reforçada por figura.
3. Natureza do veículo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
4. Natureza do alvo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
5. Origem do veículo	Externa	Não pertencente à área de conhecimento do alvo.
6. Posição do alvo em relação ao veículo	Inicial	A movimentação necessária é informada antes do veículo.
7. Proporção alvo: veículo	1:1	Identificado apenas um veículo.
8. Grau de exploração da relação analógica	Primeiro grau	Apenas uma característica é explorada.

FONTE: SOUZA, 2013, p. 81-82 adaptado pelos autores, 2020.

Exemplo B

FIGURA 2: Posição da mão para o exercício. A) mão aberta. B) posição de gancho. Gancho



FONTE: SOUZA, 2013, p. 82 apud KISNER; COLBY, 2005, p. 457; B. LOTTI, 2011.

QUADRO 3: Classificação da analogia do ‘gancho’ quanto às categorias, respectivas tipologias e justificativas

CLASSIFICAÇÃO QUANTO À:	TIPOLOGIA	JUSTIFICATIVA
1. Vinculação analógica	Estrutural	A vinculação entre alvo e veículo ocorre por semelhança na forma. A posição final da mão é parecida com um gancho.
2. Comunicação analógica	Mista (verbal textual e pictórica)	A comunicação ocorre pela escrita e é reforçada por figura.
3. Natureza do veículo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
4. Natureza do alvo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
5. Origem do veículo	Externa	Não pertencente à área de conhecimento do alvo.
6. Posição do alvo em relação ao veículo	Final	O posicionamento necessário dos dedos é informado após o veículo.
7. Proporção alvo: veículo	1:1	Identificado apenas um veículo.
8. Grau de exploração da relação analógica	Primeiro grau	Apenas uma característica é explorada.

FONTE: SOUZA, 2013, p. 83 adaptado pelos autores, 2020.

Exemplo C

Tópico do capítulo do Livro: *Anatomia do Sistema Reprodutivo Feminino* (seção do capítulo). Analogia identificada no capítulo do livro:

L3 - Abaixo desse orifício está uma abertura maior, o orifício vaginal ou introito (Fig. 46.1). Em cada lado do orifício vaginal, encontra-se uma *glândula vestibular (de Bartolin)*, uma estrutura em formato de feijão, que desemboca

sua secreção mucosa através de um pequeno ducto. (SMELTZER; BARE, 2005, p. 1448, grifos nossos).

Explicação da situação analógica: comparação da glândula vestibular (de Bartoloin) com a forma do feijão.

FIGURA 3: Glândula de Bartolin (Alvo)

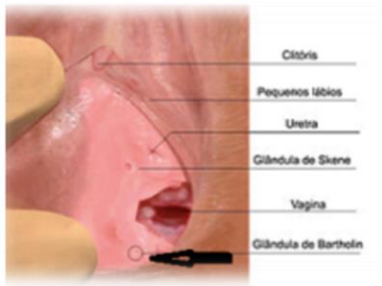


FIGURA 4: Feijão (Veículo)



FONTE: Adaptado de SANTOS, 2013, p. 71 apud Figura 3: SMELTZER; BARE, 2005. Figura 4: WIKIPEDIA, 2012.

QUADRO 4: Classificação da analogia ‘do Feijão’ quanto às categorias, respectivas tipologias e justificativas

CLASSIFICAÇÃO QUANTO À:	TIPOLOGIA	JUSTIFICATIVA
1. Vinculação analógica	Estrutural	A vinculação entre alvo e veículo ocorre por semelhança na forma.
2. Comunicação analógica	Verbal Textual	A comunicação ocorre pela escrita
3. Natureza do veículo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
4. Natureza do alvo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
5. Origem do veículo	Externa	Não pertencente à área de conhecimento do alvo.
6. Posição do alvo em relação ao veículo	Inicial	O posicionamento necessário da glândula é informado antes do veículo .
7. Proporção alvo: veículo	1:1	Identificado apenas um veículo.
8. Grau de exploração da relação analógica	Primeiro grau	Apenas uma característica é explorada.

FONTE: SANTOS, 2013 adaptado pelos autores, 2020.

Exemplo D

Tópico do capítulo do livro: Avaliação Física (seção do capítulo). Analogia identificada nesse capítulo de livro: “L9 - A secreção provocada

pela infecção por espécies de *Cândida* é espessa e amarelo-esbranquiçada, com aspecto de queijo ricota.” (SMELTZER; BARE, 2005, p. 1458)

A explicação da situação analógica é a seguinte: a secreção por *Cândida*, uma infecção por fungo, é comparada na cor, na consistência e na aparência com o queijo ricota.

FIGURA 5: Secreção por *Cândida* (Alvo)



FIGURA 6: Queijo ricota (Veículo)



FONTE: Adaptado de SANTOS, 2013, p. 74 apud Figura 5: LAPIN, 2012. Figura 6: SILVA, 2011.

QUADRO 5: Classificação da analogia ‘do tipo queijo ricota’ quanto às categorias, respectivas tipologias e justificativas

CLASSIFICAÇÃO QUANTO À:	TIPOLOGIA	JUSTIFICATIVA
1. Vinculação analógica	Estrutural/Sensorial Visual e Tátil	A vinculação entre alvo e veículo ocorre por semelhança na forma, na cor e no tato.
2. Comunicação analógica	Verbal Textual	A comunicação ocorre pela escrita
3. Natureza do veículo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
4. Natureza do alvo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
5. Origem do veículo	Externa	Não pertencente à área de conhecimento do alvo.
6. Posição do alvo em relação ao veículo	Inicial	O posicionamento necessário da glândula é informado antes do veículo .
7. Proporção alvo : veículo	1:1	Identificado apenas um veículo.
8. Grau de exploração da relação analógica	Terceiro grau	Três características são exploradas.

FONTE: SANTOS, 2013 adaptado pelos autores, 2020.

Exemplo E

Analogias identificadas nos relatos dos enfermeiros da saúde da família. Relato E1:

“Para explicar ao paciente hipertensão arterial e diabetes mellitus como as suas veias e artérias podem estar com ateroma e aterosclerose. Uso a analogia da pia de cozinha, se a gente ficar jogando óleo de cozinha, uma hora ela vai entupir”. (Fonte: Dados da Pesquisa).

A explicação da situação analógica é a seguinte: nessa situação, o processo de entupimento de um vaso sanguíneo decorrente do acúmulo de gordura (ateroma) em seu interior é comparado com o mesmo processo de entupimento que ocorre quando se joga óleo de cozinha na pia.

FIGURA 7: Veia ou Artéria – Obstruída
(Alvo)

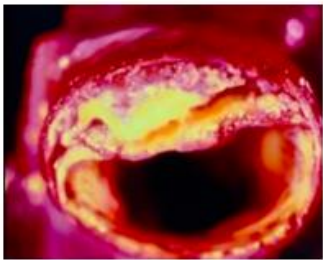


FIGURA 8: Cano da Pia de Cozinha - Entupido
(Veículo)



FONTE: Adaptado de SANTOS, 2013, p. 83 apud Figura 7: WORD PRESS, 2010. Figura 8: GLOBAL LEADS GROUP, 2011.

QUADRO 6: Classificação da analogia do ‘cano da pia de cozinha’ quanto às categorias, respectivas tipologias e justificativas

CLASSIFICAÇÃO QUANTO À:	TIPOLOGIA	JUSTIFICATIVA
1. Vinculação analógica	Processual	A vinculação entre alvo e veículo ocorre por semelhança de processo.
2. Comunicação analógica	Verbal Oral	A comunicação ocorre na forma de expressão oral
3. Natureza do veículo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
4. Natureza do alvo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
5. Origem do veículo	Externa	Não pertencente à área de conhecimento do alvo.
6. Posição do alvo em relação ao veículo	Inicial	O posicionamento necessário da glândula é informado antes do veículo .
7. Proporção alvo : veículo	1:1	Identificado apenas um veículo.
8. Grau de exploração da relação analógica	Primeiro grau	Apenas uma característica é explorada..

FONTE: SANTOS, 2013 adaptado pelos autores, 2020.

Exemplo F

Analogias identificadas nos relatos dos enfermeiros da saúde da família. Relato E10:

“[...] Por exemplo, essa do vaso sanguíneo como um cano de água, para explicar hipertensão. Aí eu explico como que faz a pressão. Como faz a pressão nos vasos? Como se fosse uma água jorrando dentro de um cano, e muitas vezes esses vasos, essa pressão dessa água, é a mesma coisa do sangue que estão dentro do “caninho” do nosso corpo. E essa pressão batendo muito forte numa parede, vai descamando a parede, e a mesma coisa faz nos órgãos, no coração, no cérebro, nos rins, vai danificando esses órgãos. Essa pressão forte batendo nos órgãos. Eu utilizo para que o usuário compreenda melhor sua doença”. (Fonte: Dados da Pesquisa).

A explicação da situação analógica é a seguinte: nesse exemplo, E10 tem por objetivo explicar a hipertensão arterial. Consideramos que a analogia principal aqui é o fato do aumento de pressão sanguínea desgastar as paredes de um vaso, assim como o aumento de pressão da água no interior de um cano desgasta suas paredes. Entende-se esse desgaste como um processo. Observou-se que, antes de realizar essa analogia, E10 necessitou de três outras, a saber: comparar a forma do vaso sanguíneo com um cano; o fluxo sanguíneo com o fluxo da água; e comparar a pressão que a água exerce nas paredes de um cano com a pressão que o sangue exerce na parede dos vasos sanguíneos.

FIGURAS 9: Vaso, sangue e pressão
(Alvo)

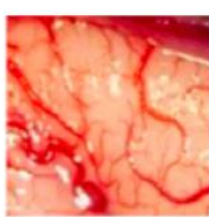
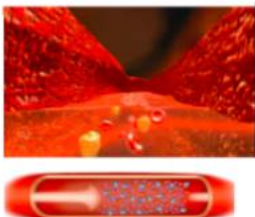


FIGURA 10: Cano, água jorrando e pressão
(Veículo)



FONTE: Adaptado de SANTOS, 2013, p. 86 apud Figura 9: MARK, 2010; SAADI, 2012. Figura 10: HELU, 2011.

QUADRO 7: Classificação da analogia ‘do cano da pia de cozinha’ quanto às categorias, respectivas tipologias e justificativas

CLASSIFICAÇÃO QUANTO À:	TIPOLOGIA	JUSTIFICATIVA
1. Vinculação analógica	Estrutural/Processual/Funcional	A vinculação entre alvo e veículo ocorre por semelhança na forma, no processo e na função.
2. Comunicação analógica	Verbal Oral	A comunicação ocorre na forma de expressão oral C
3. Natureza do veículo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
4. Natureza do alvo	Concreta	Pode ser percebido pelos sentidos.
5. Origem do veículo	Externa	Não pertencente à área de conhecimento do alvo.
6. Posição do alvo em relação ao veículo	Inicial	O posicionamento necessário da glândula é informado antes do veículo
7. Proporção alvo : veículo	1:1	Identificado apenas um veículo.
8. Grau de exploração da relação analógica	Terceiro grau	Três características são exploradas.

FONTE: SANTOS, 2013 adaptado pelos autores, 2020.

Perspectivas e Propostas para Pesquisas Futuras

O presente capítulo objetivou apresentar os resultados de estudos e pesquisas no uso de analogias nas Ciências da Saúde. Isso se deu por meio de um estudo descritivo e exploratório com abordagem qualitativa para identificar e analisar as analogias em um capítulo de um livro, específico da área de enfermagem e da área de fisioterapia, como também na prática de enfermeiros e fisioterapeutas.

Os autores de livros didáticos usam um número expressivo de analogias em seus textos, mas não as apresentam de forma metodológica, ou de forma sistemática, conforme corroborado pela literatura. Em nossos resultados, também constatamos tal fato, pois as analogias não foram apresentadas de forma esclarecida ou com suas limitações explicitadas. O planejamento, a programação, a sistematização, o método de ensino e a avaliação do uso das analogias, tanto por autores quanto pelos sujeitos envolvidos na realização de sua prática, não mostraram suficientes, conforme observado nos resultados.

É importante pontuar que com a análise dos resultados outras questões que não puderam ser discutidas no momento foram levantadas. Dessa forma, pretende-se contribuir com novos estudos em relação às considerações descritas. Para tal, apresentam-se algumas indagações que surgiram durante o processo desta pesquisa, a saber: se apenas a análise de um capítulo do livro é o suficiente para generalizar o uso delas no livro todo? Como as analogias estão na versão original do livro pesquisado? São analogias iguais ou semelhantes às entendidas nessa tradução? Em que aspectos estão associadas? Livros importados e traduzidos por autores brasileiros fazem com que as analogias utilizadas em seus textos sejam compreendidas? Os veículos/análogos são claros, conhecidos? As analogias traduzidas não são tão bem compreendidas, por isso podem apresentar traduções simples desse recurso utilizado nos textos?

Ao comparar nosso estudo com outros livros, como por exemplo com o *Tratado de Fisiologia Médica*, de Guyton Hall, básico a todos os cursos da área da saúde, poderíamos perguntar ainda: como estas analogias estariam identificadas? Como seriam classificadas? Quais distinções existiriam em relação à proposta do nosso sistema de classificação para a área da saúde? Quais as ampliações e implicações desse sistema? Como a fisiologia é entendida pelo processo analógico?

Além dessas, outras questões permanecem, tais como: que contribuições o uso sistematizado de analogias poderia trazer para o desempenho dos sujeitos envolvidos com a área da saúde? Os termos médicos apresentam evidências de que surgem de comparações analógicas. É significativo para o processo de ensino e de aprendizagem dos termos médicos utilizar o recurso analógico sem sistematização? Como seria realizada a sistematização das analogias para a área das Ciências da Saúde? Qual o melhor método, ou teríamos que modificar os métodos para adequá-los aos estudos da área da saúde? Após o uso dessas analogias por autores, enfermeiros e fisioterapeutas como ocorre o entendimento do leitor (aluno) e paciente sobre a explicação das mesmas?

Como o paciente aprende por meio das explicações/orientações/diagnósticos com analogias? Como será o uso do recurso analógico no processo de aprendizagem das tecnologias médicas, visto que os autores de livro utilizam analogias para explicar os conceitos das novas tecnologias? O raciocínio analógico está presente de que forma na construção dessas tecnologias? Quais as relações entre o desenvolvimento das tecnologias médicas e o uso de analogias? De que forma as analogias aparecem nos protocolos de saúde pública no contexto da educação, promoção, saúde coletiva, programa de saúde da família, comunicação em saúde e formação dos profissionais de saúde? Qual o impacto do diálogo analógico entre o profissional da saúde, familiares e pacientes em relação ao diagnóstico e tratamento?

Nesse sentido, as interrogações permitem buscar novos significados do uso do recurso analógico. Elas criam oportunidades para expressar diferentes e divergentes visões de mundo na vida, na educação e na prática profissional. No entanto, ressalta-se que tal estudo e pesquisa não finda com esses resultados. Não há aqui a pretensão de esgotá-los e considera-se ainda a importância de novos olhares e novas leituras. Por fim,

ressaltamos que os estudos foram resultados de um desafio individual dentro da temática analogia nas ciências da saúde, entretanto, reconhecemos sua importância e a necessidade de sua continuidade.

Referências

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. Edição revista e ampliada. São Paulo: Martins Fonte, 2007.
- B.LOTTI, 2011. **Imagem Ganchos Clevis**. Disponível em: <<http://www.blotti.com.br/?ganchos-clevis-olhal-haste-giratorio#>>. Acesso em: 04 jan. 2013.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O discurso analógico no Ensino Superior de Física. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. (Org.). **Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo**. São Paulo: Escrituras, 2006.
- CUNHA, M. C. C. Analogias nos livros de ciências para as séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 6, n. 2, 2006.
- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. *Instructional Science*. **Instructional Science Publishers B. V.**, Amsterdam, 13, p. 99-117, 1984.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, n.75, p. 649-072, 1991.
- ESTRELA10. **Imagem Cortador de grama**. Disponível em: <http://www.estrela10.com.br/produto/cortador-de-grama-a-gasolina-4hp-cc40m-79732401-tramontina.html>. Acesso em: 04 jun. 2012.
- FERRY, A. S. **Analogias e contra-analogias: uma estratégia didática auxiliar para o ensino de modelos atômicos**. 2008. 261 f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- GLOBAL LEADS GROUP. **Desentupimento em Geral Limpeza de Caixa D'água e Gordura**. 2011. 1 fotografia. Disponível em: <http://www.assimsefaz.com.br/sabercomo/como-desentupir-cano>. Acesso em: 02 out. 2012.

GLYNN, S. M. Explaining Science Concepts. A teaching With Analogies (TWA) model. In: GLYNN, S. M.; YEAMY, R.; BRITTON, B. (Ed.). **The psychology of learning science**. Hillsdale. N.J. Erbaum. 1991.

GLYNN, S. M. Teaching science with analogy: a strategy for teachers and textbook authors. **Reading Research Report**, n. 15, 1994.

GOODMAN, C. C.; SNYDER, T. E. K. Exame físico como uma ferramenta de avaliação. In: GOODMAN, C. C.; SNYDER, T. E. K. **Diagnóstico diferencial em Fisioterapia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

GROSSBERG, S. **Studies of mind and brain**. Dordrecht, The Netherlands: D. Reidel Publishing Company, 1982.

HAAPARANTA, L. The analogy theory of thinking. **Dialectica**, v. 46, n. 2, p. 169-183, June 1992.

HELU, E.E. P. Z. C. **Vamos falar da escola**. Altura: 316 pixels. Largura: 176 pixels. Formato JPEG. Compactado. 2011. Disponível em: <http://zoraidedecampohelu.blogspot.com.br/>. Acesso em: 02 out. 2012.

HOFFMANN, M. B.; SHEID, N. M. J. Analogias como ferramenta didática no ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciência** - UFMG, Belo Horizonte. v. 9, n. 1, p. 1-17, 2007.

HOLYOAK, K. J.; GENTNER, D.; KOKINOV, B. N. Introduction: The place of Analogy in Cognition. In: GENTNER, D.; HOLYOAK, K. J.; KOKINOV, B. N. **The analogical mind: perspectives from cognitive science**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2001, Chapter 1, p. 1-19.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S.; FRANCO, F. M. M. **Minidicionário Houaiss da língua portuguesa**. 3. ed. ver. e aum. Rio de Janeiro: Objetiva, 2008.

KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 4. ed. Barueri: Manole, 2005.

LAPIN. **Candidíase vaginal**. 2012. Altura: 298 pixels. Largura: 201 pixels. Formato JPEG. Compactado. Disponível em: <http://www.clinicamedicalapin.com.br/candidiase-vaginal.php>. Acesso em: 02 out. 2012.

- LAWSON, D. I.; LAWSON, A. E. Neural principles of memory and a neural theory of analogical insight. **Journal of Research in Science Teaching**, 30, p. 1327-1348, 1993.
- MAGEE, D. J. **Avaliação musculoesquelética**. 4. ed. Barueri: Manole, 2005.
- MARK, medical animation iv. **Acute Myocardial Infarction.Heart Attack**. 2010. Altura: 370 pixels. Largura: 260 pixels. Formato JPEG. Compactado. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=zeS-ou8ij4>. Acesso em: 02 out. 2012.
- MÁRQUEZ, J. V. La analogia como estratégia cognitiva que favorece la comprensión lectora em textos expositivos. **Revista Electrónica Educare**, v. XIV, n. 2, [91-112], jul-dic., 2010.
- MERRIAM WEBSTER DICTIONARY. Disponível em: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/analogy>. Acesso em: 17 jun. 2012.
- MÓL, G. de S. **O uso de analogias no ensino de Química**. 2000. 198f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade de Brasília, Instituto de Química, Brasília, 1999.
- NAGEM, R. L. et al. Analogias no cotidiano do professor. **Anais...** 26ª Reunião anual da ANPEd, 2003, Poços de Caldas. Disponível em: www.anped.org.br/reunioes/26/outrostextos/mco8ronaldonagem.doc.
- NAGEM, R. L.; CARVALHAES, D. O. Approaches using analogies in interactionist environments. **Anais...** Education. X Ioste Symposium – Internacional Organization for Scienceand Technology Education, 2002, Foz do Iguaçu.
- NAGEM, R. L.; SOUZA, J. R. L. M. Identificação de analogias em livros de fisioterapia. **Anais...** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas, São Paulo, 2012.
- NAGEM, R. L.; SANTOS, E. D.; SOUZA, J. R. L. M. Uma proposta de classificação para analogias. **Anais...** Congresso de Ensino de La Ciência. Girona-ES. 2012.
- NEWBY, T. J. Learning abstract concepts: the use of analogies as a mediational strategy. **Journal of Instructional Development**, v. 10, n. 2, p. 20-26, 1987.

- ORGILL, M.; BODNER, G. M. An Analysis of the Effectiveness of Analogy Use in College-Level Biochemistry Textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 10, p. 1040-1060, 2006.
- PERELMAN, C. Analogia e metáfora. In: **Enciclopédia Einaud**. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1970 p. 207-217.
- PORTO, C. C. Anamnese. In: PORTO, C. C. **Exame clínico: bases para a prática médica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- QUEIROZ, G. R. P. C. **Professores artistas-reflexivos de física no Ensino Médio**. 2000. 461f. Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- RULE, A. C.; FURLETTI, C. Using form and function analogy object boxes to teach Human Body Systems. **School Science and Mathematics**, v. 104, n. 4, April, 2004.
- SAADI. **Animação Angina e Infarto**. Altura: 494 pixels. Largura: 300 pixels. Formato JPEG. Compactado. 2012. Disponível em: <http://www.clinicasaadi.com.br/animacoes/angina-e-infarto/>. Acesso em: 1º jan. 2013.
- SANTOS, E. D. **Analogias na Educação em Saúde: estudo de livro e prática de enfermeiros**, 2013. 153f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFET-MG, Belo Horizonte, 2013.
- SILVA, B. G. **Cozinhando com Bernadete**. 2011. 1 fotografia. Disponível em: <<http://cozinhandocombernadete.blogspot.com.br/2011/10/canelone-de-ricota-frango-e-nozes.html>>. Acesso em: 02 jan. 2013.
- SMELTZER, S. C.; BARE, B. G. **Tratado de enfermagem médico-cirúrgica**. 10. ed. v. 2. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
- SMELTZER, S. C.; BARE, B. G. **Tratado de enfermagem médico-cirúrgica**. 11. ed. v. 1. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- SMITH, F. **Compreendendo a leitura: uma análise psicolinguística da leitura e do aprender a ler**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2003.
- SOUZA, J. R. L. M. **Analogias nas ciências da saúde: um estudo em livro e com profissionais de Fisioterapia**. 2013. 163f. Dissertação (Mestrado em Educação

Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFET-MG, Belo Horizonte, 2013.

WIKIPÉDIA. A enciclopédia livre. 2012. 1 fotografia. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Feij%C3%A3o>>. Acesso em: 02 jan. 2013.

WORDPRESS. **La acumulación de colesterol y materias grasas en las paredes delas arterias**. Altura: 226 pixels. Largura: 170 pixels. Formato JPEG. Compactado. 2010. Disponível em: <<http://pjpgiralt.wordpress.com/2010/11/03/la-acumulacion-de-colesterol-y-materias-grasas-en-las-paredes-delas-arterias/>>. Acesso em: 1º jan. 2013.

ZAMBOM, L.; PICCINI, I. P.; TERRAZZAN, E. A. Comparando a utilização de analogias em livros didáticos para a educação em ciência. **Anais... VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 2009, Florianópolis. Anais do VII ENPEC, p. 1-12. 2009.

Jogo de empresas como modelo na educação gerencial

*Suryam Guimarães Lima*¹

*Ronaldo Luiz Nagem*²

*Raquel Quirino*³

Introdução

Este texto é uma síntese de uma pesquisa de mestrado que relaciona os temas: educação, educação corporativa, jogos de empresas e modelos. A pesquisa teve como objetivo geral verificar a validade de um jogo de empresas como modelo de situações reais de trabalho dos alunos. Para isso, foi necessário compreender os jogos de empresas e os modelos na educação a partir de estudos anteriores, e fazer a observação de uma experiência de um jogo de empresas em um curso para gerentes, analisando como estudantes submetidos a tal experiência encaram um jogo de empresas. Questionou-se nesta pesquisa Quais os aspectos do jogo de empresas permitiriam afirmar se o mesmo seria um modelo das situações gerenciais.

A Educação Não Formal

A educação acontece em diversas situações, como escolas e ambiente familiar, já tradicionalmente conhecidas e interações nas ruas, os museus, os cinemas e jogos e brincadeiras, situações menos evidentes que também proporcionam a educação.

¹ Mestra em Educação Tecnológica pelo CEFET-MG.

² Professor do Programa Especial de Formação Docente e do Programa em Pós-Graduação em Educação Tecnológica – CEFET-MG.

³ Professora do Programa Especial de Formação Docente e do Programa em Pós-Graduação em Educação Tecnológica – CEFET-MG.

Para este estudo cabe diferenciar os termos educação formal e educação não-formal. Trilla (2008), seguindo sua denominação de critério estrutural, explicita que a distinção entre o formal e o não formal é baseada no âmbito administrativo, legal. Ou seja, a educação formal é aquela definida pela legislação e disposições administrativas de um país. O não-formal não faz parte do sistema educacional graduado e hierarquizado. De maneira semelhante, para Gadotti (2005), a educação formal é representada por escolas e universidades, com seus objetivos claros e suas diretrizes burocráticas em nível nacional. Já a educação não-formal é menos burocrática, seus cursos não precisam seguir sequência e hierarquia de progressão. Compreendendo a educação não-formal de maneira semelhante aos autores supracitados, entende-se que no presente estudo foi analisado um curso não-formal. Seguindo as proposições de ambos os autores, um curso para gerentes é não-formal, entre outros, por não estar dentro dos parâmetros legais da Educação Básica Nacional Brasileira.

A Formação para o Trabalho: a Educação Corporativa

A educação tem sido de grande importância para empresas, tanto para seus profissionais já atuantes, em cursos de especialização e cursos livres ou formação continuada, quanto para futuros profissionais, em cursos de formação inicial, como de nível superior. Neste estudo, será analisado um curso livre direcionado para profissionais já atuantes em empresas diversas. Esse tipo de curso livre insere-se na área da Educação Corporativa (EC).

Quirino e Laudares (2008) apontam que as empresas têm se constituído como espaços de formação. Isso porque, ao serem ofertados cursos aos seus funcionários, ocorre a possibilidade de desenvolvimento de conceitos teóricos e práticos por esses trabalhadores.

Percebe-se que a importância dada à educação nas empresas tem permanecido ao longo dos anos, uma vez que, conforme indica Eboli (2016): “Hoje ela é mais abrangente, inclusiva e flexível, especialmente por conta da crescente realização de parcerias e da adoção de soluções de aprendizagem que podem ser utilizadas a qualquer hora e lugar, de modo a proporcionar maior alinhamento entre as ações educacionais e as estratégias das empresas.” (EBOLI, 2016, p.21). Ou seja, além de continuar acontecendo cursos em ambientes corporativos, aconteceram modificações com o passar dos anos, de modo a melhor atender as demandas das empresas.

É importante, no entanto, destacar que há a possibilidade de que essas ações não sejam efetivas em seus objetivos. Para Wood Jr (2014), nem sempre há uma estreita ligação entre os conteúdos do curso e as práticas das empresas. Assim, é necessário que haja constante avaliação por parte dos profissionais da educação nas empresas para entender como estão ocorrendo as práticas educativas, se elas estão sendo, de fato, possibilitadoras do desenvolvimento dos profissionais. Um contraponto a essa informação é a pesquisa realizada por Eboli, que concluiu que, de maneira geral, as empresas analisadas demonstram satisfação com as práticas educativas: “Boa parte das empresas entrevistadas colocou a educação no centro de sua estratégia, mostrando que crise não é motivo para cortar investimentos em formação. Ao contrário, é a melhor maneira de superá-la.” (EBOLI, 2016, p. 23). Compartilhando com autores citados que defendem a possibilidade formadora das empresas, entende-se que esses locais podem e devem ser ambientes que facilitem a aprendizagem constante de seus funcionários. As empresas perceberam que investir na formação do funcionário pode ser fundamental para o próprio crescimento, ou seja, a educação tem, para as companhias, o objetivo claro

para o seu sucesso interno. É, portanto, uma opção estratégica para a organização.

Jogos de Empresas na Educação Gerencial

Os jogos podem ser considerados como metodologia de ensino em diversos níveis e modalidades de educação. Na EC, essa metodologia é usada como estratégia educacional e recebe vários nomes, entre eles “jogos de empresa”, que será utilizado neste estudo.

Os jogos de empresas passaram a ser utilizados a partir de 1950, em países da América do Norte. Esses jogos baseavam-se em uma simulação de papéis gerenciais em empresas fictícias. (SAUAIA, 1995). Além de Sauaia, outro importante autor para o estudo de jogo de empresas é Goldschmidt (1977), que define nosso objeto de estudo da seguinte maneira:

O jogo de empresas nada mais é que um exercício seqüencial de tomada de decisões, estruturado dentro de um modelo de conhecimento empresarial, em que os participantes assumem o papel de administradores de empresas. Representa, na realidade, uma simulação no seu ponto mais amplo, pois as pessoas simulam o comportamento de dirigentes ou "tomadores" de decisões de determinadas empresas. (GOLDSCHMIDT, 1977, p. 43).

Tais jogos caracterizam-se como uma simulação, na qual os participantes, ao jogarem, se envolvem na experiência laboral. Essa atividade proporciona um rápido resultado das decisões tomadas pelos jogadores, fato que proporciona a pronta análise. Além disso, os jogos de empresas podem simular, em apenas algumas rodadas, o comportamento de uma organização experimental em vários meses ou anos (GOLDSCHMIDT, 1977). As possibilidades formativas se tornam mais abrangentes e permitem que os sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem – professores e alunos – possam lançar mão de um número

maior de metodologias que façam acontecer esse processo de construção do conhecimento. Para Sauaia (2003), no curso de Administração de Empresas o ensino acontece de uma maneira excessivamente teórica, o que provocaria uma distância entre aprende e o que se vivencia de fato. Os jogos seriam um método educacional possibilitador de uma dinâmica bastante parecida com as vivenciadas no ambiente empresarial. Ainda para o autor,

A aprendizagem vivencial proposta em um Jogo de Empresas amplia o alcance do ensino tradicional, propiciando o retorno à prática através da vivência do aluno. “Aprender fazendo” propõe ao aprendiz uma importante interação com seu objeto de estudo, estimula o autoconhecimento, exercita a tomada de decisão com responsabilidade e possibilita o trabalho combinado de dimensões diferentes e complementares – razão e emoção – explicitando uma conexão-chave nas organizações, inexplorada no ensino expositivo. (SAUAIA, 2003, p. 04).

Embora exista uma gama de autores que indicam os benefícios dos jogos de empresas, há ressalvas importantes sobre tal método educacional, como Wood Jr (2014) que aponta para a orientação demasiadamente do entretenimento e maior valor à atividade do que ao que é ensinado. É importante considerar que os jogos no ensino não devem ser usados simplesmente como diversão, uma vez que a sua possibilidade educativa deve compreender a reflexão e análise dos saberes e a construção de conhecimentos. A ação dos professores é, portanto, indispensável e deve ser responsável. Não se pode afirmar que uma metodologia sozinha seja capaz de garantir que as demandas educacionais sejam atendidas. Esses jogos devem ser parte de outros processos, de forma a complementar outras técnicas. Os jogos de empresas não são um fim em si mesmo. (GOLDSCHMIDT, 1977, p. 45). O professor, como já afirmado, tem papel fundamental em todo o processo de ensino, cabendo a ele realizar as

escolhas que melhor auxiliarão seus estudantes na construção do conhecimento.

Diversos estudiosos que se dedicam à temática aqui analisada defendem que a principal característica dos jogos de empresas e o que os definem como método educacional é a possibilidade de relação entre as situações experimentadas na atividade e as vivenciadas de maneira real no cotidiano das empresas. Autores como Goldschmidt (1977), Sauaia (1995), Bonocielli Jr et al (2010), apontam para a preparação que as atividades dos jogos de empresas permitem aos indivíduos para que eles exerçam suas funções laborais de uma maneira cada vez mais assertiva. Há, assim, uma relação entre os jogos de empresas e situações reais do trabalho, uma vez que os jogadores têm contato, nos jogos, com experiências semelhantes às que eles vivenciam ou vivenciarão nas organizações empresariais: “Os jogos de empresas expõem os alunos a uma forte pressão pelo sucesso e pelo cumprimento de metas e objetivos, o que é fundamental, pois essa pressão influencia as escolhas e decisões dos participantes de maneira semelhante à vida real.” (BONOCIELLI JR et al, 2010, p.17).

Dessa maneira, os jogos simulam as atividades de uma empresa e treinam os estudantes para agir da melhor maneira possível ao atuar em seu trabalho. Após essa compreensão, serão relacionados o conceito de modelos aos jogos de empresas.

Jogos de Empresas como Modelos das Funções Gerenciais

O uso de jogos de empresas na educação gerencial visa a criar uma experiência simulada de situações do trabalho, proporcionando aos estudantes vivenciá-las, de certa maneira. Essas situações não são reais, elas são semelhantes às reais e são criadas exclusivamente para que seja realizada essa experiência.

Buscou-se em outras subáreas de conhecimento da educação, para além da EC, a compreensão de modelos, analogias e metáforas. Pesquisadores de ensino de ciências têm se dedicado a essas questões com vista a melhorar práticas em sala de aula. Com a produção científica de alguns autores dessa subárea, pode-se iniciar a compreensão desses termos.

Adúriz-Bravo (2010) faz uma importante consideração sobre a polivalência da idéia de modelo, demonstrada a partir dos numerosos conceitos e significados que a palavra tem. Para o autor, a polissemia do termo não tem grande relevância no cotidiano, uma vez que o contexto indica aos interlocutores qual o sentido mais apropriado. Ele chama a atenção, no entanto, que na ciência, essa riqueza da linguagem pode constituir-se como um obstáculo para a compreensão do conceito. Por isso, é importante o esforço para definição.

A este respeito, poderíamos dizer que praticamente o único traço comum da ideia de modelo sobre o que concordam quase todos os cientistas naturais e epistemológicos de diferentes épocas é o fato de que o modelo é um “substituto” – ou, tecnicamente falando, um sub-rogado – dos sistemas reais que estão estudando. A complexidade desses sistemas, com numerosos componentes ricamente relacionados entre si, faz impossível refutá-los cientificamente; portanto, os cientistas trabalham com substituições (representações) desses sistemas que apenas retêm alguns elementos essenciais de interesses. Esta consideração de que o modelo (tanto em sua versão 1, axiomática, de exemplo, como em sua versão 2, operacional, de imitação) funciona como facilitador (...). (ADÚRIZ-BRAVO, 2010, p. 143, tradução nossa).⁴

⁴ A este respecto, podríamos decir que prácticamente el único rasgo común de la idea de modelo sobre el que acuerdan casi todos los científicos naturales y epistemólogos de las distintas épocas es el hecho de que el modelo es un “sustituto” –o, técnicamente hablando, un *subrogado*– de los sistemas reales que están estudiando. La complejidad de esos sistemas, con numerosas componentes ricamente relacionadas entre sí, hace imposible atacarlos científicamente; por tanto, los científicos y científicas trabajan con “reemplazos” (*re-presentaciones*) de esos sistemas que sólo retienen algunos elementos esenciales de interés. De allí esta consideración de que el modelo (tanto en su

Apoiando em referências que estudam o tema de modelos, será feita a tentativa de definir o conceito e de realizar a sua relação com os jogos de empresas. Ainda que seu tema de estudo seja o Ensino de Ciências, Lombardi (2010) explicita a noção de modelo que busca-se compreender e relacionar no presente estudo. Para a autora:

A relação entre o mundo real e os modelos é a de *similaridade*, uma relação logicamente intransitiva que não conduz a “verdade”: um modelo não é verdadeiro, senão similar ao sistema real em aspectos que dependem tanto das capacidades biológicas do ser humano quanto de convenções e paradigmas socialmente aceitas. (LOMBARDI, 2010, p.87, tradução nossa).⁵

Conforme informado anteriormente, nesta pesquisa, objetivou-se verificar se um jogo de empresas seria modelo de situações reais de do cotidiano do trabalho dos participantes desse jogo. Foi necessário compreender de que maneira a atividade em análise apresenta *similaridade* com o que se relaciona – no caso, as experiências reais e cotidianas de uma empresa mas sem esquecer do fato de que os jogos de empresas não são (e não devem ser) o mesmo que as situações reais do trabalho. Eles, como modelos dessas situações, a representam e têm com elas uma relação de similaridade. A autora afirma ainda que o modelo é construído com as variáveis importantes do sistema real ou, ainda, com aspectos que não existem. No caso dos jogos de empresas na EC, pode-se relacionar a idéia da autora da seguinte maneira: esses jogos não necessariamente possuem todas as características da situação real. No

versión 1, *axiomática*, de ejemplo, como en su versión 2, *operacional*, de imitación) funciona como *facilitador*, (...) (ADÚRIZ-BRAVO, 2010, p. 143, grifos do autor).

⁵ La relación entre el mundo real y los modelos es la de *similaridad*, una relación logicamente intransitiva que no conduce la “verdad”: un modelo no es verdadero, sino similar al sistema real en aspectos que dependen tanto de las capacidades biológicas del ser humano como de convenciones y paradigmas socialmente aceptada (LOMBARDI, 2010, p.87, grifos do autor).

entanto, eles têm os aspectos mais importantes, para que se assemelhem e que atinjam seu objetivo de ensino, e, por vezes, podem ter aspectos que ainda não foram observados na realidade. Isso quer dizer que pode haver a simulação de situações do trabalho que podem ainda não ter acontecido de fato para os participantes.

A compreensão sobre analogia se faz importante para melhor entender o conceito de modelo. Para isso, Borges (1997) faz a seguinte relação:

Um modelo pode ser definido como uma representação de um objeto ou uma idéia, de um evento ou de um processo, envolvendo analogias. Portanto, da mesma forma que uma analogia, um modelo implica na existência de uma correspondência estrutural entre sistemas distintos. Se isso não fosse assim, os modelos teriam pouca utilidade. (BORGES, 1997, p. 6).

O modelo, portanto, envolve a analogia. Ou seja, os sujeitos devem estabelecer a relação analógica entre aquilo que se sabe, que é o veículo (no caso, o jogo) com aquilo que se quer saber, ou seja, o alvo da aprendizagem (no caso, as funções gerenciais). O modelo só fará sentido para os estudantes se eles puderem fazer a comparação dos dois domínios: veículo e alvo. Há uma relação de similaridade com aquilo que objetiva-se representar, ou seja, uma comparação, uma analogia entre o jogo de empresas e as funções gerenciais. De acordo com Duarte (2005), há várias definições de analogia. No entanto, apesar dessa variedade, se reconhece, de maneira geral, que a analogia envolve a comparação, a relação entre algo conhecido e o pouco conhecido ou desconhecido. Neste caso, entende-se que o jogo é o domínio conhecido, uma vez que há um conjunto de regras que são explicitadas antes do seu início para todos os estudantes que participam do jogo. Por outro lado, as situações reais das funções gerenciais são o domínio a ser compreendido pelos estudantes. Ainda que

eles já a conheçam, por serem profissionais em exercício, fazem o curso de formação gerencial para ampliar conhecimentos e melhorar as práticas. Serão usados os termos “veículo” e “alvo” para jogo de empresas e funções gerenciais, respectivamente.

Estudiosos do tema de modelos e analogias defendem que um modelo se caracteriza como um domínio *aproximado* ao outro, com semelhanças, mas, necessariamente com diferenças perceptíveis. De outra forma, não haveria sentido em se construir uma representação para determinado objeto ou situação. Assim, os jogos de empresas não devem ser idênticos às experiências vivenciadas pelos executivos.

Marcelos e Nagem (2012) propuseram um quadro comparativo de semelhanças e diferenças entre dois domínios. Esse quadro permite uma sistematização que possibilita verificar se uma relação poderá ser compreendida como analógica. Esse quadro foi adaptado com as semelhanças e diferenças entre os dois domínios analisados – jogo de empresas e funções gerenciais e será apresentado no tópico de Resultados e Análises, permitindo compreender se há a relação analógica entre os dois domínios, possibilitando que o jogo de empresas em questão possa realmente ser considerado um modelo das funções dos gerentes.

Descrição da Pesquisa Empírica

A pesquisa empírica baseou-se na presença dos pesquisadores durante a realização de uma prática de jogo de empresas. Essa era a última etapa, os últimos dois dias de um curso livre de gestão geral. Para melhor compreender o evento, buscou-se responder algumas questões. Questões essas relativas ao curso (caracterização geral); aos participantes do curso e, conseqüentemente, do jogo (quantidade, nível hierárquico na empresa, discurso em relação ao curso e ao jogo); e ao jogo (regras, etapas, objetivos).

As respostas dessas perguntas e de outras que surgiram no decorrer da pesquisa empírica foram sendo respondidas pela observação e pelas conversas com os sujeitos.

Este curso foi realizado em uma escola de educação de executivos em Minas Gerais e foi dividido em dois módulos, de cinco dias consecutivos cada, de segunda a sexta-feira. O primeiro módulo foi em julho de 2015 e o segundo em agosto do mesmo ano.

Para participar do curso, o interessado tem analisado o seu perfil profissional. Há uma ficha de interesse no sítio eletrônico da escola, com informações como: cargo, nível hierárquico, empresa, formação acadêmica e número de subordinados.

O jogo, classificado como “jogo de tabuleiro”, era composto por: manual com as regras, tabuleiro, cartas de eventos, opções e demandas, fichas representando dinheiro, lista de tarefas a cumprir (*check-list*).

Os estudantes foram divididos em 5 grupos, com 5 ou 6 participantes cada, que representavam empresas fictícias de iguais características. Cada aluno teve um cargo específico: CEO (*chief executive officer*, diretor executivo, líder do grupo), VP (vice presidente) de Finanças, VP de Produção e Operações, VP de Marketing, VP de Vendas, VP de Governança Corporativa. Em grupos com 5 participantes, um deles acumularam duas funções da empresa fictícia. O jogo simulava o comportamento de uma empresa em um período de três anos, ou 12 trimestres.

A empresa fictícia em questão era uma indústria de bens de consumo e atuava por meio de varejistas e atacadistas, que vendiam para os consumidores finais. Essa indústria tinha duas fábricas (I e II): a fábrica I produzia o produto A e a II produzia o produto B.

A simulação se iniciou com a notícia de que o presidente do Conselho da empresa estaria insatisfeito com os resultados apresentados, tendo, por isso, demitido vários executivos, e contratado novos funcionários para a

empresa. Esses novos profissionais (os estudantes do curso) deveriam fazer com que a empresa gerasse bons resultados.

O manual apresentava a empresa: as estruturas organizacional e financeira e todas as características de produção, das fábricas, do relacionamento com os clientes. O jogo tinha cinco áreas principais: Investimentos em instalações, máquinas, e equipamentos; Fluxo de produção dos produtos; Mercado consumidor potencial, caixa e contas a receber; Despesas Operacionais; O Manual continha o Fluxo de Caixa da empresa, de preenchimento responsável do VP de Finanças. Neste Fluxo deveria constar as entradas e saídas financeiras: contas a receber, empréstimos, gastos com mão-de-obra e despesas administrativas.

A cada novo ano simulado, a equipe se deparava com uma “Lista de Tarefas”, que continha as coordenadas para ação dos participantes, como: “Leia a carta ‘Evento’ e reflita sobre os impactos na Empresa”, “Leia as opções A e B e implemente a opção escolhida”.

A carta “Evento” caracterizava-se, como o nome informa, de um novo acontecimento na empresa, seja ele positivo ou negativo, como por exemplo, a dificuldade em proporcionar a satisfação dos clientes, a escassez de matéria prima ou alguma falha no planejamento. Após a leitura da carta, o grupo deveria, necessariamente, tomar uma decisão, que constaria em duas cartas: “Opção A” ou “Opção B” e, após essa decisão, avaliar outra carta, a de “Impactos de Curto Prazo.” Ao longo do jogo a equipe também retirava cartas de “Impactos de Médio Prazo” e cartas de “Riscos”, como, por exemplo, possíveis falhas no sistema operacional.

Na Lista de Tarefas do Ano 2, o quarto item é a leitura da carta de “Impactos de Médio Prazo.” Ou seja, alguma decisão tomada no ano 1 poderia não ter tido consequência imediata, mas algum resultado dessa decisão poderia acontecer no segundo ano.

Ao final de cada ano, os estudantes deveriam preencher Relatórios como: Demonstrativos Financeiros da etapa anterior, Balanço Patrimonial (ativos e passivos), Usos e Fontes de Caixa e os Indicadores de Desempenho.

Cada equipe poderia estar em uma fase diferente do jogo, mas dentro de certo limite, uma vez que o professor marcava tempo para a realização de algumas tarefas. À medida que o grupo terminasse ele poderia avançar para a próxima. Mas se o tempo acabasse, a empresa não poderia mais continuar e poderia sofrer consequências por não respeitar o prazo.

Ao término de cada ano, cada empresa deveria informar para todas as equipes os seus resultados e suas projeções para o ano seguinte. Durante a realização das atividades propostas, as empresas fictícias tomam rumos diferentes entre si, uma vez que as escolhas feitas pelos grupos são diferentes. Assim, desde o primeiro ano algumas empresas começaram a apresentar resultados financeiros melhores que as outras.

Resultados e Análises da Pesquisa Empírica

Conforme visto anteriormente, os modelos são aproximações que se utilizam da analogia para possibilitar o entendimento de um domínio a partir de outro. Os modelos devem apresentar semelhanças e diferenças com a esfera a ser compreendida; neste caso, as funções gerenciais. O professor que ministra o jogo de empresas faz uma afirmação que demonstra que corrobora com a ideia sobre modelo, ao dizer que: “(...) Porque qualquer simulação, se a pessoa não consegue fazer o paralelo disso com a realidade, é... perde o sentido.” Assim, percebe-se que os estudos analisados nesta pesquisa vão ao encontro ao que se observa na prática, pela informação dada pelo profissional responsável pelo jogo de empresas aqui analisado.

Para entender as similaridades e diferenças entre veículo (jogo de empresas) e alvo (função laboral), sistematizou-se um quadro adaptado de estudos anteriores de outros autores que estudam o tema Analogias e Modelos. Esse quadro permite inferir quais as características de ambos os domínios semelhantes e diferentes entre si. Permite também analisar a possibilidade educativa de determinada situação, demonstrando se um domínio pode ser entendido e utilizado didaticamente como modelo para a compreensão do outro domínio.

Assim, o quadro 01 abaixo faz uma relação entre os aspectos do jogo ou das situações ocorridas durante essa prática com as experiências vivenciadas nas empresas, de maneira geral. Esse quadro e as posteriores reflexões irão responder ao problema da pesquisa. Foi possível construir este quadro a partir da pesquisa bibliográfica, das observações das situações do jogo e das falas dos sujeitos, seja no momento do jogo seja nas conversas informais. As falas correspondentes a cada semelhança ou diferença estão abaixo, com a seguinte legenda: P refere-se às falas do professor e E às falas dos estudantes. O número após a letra auxilia na compreensão da ordem (não necessariamente cronológica) de cada fala, não representando, portanto, a classificação dos sujeitos. Essas citações dos sujeitos referem-se às situações vividas em suas funções laborais, às situações simuladas do jogo de empresas e às situações diversas do cotidiano.

Entende-se que o quadro proposto possibilita novas inserções, sendo, portanto, dinâmico. A possibilidade de construção de conhecimento é ampla. A sua última linha, em branco, representa essa possibilidade.

Quadro 01: Modelo de Classificação estrutural de similaridades e diferenças entre veículo e alvo

Semelhanças		Diferenças	
Alvo – Gerenciamento	Veículo – Jogo de empresas	Alvo – Gerenciamento	Veículo – Jogo de empresas
Irreversibilidade de ações.	Uma decisão no jogo pode gerar resultados irreversíveis.	Impossibilidade de algumas mudanças.	Possibilidade de algumas mudanças.
Imprevisibilidade de alguns resultados.	Resultados dependem das ações tomadas.	Impossibilidade de modificação do mercado.	O professor pode fazer alterações.
Constante tomada de decisões.	Prosseguimento das jogadas.	A empresa tem muitas especificidades.	Limitações quanto às especificidades.
Pressão do tempo por resultados rápidos.	Idem.	A função gerencial não necessariamente tem todas as regras explícitas.	O jogo tem regras claras, definidas e apresentadas <i>a priori</i> .
Trabalho em equipes.	Jogo em grupos.	Busca por perenidade nas empresas.	Tempo determinado para fim.
Todas as decisões tomadas têm consequências.	Cartas de Impactos do jogo.	Consequências reais das ações.	Não são reais.
As empresas buscam resultados positivos.	Os grupos buscam resultados positivos.	Possibilidade de tempo para refletir sobre uma decisão importante.	O jogo exige decisões imediatas.
Necessidade de busca de conhecimento externa à organização.	O professor oferecia “serviços de consultoria” às equipes.	Nas empresas as decisões para divisão de funções não são tomadas por todos.	Decisão conjunta sobre os cargos de cada participante do grupo.
Necessidade de empréstimos para a empresa.	O professor oferecia empréstimos.	Gerente precisa ter habilidades <i>hard</i> e <i>soft skills</i> ⁶	O jogo não aborda <i>soft skills</i> .

FONTE: Adaptação dos quadros propostos por MARCELOS e NAGEM (2012, p. 521-522).

As semelhanças e as diferenças puderam ser verificadas por falas dos envolvidos nas atividades, ou seja, o professor, os estudantes, a coordenadora do curso. Foram feitas, durante o processo, diversas comparações entre as questões que envolviam o jogo e a vida dos participantes em seus postos de trabalho, em suas funções cotidianas. O professor por diversas vezes chamou atenção para o tempo disponível para

⁶ De acordo com Wood Jr. (2014), as *hard skills* estão relacionadas a temas de ordem técnica, como finanças, *marketing* e logística. Já as *soft skills* estão relacionadas a habilidades com pessoas, como a Liderança, por exemplo.

realizar determinada atividade e a possibilidade ou não de voltar alguma decisão tomada. Sempre fazendo relações comparativas com o que passam em suas empresas. Expressões como: “pra quem é acostumado”, “licença poética”, “como na vida real”, “no tabuleiro é mais simples que na empresa”, “isso não é uma empresa real”, “a simulação é assim”, entre várias outras, mostraram que durante todo o processo do jogo de empresas, estava sendo feitas comparações, analogias entre ambos: veículo e alvo.

A partir da análise da literatura, da pesquisa empírica e da construção e da análise desse quadro, verificou-se diversas semelhanças e diferenças entre os domínios veículo e alvo. Afirma-se, portanto, que, com base nos autores e na análise dos dados, o jogo de empresas em questão é, de fato, modelo de situações reais das funções gerenciais. Outros fatores corroboram com esse entendimento. Seguem abaixo fatos que auxiliaram nessa compreensão.

O professor do curso, em um momento de uma conversa informal, apresentou algum desconforto no que se refere às diferenças entre os jogos de empresas, de maneira geral, e as situações reais de trabalho. A empresa que desenvolveu o jogo em questão está testando um novo tipo de jogo, com o uso de tabuleiro e de um microcomputador. De acordo com uma informação verbal do professor: “Eu trabalhei com desenvolvimento de jogos. E aí o que nós montamos é um jogo de tabuleiro, mas a gente tem apoio de um *tablet* pra poder ficar um pouco mais sofisticado. Porque com tabuleiro a gente tá restrito à modelagem. Se começa a colocar muitas variáveis, aí eles não conseguem apurar esse negócio na mão, não conseguem fazer o jogo refletir isso de uma maneira plena, né?”. É importante perceber e salientar que não há, na fala do professor, o interesse de acabar com as diferenças entre os dois domínios, mas a

tentativa de que os jogos de empresas se assemelhem ainda mais às situações vivenciadas pelos profissionais que participarão da atividade.

Em outro momento, o professor fez uma reflexão que remeteu à importância das semelhanças entre o veículo (jogo) e o alvo (situação gerencial). É fundamental que os sujeitos entendam a relação entre as duas esferas, eles devem ser capazes de atribuir significado a essa experiência. Essa questão corrobora com as teorias apresentadas pelos autores que discorrem sobre Modelos, os quais apresenta-se no Referencial Teórico. Também de acordo com o professor que ministra o jogo em análise: “(...) esse negócio tem que ser simples o bastante pra ser viável, mas ao mesmo tempo, sofisticado o suficiente para parecer com a realidade.” A partir das duas frases do professor supracitadas, é possível perceber a sua preocupação com a comparação ou pensamento analógico no jogo de empresas. Ele parece entender que se houver demasiada ênfase nas diferenças, a comparação ou o uso do análogo perde o sentido. Por isso, para que se dê o processo analógico, é importante que as semelhanças entre os dois domínios sejam ressaltadas.

Em um momento do jogo, um estudante observou que uma colega de equipe não conseguia acompanhar a parte dos resultados financeiros. Ele, posteriormente, faz uma interpretação sobre os motivos: “Acho que no geral ela deva entender. Mas como provavelmente não tem ligação com o cargo dela hoje ela, não tem muito... não faz realmente muito sentido pra ela, nesse momento, é muito situacional. Eu já fiz outros treinamentos em outras épocas e acho que não me deram tão bom parâmetro como esse por causa da situação”. Os termos “ligação” e “situacional” usados pelo estudante remetem ao que Lombardi (2010) expõe como similaridade. Ou seja, os modelos fazem sentido para os estudantes quando eles têm a capacidade de fazer a relação analógica, ou seja, quando eles conseguem comparar os dois domínios. O jogo de empresas deve, de maneira geral,

proporcionar essa relação. Em alguns momentos, como o citado, não é possível estabelecer e compreender a similaridade, mas, de maneira geral, os estudantes demonstraram entendimento e realizaram a comparação entre os domínios.

Considerações Finais

Para a educação de gerentes, tem-se que uma das possibilidades de metodologia de ensino são os jogos de empresas. Esses são modelos das situações reais vividas pelos profissionais no cotidiano laboral, e, por isso, podem promover a construção do conhecimento dos estudantes, já que esses têm a chance de praticar, analisar e refletir sobre sua prática.

A pergunta que guiou esta pesquisa foi: “Quais os aspectos do jogo de empresas permitem afirmar que ele é um modelo das situações gerenciais?” Conforme analisado, uma das características de modelo é apresentar semelhanças e diferenças com o alvo a ser apreendido. Ao construir o quadro 01 verificou-se que o jogo de empresas analisado no curso de gestão geral apresentou diversas características semelhantes e diferentes com o outro domínio, ou seja, as situações gerenciais. Dessa maneira verificou-se que, de fato, esse jogo de empresas especificamente é um modelo das funções de trabalho de gerentes de empresas. Os jogos de empresas são, portanto, considerados como uma possibilidade educativa.

Conforme observado no item referencial teórico, autores defendem que os jogos possuem a capacidade educativa. Ou seja, as pessoas aprendem por meio deles. Concorde-se aqui que, de forma semelhante ao que ocorre na interação entre as crianças e os jogos, a relação do adulto com a prática contribui com a sua aprendizagem. Foi observado no jogo de empresas em questão que a formação técnica dos estudantes do curso de gestão geral foi cumprida por essa metodologia.

Defende-se, no item referencial teórico, que os jogos de empresas, sozinhos, não seriam capazes de realizar a educação dos profissionais. Mantem-se essa visão, acrescentando que a ação do professor e o curso de gestão geral como um todo são responsáveis pela função de formar os indivíduos da pesquisa. Entende-se, assim, que o jogo ajuda no objetivo de formação técnica dos profissionais, podendo, de fato, ser considerado modelo das situações gerenciais.

Referências

- ADÚRIZ-BRAVO, A. Concepto de modelo científico: una mirada epistemológica de su evolución. In: GALAGOVSKY, L. **Didáctica de las Ciencias Naturales: el caso de los modelos científicos**. Buenos Aires: Lugar Editorial, 2010. p. 141-161.
- BONOCIELLI JR., S. G; LOPES, P. da. C.; WESTPHAL, F. K. Ética empresarial e jogos de empresa: desenvolvimento de dilemas éticos e aplicação em simulador empresarial. **Revista Economia & Gestão**, v. 14, n. 34, p. 58-85, 2014.
- BORGES, A. T. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, 1997. v. 2, n. 3, p. 207-226
- DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v.10, n. 1. p.7-29, 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID121/v10_n1_a2005.pdf> Acesso em 20 de out. 2015.
- EBOLI, M.P. Educação Corporativa nos novos cenários empresariais. **RAE: Revista de Administração de Empresas**. 2016, v.15, n.2. Disponível em: <https://rae.fgv.br/gv-executivo/vol15-num2-2016/educacao-corporativa-nos-novos-cenarios-empresariais>. Acesso em 20 de jan. 2019.
- GADOTTI, M. **A questão da educação formal/não-formal**. Sion: Institut Internacional des Droits de 1º Enfant, 2005.

GOLDSCHMIDT, P. C. Simulação e jogo de empresas. **Revista de Administração de Empresas**, 1977, 43-46.

LOMBARDI, O. Los modelos como mediadores entre teoría y realidad. In: GALAGOVSKY, L. **Didáctica de las Ciencias Naturales –El caso de los modelos científicos**. 1ªed. – Buenos Aires: Lugar Editorial, 2010.

MARCELOS, M. de F.; NAGEM, R. L. Use of the “Tree” Analogy in Evolution Teaching by Biology Teachers. **Science e Education** (Dordrecht), 2012. v. 21, p. 507-542.

QUIRINO, R.; LAUDARES, J. B. O Pedagogo do Trabalho: Perfil Profissional e Saberes Necessários para a Atuação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, 2008. v. 6, p. 73-94.

SAUAIA, A.C.A. **Satisfação e Aprendizagem em Jogos de Empresas: contribuição para educação gerencial**. 1995. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade de São Paulo - USP, 1995.

SAUAIA, A.C.A. Conhecimento versus desempenho das organizações: um estudo empírico com Jogos de Empresas. In: VI SEMEAD - SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 6, 2003, São Paulo. **Anais eletronicos [...]** São Paulo: FEA/USP, 2003. p. 1-12.

TRILLA, J. **Educação formal e não-formal: pontos e contrapontos** / Jaume Trilla, Elie Ghanem; Valéria Amorim Arantes, (org). São Paulo: Summus, 2008.

WOOD JR. Os sete pecados capitais da educação corporativa. In: Eboli, M.P. (Org.). **Educação Corporativa: Muitos Olhares**. São Paulo: ATLAS, 2014, p. 206-215

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

Alexandre da Silva Ferry¹

Introdução

Em decorrência de uma pesquisa doutoral (FERRY, 2016) dedicada a investigar a relação entre os aspectos estruturais, semânticos e pragmáticos de analogias construídas em uma sala de aula de Química e os modos de comunicação empregados na sua construção, a Teoria do Mapeamento Estrutural – TME (GENTNER, 1983; GENTNER e MARKMAN, 1997), adotada como principal referencial teórico, foi apresentada e introduzida nos encontros semanais do Grupo de Estudos em Analogias, Modelos e Metáforas na Educação, na Ciência e na Tecnologia (GEMATEC) no início do ano de 2015.

A partir desse ano, alguns projetos de pesquisa conduzidos por mestrandos do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG, no âmbito das atividades do GEMATEC, começaram a ser elaborados adotando-se a TME como referencial teórico para a análise de analogias empregadas na educação em Ciências, particularmente no ensino de Química e de Biologia, em sua maioria. Entre os anos de 2015 e 2020 foram produzidas 9 dissertações de mestrado que tiveram como base teórica a TME (quadro 1).

¹ Coordenador e docente do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG.

Quadro 1: Dissertações produzidas no GEMATEC, no âmbito do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG, que adotaram a Teoria do Mapeamento Estrutural das Analogias (GENTNER, 1983; GENTNER; MARKMAN, 1997) como referencial teórico

Autor	Ano da defesa	Título	Área de conhecimento
Gilson Rodrigues de Alvarenga	2017	Análise estrutural de analogias em livros didáticos de Química	Ensino de Química
Érica Dinorá Portela	2017	Possibilidades pedagógicas de uma comparação do corpo humano com uma orquestra musical: o que pensam os professores de Biologia?	Ensino de Biologia
Rangel Benedito Sales de Almeida	2017	Analogias e Modelos: construção de objetos museais para a divulgação científica	Divulgação científica
Gláucia de Sousa Murta	2017	Análise estrutural de analogias e outras comparações em livros didáticos de Biologia	Ensino de Biologia
Cristiane de Paula Gouveia	2018	Potencialidades e limitações do modelo didático <i>Haploid-book</i> para o ensino de Genética	Ensino de Biologia
Helton Luiz Dias Ferreira	2019	Análise estrutural de analogias em livros didáticos de Química da década de 1990 e contemporâneos	Ensino de Química
Wilbert Viana Barbosa	2019	Análise da sistematicidade de analogias em contextos de ensino e de pesquisa na Educação em Ciências	Ensino de Química
Luciana Paula de Assis	2020	Potencialidades e limitações pedagógicas no uso de modelos analógicos para o ensino de estequiometria na Educação Tecnológica	Ensino de Química
Núbia Silva Schmidt	2020	Implicações pedagógicas do uso de modelos analógicos no ensino de Química para estudantes deficientes visuais	Ensino de Química

FONTE: Elaborado pelo Prof. Alexandre Ferry (2020).

Teoria do Mapeamento Estrutural das Analogias

A partir da TME, compreendemos as analogias como comparações entre dois domínios, um base e um alvo, nas quais privilegiam-se as relações entre elementos (originalmente chamados de objetos) e seus atributos, e as relações de ordem superior, que impõem restrições sobre

relações de ordem inferior, de forma que a analogia “A é como a B” define o mapeamento de B para A. Nesse sentido, A passa a ser chamado de alvo (ou domínio alvo – DA) desde que esse domínio seja explicado, e B passa a ser chamado de base (ou domínio base – DB), desde que sirva como fonte de conhecimento. Esses são os princípios desenvolvidos por Dedre Gentner, em 1983, que fundamentaram a *Structure-mapping Theory*, aprimorada por Gentner e Markman em 1997. Essa teoria surgiu no campo da Psicologia Cognitiva e buscava diferenciar as analogias das similaridades literais e outras comparações por meio do alinhamento de conhecimentos sobre o domínio base no domínio alvo, o qual foi denominado mapeamento de estruturas (GENTNER, 1983).

De acordo com essa teoria, a especificidade das analogias em relação aos outros tipos de comparação pode ser identificada por meio de um mapeamento das similaridades postuladas entre relações existentes no domínio familiar (domínio base) e no domínio desconhecido ou pouco conhecido (domínio alvo). Gentner (1983, p. 156) afirma que esses domínios são sistemas que incluem elementos (objetos, estados ou processos), atributos (características dos elementos) e relações tanto entre os atributos dos elementos quanto entre os próprios elementos, podendo também ser relações mais complexas entre relações menos complexas.

As analogias também são vistas como um mapeamento entre duas situações representadas, de modo que uma estrutura relacional comum é alinhada (GENTNER, 1983; GENTNER; MARKMAN, 1997; HOLYOAK, GENTNER; KOKINOV, 2001 *apud* GENTNER; BOWDLE, 2008). Em outras palavras, as analogias são comparações nas quais uma estrutura de relações similares pode ser identificada entre o domínio base e o domínio alvo.

Apesar da TME dar ênfase às analogias e diferenciá-las das similaridades literais, outros tipos de comparação (abstração, mera

aparência e anomalia) são discutidos durante a construção da teoria que apresenta características que nos permitem distingui-las. Portanto, segundo Gentner (1983), uma analogia é uma comparação com foco nas correspondências entre predicados relacionais entre os domínios envolvidos. Nas comparações de mera aparência, as correspondências são estabelecidas, predominantemente, entre atributos de elementos pertencentes ao domínio base (DB) e atributos de elementos pertencentes ao domínio alvo (DA). Assim, por exemplo, pode-se dizer que um gráfico de uma distribuição de Gauss, ou gaussiana, tem aparência similar ao do sino de uma igreja. De modo geral, esse tipo de comparação tem foco em propriedades descritivas de elementos pertencentes aos dois domínios, tais como a forma, a cor, o tamanho e outros.

As similaridades literais se aproximam das similaridades de mera aparência no sentido de que atributos dos elementos que pertencem ao DB devem corresponder àqueles que pertencem ao DA. Por outro lado, também se aproximam das analogias dada a exigência de similaridades entre relações existentes em cada domínio. A título de exemplo, vejamos uma comparação de similaridade literal entre uma usina hidrelétrica (DB) e uma termelétrica (DA). Há elementos correspondentes nos dois sistemas, tais como tubos, reservatórios de água, e turbinas movidos a partir da água (líquida no DB e vapor de água no DA). Há, também, uma correspondência entre as relações dos elementos dos dois domínios. Assim, no DB, podemos dizer que “o aquecimento da água pelo Sol é o processo mais importante, pois origina o movimento da água líquida que, posteriormente, serve para a produção de energia elétrica pela turbina”. De forma similar, no DA diremos que “o aquecimento da água pela fornalha é o processo mais importante, pois origina o movimento do vapor de água que, posteriormente, serve para a produção de energia elétrica na turbina”.

No caso das analogias, as correspondências são estabelecidas, predominantemente, entre relações. Não há necessidade de correspondência entre atributos que pertencem a cada domínio. Assim, por exemplo, quando alguém diz que um microfone piezoelétrico é análogo à cóclea humana, o foco de sua comparação está no funcionamento desses sistemas, pois não há, efetivamente, correspondência entre atributos dos elementos que constituem o microfone piezoelétrico e aqueles que constituem a cóclea. Por essa razão, jamais poderíamos dizer que a comparação entre microfone e cóclea envolve uma similaridade literal. Afinal, o microfone piezoelétrico é apenas um cristal ligado a fios condutores, que produz uma onda elétrica ao sofrer deformações provocadas por uma onda sonora. A cóclea tem uma estrutura imensamente mais complexa do que a do microfone piezoelétrico. Nela, um líquido produz deformações em um enorme conjunto de células especiais individuais que, ao serem deformadas, geram impulsos nervosos. Apesar da enorme diferença entre os elementos que compõem o microfone (cristal e fios de cobre) e aqueles que compõem a cóclea (estruturas ósseas, líquidos, membranas, células, etc.), o microfone pode ser usado para substituir a cóclea, em um procedimento médico conhecido como implante coclear. Nesse sentido, ele é realmente análogo à cóclea do ponto de vista da estimulação dos terminais nervosos que permitem ao cérebro de um ser humano produzir sensações sonoras.

Além das similaridades de mera aparência, das analogias e das similaridades literais, Gentner (1983) fala de um quarto tipo de comparação denominada *Anomalia*, na qual o mapeamento das similaridades entre os dois domínios comparados não encontra correspondências, nem entre atributos dos elementos, tampouco entre as relações que os elementos exibem em cada domínio. O quadro 2 nos apresenta uma forma de distinção dessas diferenças entre os tipos de

comparação e um exemplo para cada caso, tendo como campo de referência o ensino de Química.

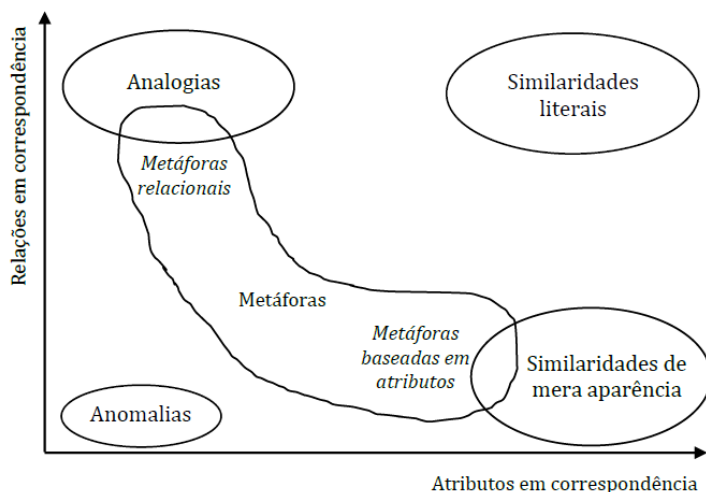
Quadro 2: Tipos de comparação segundo a TME

Tipo de Comparação	Atributos mapeados	Relações mapeadas	Exemplo
Similaridade Literal	Muitos	Muitas	O propanol é como o etanol.
Analogia	Poucos	Muitas	O átomo de Bohr é como o sistema solar.
Anomalia	Poucos ou nenhum	Poucas ou nenhuma	A Tabela Periódica dos elementos químicos é como um campo de futebol.
Similaridade de mera aparência	Muitos	Poucas	O átomo de Dalton é como uma bola de sinuca.
Abstração*	Poucos	Muitas	O número de Avogadro corresponde a distância percorrida pela luz, em metros, durante mais de 63 milhões de anos.
Metáfora relacional	Poucos ou nenhum	Muitas	Os elementos químicos Li, Na e K são de uma mesma família.
Metáfora baseada em atributos	Muitos	Poucas ou nenhuma	Os orbitais atômicos são nuvens eletrônicas
*As abstrações diferem das analogias por envolver domínios carentes de concretude, especialmente no domínio base, implicando em certa dificuldade de sua visualização.			

FONTE: Adaptado de Gentner (1983), Gentner e Markman (1997), Ferry (2016) e Assis (2020).

A Figura 1 apresenta representação gráfica do que, na TME, é chamado de “espaço de similaridade”. Essa representação gráfica nos permite uma visualização das distinções dos tipos de comparação a partir do grau de semelhança dos predicados descritivos dos elementos e do grau de semelhança relacional, ou seja, a frequência dos compartilhamentos de atributos ou relações no mapeamento das estruturas dos dois domínios comparados.

Figura 1: Espaço de similaridades mostrando diferentes tipos de comparação em função do número de relações e de atributos colocados em correspondência



FONTE: Gentner e Markman (1997, p. 48) – tradução em Ferry (2016).

Por meio da figura 1, Gentner e Markman (1997) apresentam dois tipos de metáforas: as metáforas relacionais (*relational metaphors*), baseadas em relações, e as *attribute metaphors*, isto é, metáforas baseadas em atributos. As diferenças entre as metáforas relacionais e as baseadas em atributos são como as diferenças apresentadas pelos autores entre analogias e similaridades de mera aparência.

Os exemplos de metáforas dados por Gentner (2001) e Gentner e Markman (1997) apresentam uma concepção desse tipo de comparação muito similar àquela que encontramos na Retórica Antiga:

Na Retórica Antiga definia-se a metáfora como uma comparação abreviada, elíptica, concebida nos termos de uma figura de plano de conteúdo [...] resultante de uma comparação entre dois termos, *A* e *B*, tomados como impropriamente semelhantes entre si; *A* seria, então, o termo a definir – o *comparado* – e *B* o *comparante* que o define a partir de um fundamento (sema

comum a A e B) impróprio, com supressão da partícula comparativa (como, qual, tal, tal como...) (LOPES, 1986, p.24, grifos do autor).

Entre os exemplos de metáforas encontrados nos trabalhos de Gentner e de seus colaboradores, os enunciados “meu trabalho é uma prisão”, “enciclopédias são minas de ouro” ou ainda “a lua é uma moeda de prata”, são, claramente, comparações abreviadas. De acordo com Lopes (1986), em comparações abreviadas como essas, o enunciador tenta expressar um dado segmento discursivo por meio de um paradigma inesperado, pouco familiar, utilizando-o no lugar do paradigma esperado, programado em nossa memória.

A respeito das analogias, Gentner e Markman (1997) afirmam que as correspondências estabelecidas supõem a existência de um alinhamento estrutural entre os domínios comparados. O método de análise para a realização de um mapeamento de similaridades consiste em identificar: (i) os elementos colocados em correspondência; (ii) os atributos ou características desses elementos que são relevantes para a comparação; (iii) as relações que, dentro de cada domínio, são estabelecidas entre elementos, atributos ou outras relações “de ordem inferior” ou, em outras palavras, menos complexas do que aquelas identificadas no mapeamento de similaridades feito pelo analista.

O estudo das analogias e outras comparações está fortemente ligado ao mapeamento analógico – um processo que permite um alinhamento estrutural entre duas situações representadas e a projeção de inferências sobre o domínio a ser compreendido (FALKENHAINER, FORBUS; GENTNER, 1989; GENTNER; MARKMAN, 1997; MARKMAN; GENTNER, 1993 *apud* GENTNER; BOWDLE, 2008). Esse mapeamento é o cerne da TME, pois ele modela os processos cognitivos ocorridos durante a interpretação de uma comparação. Gentner e Bowdle (2008), portanto,

apresentam o mapeamento como sendo um alinhamento que consiste em um conjunto explícito de correspondências entre a representação de elementos de duas situações, na qual há ênfase nas correspondências relacionais. O alinhamento é condicionado por uma consistência estrutural de modo que se tenha: (1º) correspondências um a um entre elementos mapeados na base e no alvo e (2º) conectividade em paralelo, em que os argumentos dos predicados relacionais e dos predicados descritivos em um domínio sejam correspondentes aos argumentos similares dos predicados mapeados no outro domínio. Além disso, a seleção dos alinhamentos é determinada pelo princípio de sistematicidade: a correspondência de um sistema de relações conectadas por relações de ordem superior que impõem restrições a relações de ordem inferior, assim como relações causais são priorizadas no alinhamento com um número igual de correspondências independentes.

Gentner e Markman (1997) apresentam três restrições psicológicas como características fundamentais para considerar uma comparação como uma analogia propriamente dita: (1) a Consistência Estrutural, apresentada anteriormente; (2) o Foco Relacional, que se refere a uma característica típica das analogias, diferentemente das similaridades de mera aparência, que são focadas em predicados descritivos colocados em correspondência entre os domínios comparados; refere-se também à possibilidade de se mapear relações de primeira ordem e ordem superior, ou seja, relações complexas entre os elementos, atributos e relações de primeira ordem presentes nos dois domínios; e (3) a Sistematicidade, que indica a existência de um sistema de relações mutuamente conectadas, em correspondência nos dois domínios, que, de certa forma, está relacionada ao poder inferencial sobre as relações pouco conhecidas no domínio alvo a partir da interconectividade das relações conhecidas no domínio base.

Diante disso, entendemos que, para que uma comparação possa ser considerada como uma “boa” analogia (ou uma “analogia verdadeira”), ela deve ser estruturalmente consistente, apresentar foco relacional e ser, preferencialmente, de alta sistematicidade. A sistematicidade é, portanto, uma importante característica na construção de uma analogia, devendo ser evidenciada no mapeamento das correspondências entre as relações similares. Segundo Gentner e Markman (1997), o mapeamento de um conjunto de relações de ordem superior interconectadas, que impõem restrições a relações de ordem inferior, possibilita uma melhor correspondência analógica do que a mesma quantidade de relações mapeadas, porém desconectadas. Assim, uma vez que o alinhamento é estabelecido, favorece-se a projeção das inferências mais prováveis da base para o alvo (FALKENHAINER et al, 1989 *apud* GENTNER e BOWDLE, 2008). A sistematicidade também orienta a inferência analógica: pessoas não importam fatos randômicos da base para o alvo, em vez disso, projetam inferências que completam o sistema de relações comum (CLEMENT; GENTNER, 1991 *apud* GENTNER; BOWDLE, 2008).

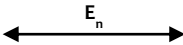
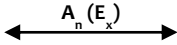
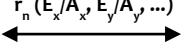
Padrão de Representação das Correspondências no Mapeamento Estrutural

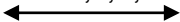
A partir dos princípios e fundamentos da TME, Ferry (2016) propôs um padrão de codificação e representação das correspondências identificadas no mapeamento estrutural de analogias e outros tipos de comparação, no qual as correspondências entre elementos são codificadas pela letra E, as correspondências entre atributos pela letra A, acompanhada pelo código do respectivo elemento, e as correspondências entre relações pela letra r (minúscula) ou R (maiúscula), respectivamente para relações de primeira ordem e relações de ordem superior. De acordo com esse padrão de representação, os códigos de todas essas correspondências de similaridade devem vir acompanhados por setas

bidirecionais simples. Além das correspondências de similaridade, o padrão também orienta sobre a identificação e codificação de diferenças alinháveis (D) e de limitações (L). Nesses casos, as setas bidirecionais devem vir assinaladas com um sinal gráfico semelhante a uma letra X, a fim de evidenciar a não similaridade observada entre os domínios comparados.

O quadro 3, a seguir, apresenta o padrão atualizado de representação das correspondências que devem ser levantadas para o mapeamento estrutural de analogias ou qualquer outro tipo de comparação. Ou seja, essa ferramenta também pode ser utilizada para mapear estruturalmente comparações de mera aparência, similaridades literais, contra-analogias e, até mesmo, metáforas. Esse quadro apresenta os códigos genéricos a serem usados junto às setas bidirecionais, marcadas ou não com outros sinais gráficos, além de orientações sobre a natureza de cada correspondência que pode ser mapeada.

Quadro 3: Tipologia de correspondências mapeadas e notações simbólicas empregadas nas representações das correspondências para análise de analogias

Domínio Base (DB)	Representações das Correspondências	Domínio Alvo (DA)
Elementos da base		Elementos do alvo
Elementos que compõem o DB	<i>Correspondências entre elementos devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pela letra E</i>	Elementos que compõem o DA
Atributos dos elementos do DB		Atributos dos elementos do DA
Predicados descritivos relevantes dos elementos mapeados no DB.	<i>Correspondências entre atributos devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pela letra A; Cada correspondência dessa natureza deve possuir um único argumento, ou seja, deve estar baseada em uma única característica.</i>	Predicados descritivos relevantes dos elementos mapeados no DA.
Relações de 1ª ordem do DB		Relações de 1ª ordem do DA

Relações entre dois ou mais elementos do DB ou entre suas características; relações de ordem estrutural que dizem respeito ao modo como os elementos do DB estão dispostos entre si.	<i>Correspondências entre relações de menor complexidade devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pela letra r (minúscula);</i> <i>Cada correspondência dessa natureza deve possuir, no mínimo, dois argumentos.</i>	Relações entre dois ou mais elementos do DA ou entre suas características; relações de ordem estrutural que revelam como os elementos do DA estão disposto entre si.
Relações de 2ª ordem do DB	${}^2R_n(r_x, r_y/E_y/A_y, \dots)$ 	Relações de 2ª ordem e/ou de ordem superior no DA
Relações existentes entre relações de 1ª ordem previamente postuladas entre elementos do DB ou entre uma relação de 1ª ordem com outros elementos/atributos.	<i>Correspondências entre relações mais complexas que devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pelo código ²R;</i> <i>Cada correspondência dessa natureza deve possuir ao menos uma relação de 1ª ordem como um dos seus argumentos.</i>	Relações existentes entre relações de 1ª ordem previamente postuladas entre elementos do DA ou entre uma relação de 1ª ordem com outros elementos/atributos.
Relações de ordem superior de nível hierárquico ou grau 'nh' do DB	${}^{nh}R_n({}^{(nh-1)}R_x, R_y/r_y/E_y/A_y, \dots)$ 	Relações de ordem superior de nível hierárquico ou grau 'nh' do DA
Relações existentes entre relações do DB, das quais ao menos uma se configura como uma relação de 2ª ordem.	<i>Correspondências entre relações de maior complexidade devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pelo código ²R;</i> <i>Cada correspondência dessa natureza deve possuir ao menos uma relação de 2ª ordem como um dos seus argumentos.</i>	Relações existentes entre relações do DA, das quais ao menos uma se configura como uma relação de 2ª ordem.
Determinados atributos ou relações do DB	$D_n : [\dots]$ 	Determinados atributos ou relações do DA
Características ou relações presentes no DB, conectadas a pontos em correspondência, que são diferentes nos respectivos pontos no DA.	<i>Diferenças alinháveis</i> <i>As setas bidirecionais devem ser marcadas com um sinal gráfico semelhante à letra X, e devem ser acompanhadas pela letra D*.</i>	Características ou relações presentes no DA, conectadas a pontos em correspondência, que são diferentes nos respectivos pontos no DB.
Elementos, Atributos ou Relações do DB ausentes no DA	$L_n : [\dots]$ 	Elementos, Atributos ou Relações do DA ausentes no DB
Condições do DB para as quais a comparação não se aplica; ou, elementos, atributos ou	<i>Limitações da comparação</i> <i>As setas bidirecionais devem ser marcadas com um sinal gráfico semelhante à letra X, e devem ser acompanhadas pela letra L**.</i>	Condições do DA para as quais a comparação não se aplica; ou, elementos, atributos ou relações do

relações do DB que não devem ser “transferidos” para o DA.		DA que não encontram correspondência no DB.
* - Os códigos das diferenças alinháveis devem, sempre, remeterem-se a alguma correspondência previamente codificada. ** - Os códigos das limitações identificadas referem-se a um novo elemento, atributo ou relação. Isto é, na lógica do mapeamento estrutural, as limitações são apresentadas com novos códigos.		

FONTE: Ferry (2018, p. 111 e 112) e atualizado em Barbosa (2019).

Considerações sobre o Mapeamento Estrutural como do de Análise

A teoria do mapeamento estrutural utilizada como uma das bases que fundamentaram a construção do nosso referencial teórico nos forneceu uma ferramenta de análise útil para alinhar os elementos e os atributos em correspondência e, principalmente, para identificar as relações similares existentes e estabelecer seu grau de complexidade. A partir das várias pesquisas conduzidas no GEMATEC que, entre outros estudos, originaram as dissertações apresentadas anteriormente (quadro 1), consideramos e concluímos que, por meio do mapeamento estrutural como método de análise das comparações tomadas como recurso didático na educação em Ciências, é possível verificar:

- se as analogias tomadas como objetos de análise são estruturalmente consistentes de modo a permitir o estabelecimento de correspondências um a um entre os elementos e atributos constituintes dos domínios comparados e a manter uma conectividade em paralelo entre os argumentos das relações colocadas em correspondência;
- se o foco da comparação analisada incide sobre as relações, o que a configura como sendo uma “analogia verdadeira” ou se o seu foco se restringe somente aos atributos dos elementos constituintes de cada domínio, o que a configura como uma similaridade de mera aparência;
- e se a analogia, isto é, se a comparação com foco relacional, é sistemática a ponto de permitir a compreensão das relações constituintes do domínio alvo

da comparação por meio da interconectividade das relações similares presentes no domínio base.

Além disso, a partir do mapeamento estrutural das analogias, concluímos que é possível identificar e analisar:

- as potencialidades da comparação pretendida, pois permite ao professor fazer um levantamento praticamente exaustivo das relações similares a serem exploradas;
- as diferenças alinháveis entre os domínios comparados, de modo a evitar transposições de ideias equivocadas e aparentemente “sedutoras” do domínio base para o domínio alvo;
- as limitações da comparação, de modo a apontar aspectos do domínio alvo que não podem ser explicados por meio do domínio base ou aspectos do domínio base que não podem ser “transferidos” para o alvo ou ainda condições nas quais a analogia não se aplica.

Resumindo, por meio do mapeamento estrutural de uma analogia é possível analisar suas potencialidades e suas fragilidades, e, assim, planejar sua construção ou o seu uso em atividades de ensino, de modo a torná-las contextualmente adequadas para sua aplicação e, consequentemente, para a aprendizagem dos estudantes. Análises de analogias feitas por meio do mapeamento das correspondências entre seus elementos, atributos relevantes e relações constituintes, sejam de primeira ordem ou de ordem superior, são capazes de evidenciar suas complexidades e sofisticação diante de comparações mais simples, como as similaridades por mera aparência.

Síntese das Ideias Centrais da TME

Para finalizar este capítulo, consideramos importante apresentar uma síntese das ideias centrais da Teoria do Mapeamento Estrutural a

serem consideradas em pesquisas dedicadas ao estudo das analogias no contexto da Educação em Ciências:

(1°) nem todo tipo de comparação se configura como uma analogia; no ensino de Ciências é possível encontrar diferentes tipos de comparação, como as de mera aparência, as similaridades literais, as abstrações, as anomalias, as metáforas relacionais, as metáforas baseadas em atributos e as contra-analogias;

(2°) as analogias são comparações estruturalmente consistentes que nos permitem não somente estabelecer correspondências um a um entre elementos constituintes dos domínios base e alvo, mas também reconhecer uma conectividade em paralelo entre os argumentos constituintes das relações colocadas em correspondência, seja na construção ou na interpretação das analogias; essas relações em correspondência constituem o foco das analogias;

(3°) uma analogia é um tipo de comparação com foco relacional estabelecida para compreender um domínio desconhecido ou pouco conhecido a partir de outro domínio familiar, seja para quem constrói a analogia ou para quem a interpreta;

(4°) uma analogia não se limita a uma única correspondência entre os dois domínios comparados; uma analogia pode permitir o estabelecimento de inúmeras correspondências entre os dois domínios.

Esses princípios devem ser entendidos como o conhecimento básico e necessário para a compreensão da metodologia de análise proposta por meio do mapeamento estrutural. Isto é, da identificação das correspondências entre elementos, atributos e, principalmente, entre relações similares que constituem os domínios comparados.

Referências

ALMEIDA, R. B. S. de. **Analogias e modelos**: construção de objetos museais para a divulgação científica. Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2017.

ALVARENDA, G. R. **Análise estrutural de analogias em livros didáticos de química.**

Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2017.

ASSIS, L. P. de. **Potencialidades e limitações pedagógicas no uso de modelos analógicos para o ensino de estequiometria na educação tecnológica.**

Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2020.

BARBOSA, W. V. **Análise da sistematicidade de analogias em contextos de ensino e de pesquisa na educação em ciências.**

Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2019.

CLEMENT, C. A.; GENTNER, D. Systematicity as a selection constraint in analogical mapping. **Cognitive Science**, v. 15, p. 89-132, 1991. Disponível em: <<http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/ClementGentner91.pdf>>.

DAGHER, Z. R. Review of Studies on the Effectiveness of Instructional Analogies in Science Education. **Science Education**, v. 79, n. 3, p. 295-312, 1995.

DUARTE, M. C. Analogias na Educação em Ciências Contributos e Desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 7-29, 2005.

FALKEHAINER, B.; FORBUS, K. D.; GENTNER, D. The structure-mapping engine: Algorithm and examples. **Artificial Intelligence**, 1989, v. 41, p. 1 - 63. Disponível em: <<http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/FalkenhainerForbusGentner89.pdf>>.

FERREIRA, H. L. D. **Análise estrutural de analogias em livros didáticos de química da década de 1990 e contemporâneos.** Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2019.

FERRY, A. S. **Análise estrutural e multimodal de analogias em uma sala de aula de química**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2016. Tese de Doutorado.

FERRY, A. S. **Pesquisas sobre analogias no contexto da educação em ciências à luz da teoria do mapeamento estrutural (structure-mapping theory)**. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

FERRY, A. S.; PAULA, H. F. Mapeamento estrutural de analogias e outras comparações em uma sala de aula de Química. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindoia SP, 24 a 27 Nov 2015.

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

GENTNER, D. Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy. **Cognitive Science**, Palo Alto, v. 7, n. 1, p. 155-170, jan 1983.

GENTNER, D.; BOWDLE, B. Metaphor as structure-mapping. In R. Gibbs (Ed.) *The Cambridge Handbook of Metaphor and Thought*. **Cambridge University Press**, New York NY, p. 109 - 128, 2008. Disponível em: <http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/gentnereBowdle_2008.pdf>.

GENTNER, D.; COLHOUN, J. Analogical processes in human thinking and learning. In B. M. Glatzeder et. al. (eds.), *Towards a Theory of Thinking, On Thinking*. **Springer-Verlag**, Berlin, v. 2, p. 35-48, 2010. Disponível em: <http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/gentnereColhoun_2010.pdf>.

GENTNER, D.; KURTZ, K. J. Relations, objects, and the composition of analogies. **Cognitive Science**, v. 30, p. 609-642, 2006.

GENTNER, D.; MARKMAN, A. B. Structure mapping in analogy and similarity. **American Psychologist**, v. 52, n. 1, p. 45 - 56, jan 1997. Disponível em: <<http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/GentnerMarkman97.pdf>>.

GENTNER, D.; SHUMACHER, R. M. **Use of structure-mapping theory for complex systems**. Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. New York: IEEE. 1986.

GENTNER, D.; TOUPIN, C. Systematicity and surface similarity in the development of analogies. **Cognitive Science**, v. 10, p. 277-300, 1986.

GOUVEIA, C. de P. **Potencialidades e limitações do modelo didático haploid-book para o ensino de Genética**. Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2018.

HOLYOAK, K. J.; GENTNER, D.; KIKINOV, B. N. Introduction: the place of analogy in cognition. In D. Gentner, K. J. Holyoak, e B. N. Kokinov (Eds.), *The analogical mind: Perspectives from cognitive science*. **MIT Press**, Cambridge MA, p. 1 - 19, 2001. Disponível em: <<http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/HolyoakGentnerKokinov01.pdf>>.

MARKMAN, A. B.; GENTNER, D. Structural alignment during similarity comparisons. **Cognitive Psychology**, v. 25, p. 431 - 467, 1993. Disponível em: <<http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/MarkmanGentner93c.pdf>>.

MARKMAN, A. B.; GENTNER, D. Commonalities and differences in similarity comparisons. **Memory e Cognition**, v. 24, n. 2, p. 235-249, 1996.

MURTA, G. de S. **Análise estrutural de analogias e outras comparações em livros didáticos de Biologia**. Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2017.

PORTELA, É. D. **Possibilidades pedagógicas de uma comparação do corpo humano com uma orquestra musical: o que pensam os professores de Biologia?** Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2017.

SCHMIDT, N. S. **Implicações pedagógicas do uso de modelos analógicos no ensino de Química para estudantes deficientes visuais**. Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2020.

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

Cláudia Gomes França¹

Leila Saddi Ortega²

Contexto: CEFET-MG e Comunidades

Este artigo apresenta desafios no processo de concepção e desenvolvimento de objetos de aprendizagem (OAs), baseados na construção de modelos, em contextos desprovidos de aparatos tecnológicos e conexão de internet, em duas comunidades, localizadas nas regiões Centro-Sul e Oeste da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Esse trabalho faz parte do Projeto intitulado “O CEFET-MG, do Cabana do Pai Tomás ao Aglomerado da Serra: conexões entre ciência, tecnologia e educação” (SOPHIA), aprovado pelo Edital 07/2015 da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Trata-se de um plano de popularização da ciência com objetivo de criar canais de interlocução com a sociedade e de promover a extensão popular institucional.

Objetos de Aprendizagem (OAs) são recursos digitais ou não digitais, ou por exemplo jogos, brinquedos e/ou brincadeiras, que atuam como elementos motivadores do ensino e da aprendizagem, uma vez que ampliando o processo de assimilação de informações e suas ressignificações, auxiliam o processo de ensino e aprendizagem

¹ Doutora em Educação - Departamento de Artes, Design e Tecnologia do CEFET-MG.

² Doutora em Ciências Biológicas - Departamento de Ciências Biológicas do CEFET-MG.

(TAROUCO, 2014). Estes recursos estão cada vez mais sendo discutidos e pesquisados na área da Educação.

O CEFET-MG é uma instituição centenária de tradição na educação profissional, no ensino técnico, na pesquisa e centro de excelência em projetos que envolvem tecnologia e inovação. A possibilidade de ensino verticalizado é uma de suas principais características, porque oferece formação ampla que vai do ensino técnico até a pós-graduação *stricto sensu*, com docentes que transitam por vários níveis. Embora seus processos formativos e suas respectivas pesquisas e produtos deles advindos aconteçam em simultaneidade – ensino médio e técnico, por exemplo – é necessário que se busquem formas de diálogo entre a formação escolar básica, técnica e acadêmica e a sociedade. De forma mais abrangente, é relevante que essa articulação possa acontecer sob formatos e em espaços diferenciados, que vão além dos muros da academia e das práticas tradicionais, na perspectiva de diálogo entre divulgação científica e extensão universitária. É nesse contexto diverso, e na valorização da pesquisa pela extensão, que se inseriu este trabalho, na compreensão de que a educação é capaz de conectar saberes produzidos em centros de educação oficiais, mas pode dar visibilidade a diferentes produções tecno científicas. Ações de divulgação e popularização da ciência podem auxiliar no estabelecimento de tal elo.

A comunidade *Aglomerado da Serra*, situada na Região Centro-Sul, é considerada a maior favela da capital mineira, e ocupa grande extensão territorial, que se distribui em oito vilas e teve sua formação distribuída ao longo de várias décadas do século passado. A população, segundo dados do Banco Nacional do Desenvolvimento, está estimada em torno de 46 a 50 mil habitantes, embora seus moradores indiquem que esse número chegue aos 100 a 150 mil moradores (GLOBO AÇÃO, 2013). As atividades deste trabalho, na comunidade *Aglomerado da Serra*, foram viabilizadas

pelo “Centro Cultural Lá da Favelinha”, um espaço criado pela iniciativa de um artista multimídia e, também, morador de uma de suas vilas: Carlos Eduardo dos Anjos, conhecido como Kdu dos Anjos. Esse local privilegia sua atuação por meio da valorização de manifestações culturais comuns entre seus moradores e, geralmente, subjugadas pela sociedade. A oferta de oficinas de áreas diversas (RAP, dança de rua, idiomas, teatro, canto, dentre outras) atrai e reúne grupos de crianças, adolescentes e jovens adultos. A presença constante em projetos de cunho social, aliada a iniciativas de financiamento coletivo em redes sociais fazem com que o Centro Cultural tenha a missão de incentivar o empreendedorismo criativo e comunitário e promover a educação, a cultura e o desenvolvimento humano, principalmente de crianças e jovens do Aglomerado da Serra, em Belo Horizonte, ganhando certa projeção no cenário cultural da capital, do país e até mesmo a nível internacional. Nesse período de pandemia decorrente da Covid-19, o mundo parou, mas o Centro Cultural continuou trabalhando intensamente com seus projetos sociais, oferecendo aulas de dança *on-line*, costurando jalecos e máscaras, arrecadando e distribuindo cestas básicas (GOMES, 2020).

A comunidade da Região Oeste, *Cabana do Pai Tomás*, foi fundada em 1963, fruto de um processo de ocupação e conquista, e possui população que varia entre 18 e 70 mil habitantes. Durante os anos de 1960, lutas e resistências marcaram a história do local, fato que a estigmatizou, pela mídia, como lugar símbolo da violência urbana. Situada na Região Oeste, faz fronteira física com um dos *campi* do CEFET-MG (campus II). Essa condição evidencia a linha tênue da invisibilidade entre ambos os espaços. A história de luta e resistência ao longo desses mais de 50 anos de ocupação resultou em processos de mobilização sociais mais consolidados e atuantes diante da negligência do poder público. A comunidade criou seus mecanismos de ação e elegeu suas lideranças. Foi

por meio dessas lideranças e dos lugares sociais representados por elas, que as ações desse trabalho se viabilizaram. As ações realizadas com as crianças aconteceram em um Grupo de Apoio, uma espécie, conforme nomearam seus moradores, de “reforço” para as atividades escolares e acolhimento de crianças e adolescentes nos contra turnos da escola.

O Plano de Popularização da Ciência

Do universo de Cursos e Departamentos do CEFET/MG, duas áreas do conhecimento distintas se uniram na busca do diálogo institucional com espaços externos e diversos de sua realidade. O Departamento de Ciências Sociais e Filosofia, e o Departamento de Arte, Design e Tecnologia, partiram de experiências anteriores, mas isoladas, na tentativa de intensificar essa articulação por meio de um projeto de popularização da ciência e extensão único. As áreas do conhecimento que o originaram, Sociologia, Filosofia e Arte, lhe conferiram o acrônimo pelo qual ficou conhecido – Projeto SOFIA FAPEMIG 07/2015. A partir dessa união foram propostos dois eixos temáticos: (i) Educação e Tecnologia e (ii) Saúde, Meio Ambiente e Tecnologia, de forma a garantir sistematização e exequibilidade às ações de popularização, com enfoque em temas específicos, relacionados às áreas de conhecimento do CEFET-MG. Ambos foram interligados e são complementares, e constituíram as bases para o delineamento das ações.

As ações do projeto SOFIA tiveram como prioridade promover nova configuração dos papéis sociais pela horizontalidade de saberes e pela valorização e incorporação de práticas distintas das escolares. Integraram as equipes de trabalho professores, técnicos administrativos, estudantes do CEFET-MG, educadores sociais, oficineiros das áreas de artesanato e *hip-hop*, artistas locais, dentre outros ofícios. Atividades foram desenvolvidas nas comunidades, na compreensão de que espaços sociais

não se constituem apenas como lugares para legitimar a produção científica e tecnológica, mas também como ambientes para a produção de conhecimentos e saberes. Dentre essas atividades destacamos: (a) pesquisa documental; (b) oficinas de cinema comentado e rodas de conversa; (c) oficinas de modelagem e de desenho; (d) visitas técnicas; (e) registros fotográficos, (f) hortas comunitárias, (g) práticas de educação em saúde e meio ambiente; (h) criação de Rap, (i) elaboração de textos.

A concepção e o desenvolvimento dos OAs se deram no entendimento de que se apresentam como elementos que estabelecem e identificam mediações entre os participantes e o conhecimento produzido socialmente.

Objetos de Aprendizagem e suas Perspectivas

A ideia de desenvolver OAs, inicialmente nomeados como “Brinquedos Científicos”, surgiu pela percepção de que produtos, objetos de *design* e brinquedos, dispostos em espaços de venda alternativos como museus e feiras, possuem características não somente para divertir seus usuários, mas para construir conhecimento por meio de seu formato, materiais e mecanismos, que vão além dos proporcionados aos consumidores. Essa percepção levou à constituição de uma pequena coleção de brinquedos pela equipe propositora e demais *gadgets* que, na medida em que foram se acumulando, demandavam abordagem e procedimentos de pesquisa para que tal articulação – diversão e conhecimento – tomasse corpo no espaço acadêmico. Para contextualização, são exemplos desses brinquedos: jogos de tabuleiro; bonecas contendo região abdominal, aberta por zíper, para encaixe de peças anatômicas; jogos de memória, jogos de cartas, dentre outros. Foi possível constatar que estes brinquedos apresentam algumas características:

- Dialogam com áreas do conhecimento que não são exploradas pelos fabricantes;
- Se encontram em pontos de venda como museus e feiras de artesanato e de *design*, que se diferem dos centros comerciais;
- Possuem forte apelo estético por serem tratados por processos do *design* gráfico;
- Oferecem ao usuário a oportunidade de interagir com o brinquedo como coautor de seu produto;
- Não proporcionam interação com os usuários que possa ir além do manuseio de suas peças quando articulados com alguma área do conhecimento;
- Possuem possibilidades de diálogo com diversas áreas do conhecimento em perspectivas diversas que podem se materializar, também, por meio de analogias, metáforas e modelos.

A transição de “Brinquedos Científicos” para OAs se deu pela pesquisa na *internet*, por projetos de pesquisa e de ensino afins, pela qual se chegou ao Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem (NOA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Paraíba, Brasil. A possibilidade de serem baseados em modelos aconteceu no delinear das ações, reconfiguradas a partir de demandas que surgiram nas interações com as crianças.

Objetos de Aprendizagem: Percursos Entre o Projeto e a Interação com as Comunidades

A referência inicial se baseou na proposição de Objetos de Aprendizagem do grupo NOA (UFPB), que tem como objetivo, por meio da construção desses objetos, introduzir estudantes e demais usuários na estruturação conceitual das disciplinas. Os projetos desenvolvidos pelo NOA contemplam conhecimentos da área da Física. Um dos propósitos do Plano de Popularização da Ciência foi o de abordar outras áreas do

conhecimento como Biologia, Astronomia, Química, Saúde e Meio Ambiente. O grande desafio desse trabalho foi introduzir os usuários (crianças e adolescentes) na estrutura conceitual dos conteúdos abordados, de maneira a propor práticas instigantes que estimulem a construção do conhecimento de modo informal, coletivo e colaborativo. No lugar de fórmulas e equações para a descrição dos fenômenos, o trabalho procurou propor outras vertentes desses conteúdos por meio de alternativas de linguagem e de representações por construção de modelos.

Modelos são como representações parciais de um objeto, evento, processo ou ideia, produzidos com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar o ensino e aprendizagem de novos conceitos (RAVIOLO, 2009). A construção de modelos vem sendo extensivamente usada pelos cientistas para produzir conhecimento, e são ferramentas instigantes para um ensino mais sistematizado e dinâmico, portanto um viés mais experimental e menos teórico.

Nessa perspectiva, o aprendiz deve ser capaz de se envolver na construção de um modelo a partir de algo já conhecido para conseguir representar um algo ainda desconhecido. Nesse processo de construção de um modelo, o aprendiz desenvolve atitudes mais ativas e efetivas de aprendizagem, pela busca interessada do conhecimento, construindo-o e aplicando-o pelo fazer e não pela memorização de determinado assunto (FERREIRA & JUSTI, 2008; RAVIOLO, 2009).

Com base nesse posicionamento teórico, foram propostas ações e procedimentos metodológicos para o desenvolvimento dos modelos ou OAs pretendidos, nas duas comunidades, tendo o CEFET como agente mediador destas ações. Assim, os modelos poderiam assumir configurações diversas, dependendo das propostas de cada comunidade. No princípio, as perspectivas do que poderia ser feito foram discutidas entre as equipes componentes do projeto (professores, técnico

administrativos e estudantes do CEFET/MG e educadores sociais de ambas comunidades), por meio de encontros semanais e realizados fora das comunidades. O distanciamento inicial do público-alvo foi logo percebido e sanado pela decisão de realizar as ações nas comunidades, em conjunto com as crianças. Esse passo deu início ao processo de reconfiguração do que foi planejado, do que seria possível ser realizado e ao propósito de desenvolver OAs, baseados em modelos, por meio da proposição de conteúdos de Ciências em espaços sociais e comunitários.

A diversidade de ambos os contextos, por si só, determinou a necessidade de reconfigurar, replanejar, adaptar e de reconhecer as diferenças. Não à rigidez, mas sim à criatividade, às habilidades, aos saberes, às práticas, à curiosidade, à imaginação. O ponto em comum foi a faixa etária – crianças e adolescentes entre 06 a 15 anos.

Os Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver ações de popularização da ciência e da tecnologia em duas comunidades da cidade de Belo Horizonte, por meio de atividades educativas orientadas pela transdisciplinaridade, pela horizontalidade e pela articulação de saberes com o CEFET-MG, ao integrar diferentes linguagens e suportes. Dos objetivos específicos, destacam-se aqui os que se referiram diretamente ao desenvolvimento dos OAs: (i) articular ações de popularização da ciência com a construção e aplicação de Objetos de Aprendizagem pela interação horizontal entre professores, técnicos administrativos, estudantes do CEFET-MG e educadores, crianças e jovens das comunidades parceiras; (ii) oferecer suporte conceitual e técnico para as equipes das comunidades e (iii) vincular as ações de popularização aos Objetos de Aprendizagem que incluem: levantamento de materiais; desenvolvimento e adaptação de mecanismos e dispositivos técnicos e formas de interação.

A Metodologia

A metodologia foi concebida no intuito de garantir posicionamentos teóricos em acordo com os objetivos almejados – popularizar ciência e promover a extensão popular, pela pesquisa comprometida com demandas sociais, por meio de abordagem qualitativa, na perspectiva do diálogo, do planejamento e da construção coletiva entre o CEFET-MG e as comunidades parceiras.

Os procedimentos foram sistematizados de forma a, inicialmente, articular e promover o envolvimento dos três contextos envolvidos (CEFET/MG, Aglomerado da Serra e Cabana do Pai Tomás), construir suporte conceitual e técnico para as equipes das comunidades e, em seguida, viabilizar as ações pretendidas. É importante salientar a abertura metodológica, principalmente das equipes de trabalho, diante do contato com as comunidades. Se impactos existiram, eles aconteceram dos dois lados: instituição e comunidades. Nesse contexto, muitos OAs foram desenvolvidos em articulação com diferentes áreas do conhecimento pela participação de professores colaboradores do CEFET-MG e integrantes das duas comunidades, e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Objetos de Aprendizagem desenvolvidos no projeto de Popularização do Conhecimento, entre o CEFET-MG e duas comunidades de Belo Horizonte/MG

Objeto de Aprendizagem	Área do conhecimento
<i>Por dentro todos somos iguais!</i> <i>O corpo é massa!</i>	Biologia/Sociologia
<i>A tabela periódica no caderno de receitas!</i> <i>Comunidade Habiotalcional</i> <i>Alimenteira</i> <i>Dominotrófico</i> <i>Deu Química!!!</i>	Biologia/ Meio Ambiente/ Química
<i>Olhar o céu, compreender a Terra!</i> <i>Antenados</i> <i>Minhas constelações</i>	Astronomia
<i>Admirável mundo micro</i> <i>Escalafobéticos</i>	Microbiologia

<i>Dengueira RPG</i> <i>Dengueira Jogo de Tabuleiro</i>	Biologia/Sociologia
<i>Jardins suspensos da Babilônia</i> <i>Rolê por BH</i> <i>Meu jardim!</i> <i>A cidade que eu vivo, a cidade que eu desconheço!</i> <i>Vai uma salada aí?</i>	Meio Ambiente/ Biologia

FONTE: Elaborado pelos autores, 2020.

Destacam-se aqui os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento de atividades relacionadas à produção do conhecimento sobre os sistemas do corpo humano, com educadores, crianças e adolescentes das duas comunidades e a produção dos OAs: “*O corpo é massa!*” e “*Por dentro todos somos iguais!*”, os dois objetos de análise deste trabalho.

A construção dos Objetos de Aprendizagem: “*O corpo é massa!* e *Por dentro todos somos iguais!*”, categorizados no eixo Educação e Tecnologia, teve como objetivo promover o conhecimento de órgãos e sistemas do corpo humano (aspectos anatômicos e morfofisiológicos), integrado a noções de matemática (proporção, profundidade, planos e perspectiva) e associados a elementos da arte e da sociologia. Desta forma, o desenvolvimento metodológico incluiu abordagens em diferentes áreas do conhecimento como as áreas de Biologia, Matemática, Arte e Sociologia. Para estas abordagens multidisciplinares, foram incluídos os temas da Biologia tais como: morfologia, órgãos, tecidos, sistemas fisiológicos do corpo humano, tipos de pele (melanina), variabilidade anatômica e morfológica das pessoas. Para a área da Matemática, os objetos de conhecimentos trabalhados na construção desses dois OAs foram proporção, simetria, profundidade, planos e perspectivas. Com relação a área das Artes, as perspectivas sobre formas, volume, trabalhos manuais, bordados, costura, colagem, modelagem com massinha e cinema foram discutidas e vivenciadas na construção dos modelos. E, por fim, para a área

Sociologia, foram abordadas reflexões acerca da diversidade sob múltiplos aspectos.

Atividades realizadas para a construção dos Objetos de Aprendizagem: *O corpo é massa!* e *“Por dentro somos todos iguais!”*

Os Objetos de Aprendizagem *O corpo é massa!* e *Por dentro somos todos iguais!* foram concebidos ao longo de vários momentos de discussão, e por meio de sete atividades interativas e distintas: (1) Oficina de modelagem, (2) Oficina de desenho do corpo humano, (3) Oficina de Cinema comentado, (4) Criação do RAP *Favela Humana*, (5) Visita técnica ao Museu de Ciências Morfológicas da UFMG, (6) Oficina de elaboração textual e (7) Construção dos bonecos *Por dentro somos todos iguais!*. A seguir, tem-se o detalhamento metodológico para cada uma dessas atividades.

Atividade 1. Oficina de Modelagem e construção do OA: O corpo é massa!

Os integrantes da comunidade junto à coordenadora e colaboradores do projeto se reuniram nas comunidades para modelar estruturas representativas do corpo humano, utilizando massinha de modelar, de diferentes cores, que indicavam os principais órgãos de quatro importantes sistemas fisiológicos: digestório, circulatório, respiratório e excretor. Os órgãos foram construídos por modelagem com mãos e organizados em um *marmitex* de alumínio, que representava, analogamente, a perspectiva anatômica da caixa torácica do corpo humano, sobretudo a região torácica, mas incluindo também a região abdominal.

Após o reconhecimento dos órgãos, de suas estruturas, formatos funções, de sua modelagem e dos seus encaixes no *marmitex*, com base nos fundamentos científicos sobre anatomia humana, as crianças foram convidadas a desenhar roupas e demais características externas das

peessoas, de forma a criar um personagem de sua preferência. Desta atividade foi produzido o primeiro OA: *O corpo é massa!* Cada jovem foi orientado a criar o seu próprio personagem, com as características físicas internas muito semelhantes, e com as características externas distintas, que representassem a diversidade física das pessoas e de como elas se apresentam em seus diferentes biotipos. Com relação aos materiais utilizados nesta oficina foram os descritos a seguir: *marmitex* de alumínio; massa de modelar em cores diversas; canudinhos plásticos; lápis de cor; canetas coloridas; forminhas de brigadeiro e modelo-gabarito em papel (na escala da embalagem de alumínio) para identificação da localização dos seguintes órgãos: coração, pulmões, estômago, fígado, intestinos grosso e delgado, baço, pâncreas, rins e bexiga.

Atividade 2. Oficina de desenho do corpo humano

Nesta etapa ocorreu a exibição de imagens com representações da figura humana ao longo da história e da História da Arte como um momento introdutório à esta atividade. Em sequência, os jovens elaboraram desenhos de pessoas humanas, tendo como referência estética pessoas conhecidas, ou seja, os moradores de suas comunidades, como pais, mães, educadores, vizinhos ou pessoas popularmente conhecidas. Estas seções de desenhos geraram material que constituíram as referências visuais para a etapa posterior (atividade 7) de confecção dos bonecos do OA “*Por dentro somos todos iguais!*”. Para os desenhos do corpo humano, os materiais utilizados foram papel Kraft, lápis e canetas de diversas cores.

Atividade 3. Oficina de cinema comentado

Inicialmente foi realizada a elaboração de material de divulgação para exibição dos filmes *Divertidamente* (EUA/2015), o qual aborda emoções e sentimentos a partir do funcionamento do Sistema Nervoso Central e *Osmose e Jones* (EUA/2004), que propõe uma viagem aos sistemas do

corpo humano e as respectivas reações coordenadas pelo sistema imunológico, a partir da ameaça da presença de um corpo estranho.

A equipe do projeto se reuniu em cada comunidade, com os participantes (crianças e adolescentes) para assistirem aos filmes, nas datas previamente agendadas. Após a exibição de cada filme, eram discutidos os aspectos mais importantes e marcantes das histórias, junto aos participantes, os quais eram provocados a refletir sobre os aspectos do corpo humano pelas diferentes abordagens dos filmes. Após as sessões de cinema comentado, os participantes das duas comunidades responderam a questionários de avaliação desta atividade e de questões associadas à sua percepção dos filmes. A oficina de cinema comentado foi realizada com os seguintes materiais: televisão, vídeo, filmes, pipoca, suco, poltronas, almofadas, questionários, canetas.

Atividade 4. Criação do RAP Favela Humana

Uma rapper, moradora da comunidade da região centro sul (*Aglomerado da Serra*) foi convidada a participar em todas as atividades propostas, e a partir de alguns conceitos percebidos nas reuniões, ela propôs uma letra para criação de um *RAP científico*, abordando conceitos científicos sobre o corpo humano. RAP, HIP HOP e FUNK são práticas culturais das comunidades, e foram incorporadas ao processo metodológico de trabalho como forma de estreitar laços entre o conteúdo da ciência abordado e a aprendizagem de conceitos. A criação do Rap *Favela Humana* contou com o talento da rapper para a composição das letras musicais, de teor científico e com acompanhamento musical feito por ela mesma.

Atividade 5. Visita técnica ao Museu de Ciências Morfológicas da UFMG

As crianças e adolescentes das duas comunidades realizaram uma visita técnica a esse museu, em conjunto com a equipe do projeto SOPHIA.

O deslocamento dos jovens ocorreu por meio de transporte coletivo, com veículo do próprio CEFET-MG. Os jovens foram recebidos pelos monitores do museu, que apresentaram e explicaram sobre o nome, anatomia e função das peças biológicas lá expostas. O museu tem um considerável acervo de peças anatômicas reais, réplicas e artefatos do corpo humano, organizados e categorizados de acordo com os sistemas fisiológicos humanos, a saber: locomotor, digestório, circulatório, excretor, reprodutor, respiratório, sensorial, nervoso e endócrino. Ao final da atividade houve um momento para a interação entre os jovens e a equipe de educadores, para a troca de ideias, opiniões e saberes, em meio a um lanche coletivo. Ao final, os jovens responderam a um questionário sobre suas percepções em relação àquele espaço do conhecimento visitado, a experiência vivenciada e, ainda, a questões avaliativas da atividade.

Atividade 6. Oficina de elaboração textual

Os educadores instruíram e orientaram as crianças e adolescentes a desenvolverem a habilidade da escrita de textos, por meio da elaboração do *Fanzines* - jornalzinho com relatos das atividades feitas por eles nas oficinas até então. Nesta oficina, a coordenadora do projeto apresentou alguns registros fotográficos das atividades realizadas durante o transcorrer do projeto, como fator motivacional e estímulo visual para a escrita do texto. Assim, os materiais utilizados nesta atividade foram: papéis, canetas e registros fotográficos das atividades anteriores.

Atividade 7. Construção dos bonecos, o segundo OA – Por dentro somos todos iguais!

Para a confecção dos bonecos do OA *Por dentro somos todos iguais!* foram realizadas reuniões entre a equipe do projeto, além de crianças e jovens das duas comunidades. Foram oportunizadas discussões acerca de temas como noções de proporção, perspectiva, planos e profundidade; questões como raça e diversidade; variabilidade morfológica externa e

similaridade anatômica interna do corpo humano, além do conhecimento biológico sobre os órgãos e sistemas do corpo humano. A previsão era de que os bonecos fossem confeccionados pelas costureiras das respectivas comunidades, ação que foi inviável devido a fatores externos. Incorporar o público adulto no desenvolvimento dos OAs foi um objetivo difícil de se tornar realidade devido à própria rotina dos moradores. A opção alternativa foi encontrada pelo diálogo institucional. Os bonecos foram confeccionados por uma equipe de estudantes do Curso Técnico Integrado em *Design* de Moda da Unidade Divinópolis, do CEFET-MG.

Nesta etapa, aconteceu a confecção de bonecos de tecido, com abertura na região abdominal, onde se alocam as peças de tecido (com enchimento) representativas dos órgãos do corpo humano, dos quatro sistemas fisiológicos citados acima. Os materiais utilizados foram: tecidos diversos, linhas, tesoura, fechos, velcros, lãs, fios, contas, botões, algodão para enchimento. Essa abertura abdominal nos bonecos, com os órgãos encaixados, permite a interação dos usuários e o reconhecimento de suas estruturas e funções dentro do corpo. Foi interessante que as características externas dos bonecos tiveram como referência os desenhos elaborados pelas próprias crianças na *Atividade 2 - Oficinas de desenho do corpo humano*. Os materiais utilizados permitiram a confecção de diferentes biotipos, no sentido de aliar noções sobre o corpo humano e seus sistemas e ir além, ao abordar questões sobre raça, posicionamentos sociológicos, diversidade biológica, dentre outros.

A abertura para reconfigurar as ações previstas neste trabalho acabou por gerar não apenas um, mas dois objetos de aprendizagem, ambos constituídos como modelos de representação parcial dos sistemas do corpo humano – *Por dentro todos somos iguais!* e *O corpo é massa!*.

Resultados e Discussão

O desenvolvimento dos OAs conduziu as ações a um vasto leque de possibilidades por meio dos processos de materialização das atividades propostas. O conceito de OA tomado como referência na escrita do projeto abriu precedentes para articulação e diálogo com posicionamentos epistemológicos e metodologias de outras áreas do conhecimento. O produto, enquanto objeto, transcendeu o conceito que o gerou. Os diversos OAs desenvolvidos tomaram caminhos que foram além dos inicialmente pretendidos. Os recursos utilizados para interação com as crianças acabaram por elaborar, sem a intenção de ser, objetos que atendem conceitos e abordagens que podem ser compartilhados em outras searas do ensino de ciências e da popularização da ciência.

Nesse sentido, analisamos o desenvolvimento dos OAs “*Por dentro todos somos iguais*” e “*O corpo é massa!*”, e como, por meio dos percalços, tomaram corpo pela abordagem de concepção em modelos. Para começar, é preciso posicionar o lugar de um projeto de popularização ciência no contexto das comunidades. O projeto não atendeu a demandas específicas de seus moradores. Pelo contrário, surgiu de demandas de pesquisadores das áreas das humanidades do CEFET-MG. Pode-se dizer que foi uma espécie de “ocupação epistemológica” – decidiu-se levar a discussão sobre temas científicos para comunidades. A resposta positiva dos participantes (crianças, jovens, educadores), diante das ações propostas, foi o primeiro passo. É interessante salientar que se tratavam de espaços não escolares nos quais a presença desses participantes acontecia de maneira espontânea. Tais circunstâncias levaram aos seguintes questionamentos – por que crianças e adolescentes de comunidades se encontravam uma vez por semana para discutir e realizar atividades relacionadas à ciência? Por que as práticas propostas promoveram tanto engajamento? Quais as relações entre ciência e as atividades propostas? Quais as relações entre as

atividades propostas, o espaço e a forma em elas se desenvolveram? Estes questionamentos direcionaram a análise e a discussão dos resultados à reflexão sobre a relação de crianças e jovens com assuntos de ciência, a forma como esses assuntos foram discutidos e os espaços de educação não formal que a ciência pode e deve ocupar.

O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia (INCT-CPCT) publicou em junho de 2019 resultados de uma pesquisa inédita sobre opiniões e atitudes de jovens brasileiros a respeito de ciência, tecnologia e inovação. O público alvo foi constituído de cerca de 2000 jovens entre 15 e 24 anos. Os resultados evidenciaram que a maioria dos jovens brasileiros se interessa por assuntos de ciência e tecnologia, tanto mulheres quanto homens, em camadas sociais diversas e, que chega a ser maior que o interesse por esportes, e comparável até à religião. A figura do cientista inspira uma imagem positiva e acredita-se que homens e mulheres possuem capacidades iguais para almejar ser cientista, em igualdade também de oportunidades. Mesmo assim, desconhecem instituições brasileiras de pesquisa e seus respectivos pesquisadores, indicando que a ciência e sua prática estão distanciadas da sociedade.

De forma similar, discussões realizadas no Fórum de Reflexão Universitária da Universidade de Campinas (UNICAMP), em 2002, indicaram que embora o Brasil possua um conjunto expressivo de cientistas de bom nível e injete recursos relativamente vultosos no financiamento à pesquisa, a ciência e a mentalidade científica ainda não estão incorporadas de modo pleno na sociedade. Essa situação deriva, sobretudo, da tremenda exclusão social de grande parte da população. No entanto, a experiência dos últimos séculos revela que, para um país ter ciência, é necessário que sua sociedade possua uma visão do mundo

norteada pela certeza de que a ciência, assim como seu produto, é a verdadeira geradora de bem-estar e progresso. (FRU/UNICAMP, 2002).

Objetos de Aprendizagem e o Desenvolvimento em Modelos

A literatura sobre OAs indica alguns caminhos recorrentes – um deles é a posição privilegiada de conteúdos da Física abordados em boa parte dos OAs desenvolvidos. Outro, corresponde ao uso intenso das tecnologias digitais com foco, principalmente, em Ambientes Virtuais de Ensino e Ensino a Distância. Apesar desses fatores não se aplicarem aos contextos e metodologias desenvolvidos e analisados nesse trabalho, há um ponto comum – constituem como ferramenta poderosa para potencializar a relação ensino/aprendizagem na formação de estudantes, com posicionamento reflexivo e crítico diante dos diversos conteúdos e conceitos das áreas do conhecimento.

Segundo Tarouco (2014) OAs possuem um vasto leque de suportes, possibilidades, mídias, formatos e linguagens, que vão de uma animação ou simulação, a um artefato mais sofisticado. Cabe ao professor ou mediador do conhecimento escolher aquele que melhor se aplica ao contexto de aprendizagem. Mas o ponto mais relevante é que contribuem para a construção do conhecimento, pois se constituem como facilitadores no processo de aprendizagem ao criarem um ambiente mais estimulante à interação dos atores envolvidos, além de se adaptarem a contextos diversos e indivíduos de diferentes perfis. Isso se aplicou ao processo de tomada de decisões e reconfiguração metodológica do projeto nas comunidades, e foi fator fundamental para o reposicionamento e construção dos OAs aqui analisados e discutidos.

Em relação ao contexto das comunidades serem espaço possível para o ensino e aprendizagem de Ciências, Marandino (2017) levanta uma reflexão interessante. Para ela, caracterizar espaços não formais de

educação não é tarefa fácil e os termos formal, não formal e informal são empregados, em alguns casos, de maneira controversa, sem que haja consenso em termos conceituais. Controvérsias à parte, o fato é que a educação não formal ganhou força nas políticas educacionais internacionais a partir da década de 1960 e tinha como foco grupos que se encontravam em posição de vulnerabilidade social. Um documento da UNESCO, lançado em 1972, compreende em linhas gerais como: educação formal – o sistema de educação estruturado; educação não formal – qualquer atividade organizada fora do sistema de educação; educação informal – conjunto de conhecimentos e experiências adquiridos na vida cotidiana. Esses posicionamentos se encaixavam no cenário de crise educacional do final do século XX e se apoiavam na dimensão física do espaço como elemento de diferenciação.

Para Gohn (1999), educação não formal é um processo multidimensional que relaciona aprendizagem política de direitos, capacitação para o trabalho, aprendizagem de práticas que habilitam indivíduos para a solução de problemas na coletividade, em espaços diferenciados, pelo uso de mídias e linguagens os mais diversos. Os espaços transcendem a escola, os centros e museus de ciências, por exemplo, e chegam às associações de bairro, aos sindicatos, aos centros de cultura, aos espaços não governamentais, dentre inúmeros outros. Os sujeitos e a forma de mediação e interação fazem desses espaços lugares de ensino e de aprendizagem.

O percurso das sete atividades desenvolvidas neste trabalho buscou trabalhar as múltiplas dimensões dos conceitos e concepções abordados. As oficinas de cinema comentado serviram para introduzir o tema – “Sistemas do Corpo Humano” e fomentar as discussões. A faixa etária extensa dos participantes, de certa forma, evidenciou diversos níveis de conhecimento sobre o corpo humano, inclusive da parte dos educadores

(multidisciplinares) – podendo-se afirmar que existem níveis de conhecimento e desconhecimento.

A oficina de desenho a partir de pinturas rupestres e obras de artistas, da antiguidade à contemporaneidade, passando por movimentos e estilos de arte, promoveu um engajamento não esperado pela equipe. As crianças se encantaram com as representações barrocas, renascentistas, modernas e contemporâneas da figura humana e perceberam a liberdade de expressão que a arte proporciona. A partir desse momento, sentiram-se à vontade para elaborar seus desenhos.

A visita técnica ao Museu de Morfologia impactou no sentido da possibilidade de encarar, frente a frente, o próprio corpo *in natura*, desconhecido da grande maioria das pessoas. Conceitos e mitos foram colocados em xeque. Novos conceitos científicos foram construídos, a partir de uma linguagem própria dos monitores do museu, educadores e outros conceitos desmantelados com explicações e discussões coletivas.

A oficina com massinha trouxe de volta à arte, o lúdico, a expressão. Surgia o primeiro modelo – “*O corpo é massa!*”, sem a pretensão de ser. Veio da necessidade de articular o que foi visto até agora, de atrelar ciência e arte, biologia e outras linguagens. Colocar as crianças na estrutura conceitual, desconstruir o livro didático planejado, trabalhar o conceito de caixa torácica, conhecer outros órgãos, compreender que fazem parte do corpo e, que por dentro todos somos iguais. O distanciamento da produção dos bonecos foi, de certa forma, contornado pela produção das caixas “*marmitex*” de massinha.

A oficina de modelagem por massinhas de diferentes permitiu não somente a discussão e reflexão acerca dos temas científicos sobre o corpo humano, como também permitiu a construção de modelos representativos de uma entidade de interesse científico, que no caso, foram os sistemas fisiológicos humanos. A partir dos modelos confeccionados pelos próprios

jovens, as informações biológicas como estruturas, funções dos sistemas, ali destacadas no *marmite* (modelo), puderam ser explicadas e compreendidas. Modelos compreendem estas finalidades de representar, exemplificar, comunicar, ensinar algo desconhecido por meio de algo familiar ou conhecido. Segundo Raviolo (2009), modelos constituem ferramentas mediadoras interessantes para o ensino, por meio das quais é possível construir e obter informações sobre um objeto de estudo.

Os participantes puderam explorar os objetos do conhecimento em si, construindo hipóteses sobre a dinâmica do funcionamento dos elementos ali representados. A oficina de massinha para construção de OA de produção do conhecimento sobre o corpo humano permitiu, ainda, desconstruir a apresentação segmentada e planejada dos conteúdos dos sistemas do corpo humano, geralmente assim apresentados nos livros didáticos, e trouxe a noção de tridimensionalidade por meio da compreensão da disposição dos órgãos interligados dentro da caixa torácica.

Considerações Finais

O processo de desenvolvimento do OA pretendido, ao incorporar em seu caminho fatores não previstos acabou por promover interações contextualizadas em diálogo com os envolvidos – equipe institucional, equipes das comunidades, crianças e adolescentes. A isso se atribui a complexidade do processo de popularizar ciência quando se tem a intenção de buscar relações menos hierarquizadas que prezam por terem como elemento balizador a horizontalidade. Romper barreiras e práticas do espaço acadêmico e estabelecer formas de dialogar com a sociedade não é tarefa fácil.

As ações executadas tiveram êxito a partir do momento em que estabeleceram articulação entre metodologias, procedimentos e conceitos

da estrutura acadêmica com práticas e saberes dos espaços escolares e não escolares. O planejamento inicial acolheu os percalços como uma maneira desafiadora para atingir os objetivos almejados. Esse percurso leva à reflexão sobre aproximação de contextos (acadêmicos, escolares e não escolares), pessoas (professores, pesquisadores, estudantes, lideranças comunitárias, crianças, jovens), metodologias e práticas no sentido de promover um debate público sobre ciência e tecnologia com maior engajamento social.

A modelagem dos órgãos feita a partir do modelo em massinha levou a outros patamares de reflexão: compreensão sobre proporção e posicionamento dos sistemas dentro do corpo humano e a discussão sobre como somos por dentro e por fora, tanto pelas crianças quanto pelos adultos, reconhecendo e respeitando-se as diferenças anatômicas e morfológicas externas, e compreendendo que, de fato, por dentro somos todos iguais.

Referências

- CEFET/MG - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. Belo Horizonte, MG. Disponível em: <https://www.cefetmg.br/instituicao/historia/>. Acesso em: 9 jul. 2020.
- FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 28, p. 32-36, mai. 2008.
- GLOBO AÇÃO. 2013. **Aglomerado da Serra é o maior conjunto de favelas de Belo Horizonte**. Disponível em: <http://redeglobo.globo.com/acao/noticia/2013/08/aglomerado-da-serra-e-o-maior-conjunto-de-favelas-de-belo-horizonte.html>. Acesso em: 09 jul. 2020.
- GOHN, M. G. **Educação não-formal e cultura política**: impactos sobre o associativismo do terceiro setor. 1.ed. São Paulo: Cortez, 1999.

GOMES, F. Lá da Favelinha enfrenta o Corona vírus com muito trabalho. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/cultura/2020/05/10/interna_cultura,1145696/la-da-favelinha-enfrenta-o-coronavirus-com-muito-trabalho.shtml. Acesso em: 09 jul. 2020.

INCT/CPCT - INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, RJ. 2019. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/-/pesquisa-mostra-o-que-os-jovens-brasileiros-pensam-sobre-ciencia-tecnologia-e-inovacao> . Acesso em: 14 dez. 2020.

MARANDINO, M. Faz sentido ainda propor a separação entre os termos educação formal, não formal e informal? **Ciência e Educação, Bauru**, v. 23, n. 4, 2017.

RAVIOLO, A. Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química. **Educ. quím, México**, Bariloche, v. 20, n. 1, p. 55-60, 2009. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So187-893X2009000100005&lng=es&nrm=iso . Acesso em: 14 dez. 2020.

TAROUCO, L. M. R. **Objetos de aprendizagem: teoria e prática**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2014. 506 p. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/102993/000937201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 dez. 2020.

UFPB/NOA - Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PA. 2009. Disponível em: <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/index.html>. Acesso em: 14 dez. 2020.

UNICAMP/FRU - Fórum de Reflexão Universitária da Universidade de Campinas. Desafios da pesquisa no Brasil: uma contribuição ao debate. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 15-23, oct. 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So102-88392002000400004&lng=en&nrm=iso . Acesso em 02 nov. 2020.

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

*Josefina Barrera Kalhil¹
César E. Mora Ley²*

Desenvolvimento

O ensino de Ciências sempre se caracterizou por incluir as disciplinas Física, Química, Biologia, Ciências e, particularmente, a Matemática, dependendo de quem escreva a respeito.

Hoje em dia, o STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemáticas) traz uma nova edição para o ensino de Ciências, trabalhando os aspectos já conhecidos como as metodologias ativas, as relações interdisciplinares e a metacognição, com o objetivo fundamental de preparar os estudantes para estudar cursos técnicos, capacitá-los para o mercado de trabalho e, principal, desenvolver tanto as habilidades duras como as brandas.

Em 2011, as disciplinas STEAM foram consideradas fundamentais para as sociedades tecnologicamente avançadas, visão que começou nos Estados Unidos e que foi assumida por outros países, entre os quais estão a Finlândia, Dinamarca, Espanha, Chile, entre outros.

Hoje em dia nos encontramos na internet, procurando no Google mais de 1 milhões 300 mil resultados, que adotam o STEAM como moda e utilizam-no para justificar como metodologia, técnica, quando os criadores

¹ Doutora em Ciências Pedagógicas, coordenadora do doutorado em educação em Ciências e Matemática -REAMEC, Polo UEA Editora da Revista Reamec, vice presidenta de LASERA internacional

² Doctor en Ciencias, Maestro en Ciencias especialidad Física, Licenciado en Física y Licenciado en Enseñanza de las Matemáticas. Presidente de LASERA internacional.

são dos Estado Unidos e falam somente de abordagens com metodologias ativas . Contudo, é necessário aprofundar as teorias que o sustentam, pensar que não se trata, necessariamente, de algo novo, que utiliza as metodologias ativas como um suporte para o desenvolvimento do mesmo e que, além de propiciar o gosto pelas ciências, também desenvolve habilidades para o trabalho e para a vida.

De maneira geral, a educação STEAM contribui para:

- Maior competitividade;
- Maior prosperidade econômica;
- Desenvolvimento da criatividade;
- STEAM é Educação em Ciências baseada na Indagação, uma metodologia inovadora pela qual os jovens entendem os conceitos utilizando o método científico;
- Índice da capacidade de um país para manter um crescimento sustentável.

Um dos objetivos é desenvolver habilidades para obter competências, por exemplo, a capacidade de observação crítica e descrição em forma oral como escrita, além de habilidades específicas, como para obter dados e ordenar resultados de uma maneira significativa que permita analisar, interpretar, estabelecer similitudes, diferenciais e, através das análises, chegar a possíveis conclusões e hipóteses. Finalmente, com tudo isso, relacionar os resultados, pensar em outras situações comparáveis e propor novas experiências para confirmar ou refutar as hipóteses com base nas evidências experimentais.

Este trabalho conjunto, interdisciplinar e sua aplicação a problemas reais pretende complementar a aprendizagem de conteúdos científicos e tecnológicos, incentivando o desenvolvimento do pensamento divergente e o despertar da criatividade nos alunos. Logo, o método STEAM pode ser mais eficaz e realista deixando de lado a fragmentação do conhecimento,

e construir uma aprendizagem integradora, contextualizada e significativa.

No campo da educação e da formação, há um aumento de projetos multidisciplinares baseados no ensino dessas matérias. Sem dúvida, elas permitem incorporar o conhecimento curricular de temas como a arte, a ciência, a física, a química, a matemática e a tecnologia, bem como trabalhar em competências específicas, atitudes e comportamentos, como o trabalho em equipe, a competência digital, iniciativa ou decisões. Esses projetos de sala de aula podem se basear em todas as ferramentas e metodologias disponíveis, e ser usadas por professores e alunos para fomentar à criatividade nesse contexto.

O desenvolvimento de um projeto STEAM segue os mesmos processos de criação de um trabalho de projeto convencional, de modo que seja:

- ✓ Definido os alunos e os meios disponíveis;
- ✓ Definido o projeto: descrição de objetivos, competências, conhecimentos e habilidades a serem desenvolvidos, bem como sua avaliação;
- ✓ Planejado o período temporal;
- ✓ Executado e desenvolvido no tempo estabelecido.

O STEAM é importante porque é colaborativo, baseia-se em projetos, incentiva o processo criativo em equipes, contribui para o pensamento criativo, permite a investigação, desenvolve a competência digital e a possibilidade de iniciativa e na tomada de decisões de mediadores e estudantes.

Para isso, é necessário que haja professores preparados, não é somente um professor STEAM, mas a escola toda em função dessa educação STEAM, e entender que o STEAM é uma necessidade do mundo atual e não uma moda e vejo para ficar.

Diferentemente do que muitos pensam, o aluno não aprende sozinho e o mapeamento de pontos fortes e fracos de cada estudante, de forma positiva, sem qualquer sentido de disputa é necessário. Isto é, não se trata de uma promoção de autodidatismo, mas de personalização do ensino para favorecer a junção de grupos, não melhores ou piores, mas semelhantes.

Se esse é o seu caso, ter em mente que a escolha do STEAM proporciona o desenvolvimento global de seus estudantes, fomenta a interação entre o corpo docente e leva o aprendizado, disseminado por sua instituição, para fora dos muros da escola.

O STEAM é um ensino para a vida. Desse modo, como podemos estimular uma mente STEAM na sala de aula? Pode-se propor:

- ✓ Oficinas interdisciplinares e a realização de projetos em que usam programas e ferramentas de código aberto, como *lilypad* arduino ou impressoras 3D;
- ✓ *No fablabs* (são modelos americanos e, como tal, são referentes dessa cultura);
- ✓ Gamificação;
- ✓ Aprendizagem-serviço;
- ✓ Programação educativa;
- ✓ *Flipped classroom*.

Também podemos pensar no impacto da educação STEAM e nos muitos fatores que ela contribui, mas tudo isso dependerá:

De como se integram a essas disciplinas;

- ✓ Da qualidade educativa das mesmas, relacionada especificamente com a formação de professores (se não mudamos isto, será impossível fazer STEAM)
- ✓ Saber de suas limitações e propriedades, o que pode ser benéfico ou maléfico, dependendo de como o entende e o prepara para a sua aplicação.

- ✓ Do trabalho interdisciplinar de docentes e educadores, essenciais nesse método.

O STEAM é complexo, requerente de muito trabalho interdisciplinar e conhecimento por parte de professores e alunos, principalmente em como fazer, pois são muitos os elementos que devem ser atendidos, que, para neste artigo, nos propusermos a abordar somente um deles, no caso, a criatividade, que evidentemente é entendida como um componente da personalidade.

O conceito de criatividade foi objeto de muitos tipos de definições, baseadas em diferentes pontos de vista, mencionaremos algumas destas definições:

Gardner (1984) define a criatividade como a habilidade para resolver problemas de forma muito competente e original.

- ✓ Guilford (1997) diz que a criatividade é a atividade mental original e inovadora que se desvia dos padrões normais e que produz mais de uma resposta aceitável ao problema.
- ✓ Torrance (1962) propõe uma visão muito pessoal da criatividade. A criatividade se pode desenvolver mediante a estimulação das funções intelectuais e sugere a estimulação da potencialidade para produzir respostas originais.
- ✓ Mackinnon (1962) a criatividade se caracteriza por originalidade, adaptação e realização.
- ✓ Gutman (1961) define-a como a atividade na qual o homem impõe uma nova ordem sobre seu meio.

Em termos gerais, podemos definir a criatividade como a capacidade de produzir coisas novas e valiosas. É o caminho para uma vida plena, para conseguir a felicidade pessoal, a higiene social e o progresso em todos os campos. No pessoal, penso que a criatividade constitui uma qualidade

essencial do homem, desenvolvida em seu devir histórico, dado o caráter ativo e consciente de seu psiquismo.

Desde os hominídeos, que fabricaram os primeiros instrumentos de trabalho, surge o ato criador que não se gera na solidão das cavernas, senão na comunicação com os outros, nas primitivas agrupações. E junto à criação dos instrumentos de trabalho, se cria a linguagem, a organização social, os mitos, as crenças, que em seu lento desenvolvimento histórico darão lugar a toda a cultura. A criatividade vista desse ngulo constitui uma capacidade possível de se desenvolver em todo ser humano, cuja origem se encontra numa necessidade básica dos seres vivos, a necessidade de informação. Efetivamente, sem informação, não há sobrevivência possível. Os seres vivos são mecanismos autorregulados que requerem informação para defender-se do meio e encontrar as condições para sobreviver e se reproduzir.

O homem é um criador de informação, e se move sempre entre dois polos da mesma natureza: redundância e originalidade. A redundância excessiva, extra limitada, seja a nível individual ou social, conduz ao estancamento, à repetição estéril, ao formalismo. Limita-se a autorregulação, obrigando-o a funcionar como um mecanismo de repetição, sempre igual e da mesma maneira.

A originalidade, a produção de nova informação, seja técnica, artística, política, científica, econômica, ou social em mudança, é o selo das épocas de amplo e acelerado desenvolvimento das revoluções e das múltiplas capacidades no homem como elemento ativo do processo social. A criatividade, no entanto, é uma capacidade, um componente estrutural da personalidade e tem origens e características sociais. Antes que cada homem individual adquirisse determinadas capacidades, estas se encontram plasmadas na cultura à que esse pertence. As capacidades não

só se desenvolvem no indivíduo, mas têm, também, um desenvolvimento social.

A cada formação econômico-social correspondem determinadas capacidades. No entanto, não existe uma correspondência biunívoca entre as capacidades individuais e sociais. É na atividade que cada pessoa realiza que desenvolve suas capacidades individuais ou mutila suas possibilidades latentes.

Contudo, é evidente que cada pessoa tem aptidões diferenciais, específicas, que dão a possibilidade potencial de desenvolver umas ou outras capacidades, estas, apesar disso, não se fazem efetivas fora do meio social. As capacidades são componentes complexos da personalidade, que implicam conhecimentos, hábitos, habilidades, motivações e interesses que fazem competente uma pessoa para realizar uma atividade com alta qualidade. Tanto no desenvolvimento como na prática de uma capacidade, põe-se em jogo toda a personalidade: os processos intelectuais, afetivos, volitivos, conscientes e inconscientes desempenham nela seu papel.

A criatividade é a capacidade de produzir e comunicar nova informação, em forma de produtos originais. Pode-se manifestar como descoberta, como invenção ou como criação de obras artísticas, modelos de atuação, métodos e procedimentos. A psicologia estudou, sobretudo, os componentes intelectuais, cognoscitivos, do processo criador, sem deixar de reconhecer o peso da imaginação e da intuição. Desse ponto de vista, a capacidade criadora tem componentes intelectual-cognoscitivas, afetivo-motivacionais e volitivo-comportamentais, isto é, tanto processos conscientes, como inconscientes e pré-conscientes (VYGOTSKY, 1989).

O substrato de aptidões ou disposições individuais condiciona o nível até o qual podem se desenvolver as capacidades em cada sujeito, definindo a diferença entre toda a gama dos criadores, desde os grandes talentos e os profissionais da criatividade, até os simples mentirosos.

Durante o processo da atividade criadora se alternam o trabalho consciente e o livre jogo de imagens, ideias e conceitos a nível inconsciente e pré-consciente. É possível distinguir três momentos ou etapas do processo criador. São eles:

- ✓ Acumulação de informação, experiências e conhecimentos sobre um tema ou problema;
- ✓ Processamento pré-consciente da informação acumulada, surge a ideia original;
- ✓ Produção da obra;
- ✓ Distanciamento da obra criada, para voltar a ela e dar-lhe o acabamento ou forma definitiva.

É evidente que sem "consumo" de cultura, sem apropriação dos conhecimentos e as formas de expressão existentes, sem o domínio dos hábitos e habilidades instrumentais e intelectuais específicos de um campo de atividade, não é possível a criação do novo. Do nada não sai nada. Portanto, o primeiro passo é a aprendizagem, a aquisição dos conhecimentos, hábitos e habilidades correspondentes a um campo profissional, técnico ou culturalmente dado.

Aprende-se a pensar, e se ensina a raciocinar ou a repetir, segundo os métodos didáticos que se apliquem e seguindo a forma em que se estrutura o material de estudo. Todo programa de estudo implica uma concepção específica das vias para formar o pensamento do estudante, concepção ao mesmo tempo gnosiológica e psicológica. As concepções baseadas na lógica formal tradicional, memoristas, enciclopedistas e verbalistas, enchem ao estudante de conhecimentos elaborados, não processados por ele, que não propiciam modificações da estrutura cognitiva, nem formam habilidades para aprender, nem para raciocinar.

Não são as escolas nem os ensinamentos que "mutilam" as aptidões e bloqueiam o desenvolvimento das capacidades, senão uma errônea concepção do processo de ensino-aprendizagem, que vem se alastrando na escola por vários séculos. A aprendizagem, tanto de conhecimentos, como de hábitos e habilidades intelectuais, é absolutamente indispensável, sem ele não há criatividade possível. O primeiro passo para o desenvolvimento da capacidade criativa consiste em aprender, adquirir os conhecimentos, hábitos e habilidades que possibilitem a criação. Só que essa aprendizagem deve ter características que formem as qualidades do pensamento e a estrutura cognitiva requerida para tal capacidade.

O pensamento criador é o nível mais alto do pensamento, independente e capaz de ter critério próprio, de ser autocrítico, racional e inquisitivo. Por sua vez, o pensamento individual independente se desenvolve a partir do pensamento ativo, que não espera passivamente receber todos os conhecimentos processados e os problemas resolvidos, senão que procura soluções, amplia, completa, estabelece relações, seleciona as ideias fundamentais, operando com os conhecimentos. Esta qualidade como outras, se pode formar, deformar, desenvolver ou mutilar mediante o ensino, em dependência dos métodos que se utilizem. Se a capacidade criadora dependesse exclusivamente dos processos racionais, intelectuais, conscientes, bastariam adquirir erudição e ter um pensamento racional, independente e flexível, para ser um criador. No entanto, isto não é assim, dado que existem numerosas pessoas, por exemplo, críticos de arte, com estas características que não puderam jamais criar uma obra, bem como técnicos, pesquisadores, profissionais e dirigentes muito bem preparados, com critério próprio, com capacidade de tomar decisões, e que, no entanto, não contribuem com nada realmente original, o qual ocorre porque na capacidade criadora entram também a imaginação e processos que não são conscientes.

A imaginação, em particular, tem um importante papel. Ela recorre ao pensamento quando se precisa procurar novas combinações, associar imagens, encontrar estruturas estáticas ou funcionais. A imaginação e a fantasia têm muito de jogo interior. Na intuição criadora, referida pelos cientistas e a inspiração dos artistas, o pensamento, a imaginação e a experiência acumulada, com todos seus matizes afetivos, combinam-se num processo predominante não consciente. Uma vez pensada, a ideia entra em jogo, tanto as qualidades volitivas da personalidade, como o manejo da linguagem para poder expressar a nova ideia. As qualidades volitivas fundamentais na capacidade criadora são as persistências, as audácias e as iniciativas; persistência para trabalhar a ideia original a nível consciente e afetivo, em comprovações experimentais reiteradas; audácia, para não se assustar ante o novo, por insólito que pareça, para trabalhar sobre a base disso e enfrentar as críticas, as múltiplas reações negativas que, muitas vezes, provoca o inovador em seu meio profissional ou social; iniciativa para convencer e trabalhar até que o novo, criado por ele, seja uma realidade para os outros e atinja difusão social.

O domínio da linguagem verbal, gráfico, simbólico, mímico ou musical, segundo o campo que se trate, é uma habilidade indispensável na capacidade criadora, tanto para produzir a informação original como para comunicá-la na forma mais clara, sintética e acessível a seus destinatários.

O trabalho dos docentes se emoldura entre as profissões baseadas na relação pessoa a pessoa e sua função fundamental é dirigir o desenvolvimento da personalidade dos educandos, pelo qual a criatividade devesse ser uma de suas características essenciais, porque só professores criadores podem contribuir para formar estudantes criadores.

Não obstante, muitos docentes tendem a cair na rotina, no mecanicismo e no formalismo, ao repetir seus cursos anos depois de anos da mesma maneira. Isto ocorre devido a insuficiências em sua formação

continuada. Não é o aumento de informação pedagógica, psicológica, metodológica, ou sobre o conteúdo das matérias o que possibilita reverter esta situação, como também não se trata da proposta de soluções elaboradas, senão o desenvolvimento das habilidades pedagógicas e o incremento da capacidade para descobrir os problemas que se apresentam no trabalho cotidiano, analisá-los corretamente e encontrar explicações adequadas.

A criatividade tem foco no desenvolvimento de algumas habilidades essenciais para os estudantes do século XXI e para estes autores o STEAM e a criatividade precisa de: pensamento crítico e resolução de problemas, comunicação e colaboração, criatividade, imaginação e inovação além de outros fatores psicológicos, pedagógicos e do desenvolvimento da personalidade.

Conclusões

O STEAM e a criatividade, conjuntamente com a aprendizagem dos mecanismos de autorregulação profissional é, portanto, a via para que os professores, em lugar de se manterem na redundância, consigam produzir informação original, modifiquem permanentemente sua prática e se transformem eles mesmos em ativos pesquisadores, capazes de se orientarem independentemente, tomando partido ante os problemas para propor soluções desde o ponto de vista da ciência e de seus interesses.

Uma das questões problemáticas para pesquisadores e educadores reside nas diferentes interpretações da Educação STEAM e a integração STEAM. Conforme indicado na literatura (BYBEE, 2010; SILVA et al., 2017), a educação STEAM foi definida variando de disciplinar a transdisciplinar. Em reconhecimento com a falta de uma definição acordada, o Departamento de Educação da Califórnia (2014) fornece uma ampla informação sobre a educação STEAM, a saber que o “[STEAM] ... é

usado para identificar assuntos individuais, um curso autônomo, uma consequência de cursos, atividades envolvendo qualquer uma das cinco áreas, um curso relacionado a STEAM como um sistema interconectado das disciplinas para a formação do futuro profissional.

O entendimento do STEAM de disciplinar para transdisciplinar é o que favorece a criatividade, sendo o aspecto mais importantes desse modelo. Honey et al. (2014, p. 52) fornecem uma definição básica de integração como “trabalho no contexto de fenômenos complexos ou situações em tarefas que exigem que os alunos usem conhecimentos e habilidades de múltiplas disciplinas”, apontando uma abordagem mais abrangente ao STEAM.

Um maior compromisso com a interdisciplinaridade e integração transdisciplinar de STEAM comparece em vários documentos dos EUA. Por exemplo, no Relatório da Força-Tarefa STEAM (2014, p. 9) adota a visão de que a educação STEAM é muito mais do que uma “integração conveniente de suas cinco disciplinas, mas abrange ‘realidades do mundo, aprendizagem baseada em problemas’ que vincula as disciplinas através de ensino e aprendizagem coesos e ativos, abordagens”. O relatório argumenta que as disciplinas “Não podem e não devem ser ensinadas isoladamente, assim como elas não existem isoladas no mundo real ou no mundo da força de trabalho” (ibid.). Da mesma forma, o Departamento de Califórnia acredita que a educação adota o axioma de que “o todo é mais do que a soma das partes” em seu apelo a um foco maior sobre integração STEAM.

Pensemos, então, no STEAM como uma possível solução para quebrar a leve relação entre os conceitos disciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar. Devemos, contudo, promover a pesquisa integrada à educação STEAM, dada a importância global que já tem o mesmo em avaliações nacionais e internacionais e que as instituições educativas o

vejam como uma necessidade do ensino no século XXI na formação profissional e para a vida, e não meramente como uma moda que também passará. O STEAM deve desenvolver a criatividade, para poder analisar e questionar os currículos e as ações estratégicas necessárias para aprimorar as disciplinas STEAM.

Se queremos promover a integração STEAM, teremos que olhar para os países que demonstram altos resultados em testes internacionais e concentram em seus currículos o desenvolvimento de habilidades do século XXI, entre os quais os processos de investigação, resolução de problemas, pensamento crítico, inovação e criatividade, bem como um forte foco em conhecimento disciplinar (GAINSBURG; ENGLISH, 2016; HANDELSMAN; SMITH, 2016; MARGINSON et al., 2016). Desenvolver a compreensão e apreciação dos alunos sobre os conteúdos, habilidades e modos de pensamento integrados, de interação e complementaridade, não é uma tarefa fácil, e somente os currículos podem contribuir para essas conexões.

Hoje em dia, a criatividade joga um papel importante no desenvolvimento da humanidade, é a substância da cultura e progresso. Sem ela, estaríamos no começo da Idade da Pedra. A criatividade aumenta o valor e a constância da personalidade, favorece a autoestima e consolida o interesse pela vida e a presença no mundo, uma constelação de traços psíquicos intelectuais e individuais inerentes a todo ser humano, suscetível de educação e desenvolvimento.

Referências

BYBEE, R. W. What is STEM education? Revista **Science**, 329 (5995): 996. Aug 27, 2010.
Disponível em: [10.1126/science.1194998](https://doi.org/10.1126/science.1194998).

GAINSBURG, J.; ENGLISH, L. Problem solving in a 21st-century mathematics curriculum.
In English, L D & Kirshner, D (Eds.) **Handbook of international research in**

- mathematics education** [3rd edition] (100 Cases series). Routledge, United States of America, 2016, p. 313-335.
- GARDNER, J. R. **Aprendizaje asistido por computadora y capacitación de maestros en servicio**. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.14678535.1984.tb00233.x>. Publicado por primera vez em: outubro de 1984.
- GUILFORD, F. P. **Creatividad y Educación**. México: Ed. Paidas, 1997. p. 19-22. Disponível em: <http://www3.unileon.es/dp/ado/lectura/web/faq.htm1>.
- GUTTMAN, L. A general nonmetric technique for finding the smallest coordinate space for a configuration of points. **Psychometrika**, 33, 1961, p. 469-504.
- HANDELSMAN, J.; SMITH, M. STEM for All. In: **The White House**, president Barack Obama. Postagem de 11 fev. 2016. Disponível em: <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/02/11/stem-all>
- HONEY, M. et. al. **Stem integration in k-12 education**: status, prospects, and an agenda for research. Washington, DC: The National Academies Press, 2014.
- MARGINSON et al. Parceria para as habilidades do século XXI. Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE **Brazilian Journal of Computers in Education**, 2016, p. 1414-5685. Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/rbie>. Acesso em: 03 out. 2017.
- MACKINNON, D.W. La personalidad se correlaciona con la creatividad: un estudio de arquitectos estadounidenses. In: G. Nielson (Ed.). **Anais...** Actas del XIV Congreso Internacional de Psicología Aplicada. Vol. 2. Investigación de la personalidad. Munksgaard, 1962, p. 11-39.
- SILVA, I. O.; ROSAB, J. E. B.; HARDOIM; E. L.; GUARIM NETO, G. Educação Científica empregando o método STEAM e um makerspace a partir de uma aula-passeio **Latin American Journal of Science Education**, Lat. Am. J. Sci. Educ. 4, p. 22034, 2017. Disponível em: http://www.lajse.org/nov17/22034_Silva_2017.pdf. Acesso em: 03 ago. 2017.

STEM Task Force Report. **INNOVATE**: A Blueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education. EUA: Californians Dedicated to Education Foundation, 2014. Disponível em: <https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovate.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2021.

TORRANCE, E. P. Guiar el talento creativo. **Englewood Cliffs**, Nueva Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1962. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1037/13134-000>.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

O raciocínio lógico no contexto de ensino e de aprendizagem

*Tamires Sousa Batista*¹

*Marina Chaves Silva*²

*Ronaldo Luiz Nagem*³

Introdução

O estudo da lógica teve seu início em diversas civilizações antigas dentre elas a indiana, a chinesa e a grega. Com grande relevância, na Grécia antiga, surgiram os filósofos pensadores da lógica clássica: Sócrates, Platão e Aristóteles. Um exemplo da formação de ideias que foram desenvolvidas nesse período foi Platão discorrendo sobre o dualismo. Para esse filósofo, existiam dois mundos: o mundo das formas ou ideias (inteligível) e o mundo concreto e sensível. No primeiro, a alma traz consigo um conhecimento prévio; no segundo, o conhecimento é desenvolvido pelos sentidos ou o material. Segundo Granger (1955), a lógica platônica está centralizada na elucidação das ideias-mães, pontos de partida do raciocínio, e, ao mesmo tempo, elementos constitutivos da realidade.

¹ 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.

² 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: marinacs11@gmail.com.

³ Professor Titular do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Ex-professor da Universidade Federal de Minas Gerais. Pós-doutor em Educação em Ciências pela Universidade do Minho - PT. Doutor e Mestre em Parasitologia pela UFMG. Líder do grupo de pesquisa AMTEC/CEFTMG/CNPq (1998-2021). Pesquisa a temática das analogias, das metáforas e dos modelos na busca de um diálogo com Tecnologia, Educação, Ciências e Artes. A temática é relacionada aos seguintes pontos de estudo e pesquisa: processos cognitivos e a construção do conhecimento; formação e prática docente; divulgação e vulgarização do conhecimento científico; interação entre distintas áreas do conhecimento; resgate do diálogo entre Educação, Ciência e Artes; desenvolvimento de tecnologias educacionais; inovações tecnológicas e reconstrução de modelos. E-mail: ronaldonagem@gmail.com.

Com o passar do tempo, a lógica expandiu para outras áreas e conquistou uma maior abrangência. No livro *Lógica e Filosofia das Ciências*, Gilles Gaston Granger discorreu sobre esse início e o decorrente desenvolvimento:

A lógica apresenta-se-nos, primeiramente, ligada aos sistemas filosóficos gerais, como consequência ou justificação de uma doutrina metafísica, sempre estreitamente relacionada com as preocupações gerais da filosofia. Este laço pouco a pouco se enfraquece substituído por estreita ligação da lógica com a ciência. A partir de certo tempo não mais se correlaciona com as variações do pensamento metafísico, mas principalmente com os progressos da esquematização científica (GRANGER, 1955, p. 30).

Como dito pelo autor, o estudo da lógica caminhou espontaneamente para conceitos voltados ao desenvolvimento científico e neste contexto surgiram teóricos como Bacon, Descartes e Leibniz. A partir do Renascimento, desenvolveu-se uma tendência de levar a experiência como meio eficaz do conhecimento, e o caráter rigoroso das matemáticas aliado às suas crescentes aplicações atraíram a atenção dos pensadores do século XVIII (GRANGER, 1955, p. 35).

A partir dessa análise inicial do desenvolvimento do estudo da lógica, discorreremos sobre os seus conceitos básicos. Normalmente utilizamos no nosso dia a dia o termo lógico ou ilógico para caracterizar determinadas situações que compreendemos ou não por meio do raciocínio. Para entendermos e contextualizarmos o raciocínio lógico, primeiramente apresentaremos o que é a lógica e o raciocínio com base em materiais de autores que pesquisaram sobre o assunto.

Segundo Mortari (2016, p. 14), “lógica é a ciência que estuda princípios e métodos de inferência, tendo o objetivo principal de determinar em que condições certas coisas se seguem (são consequências),

ou não de outras”. Podemos entender esse processo como a realização de inferências que sucedem as sentenças/premissas que compõem um argumento, as premissas podem ser verdadeiras ou falsas e podem possuir uma conclusão que também pode ser verdadeira ou falsa. Um exemplo de argumento comumente analisado na lógica foi retirado de Mortari (2016, p. 34) e elucidará o escopo de uma análise lógica simples: Todo gato é um mamífero e lulu é um mamífero são as premissas já: lulu é gato é a conclusão.

Dessa forma, podemos dizer que o estudo da Lógica é “o estudo dos métodos e princípios usados para distinguir o raciocínio correto do incorreto” (COPI, 1978), ou também, conforme Aristóteles, “lógica não é ciência e sim um instrumento (*órganon*) para o correto pensar”.

Com base nesses pressupostos iniciais, pode-se afirmar que a lógica trata do estudo do raciocínio, ou seja, sistemas que definem como pensar de forma mais crítica no que diz respeito a opiniões, inferências e argumentos, dando sentido ao pensamento (CORDENONSI; BERNARDI; SCOLARI, 2007), sendo que o pensamento crítico pode ser visto como um pensamento de alto nível que envolve conhecimento, experiência, atitudes mentais e habilidades intelectuais (CARBOGIM; OLIVEIRA; PÜSCHEL, 2016). Já Abar (2006) defende a importância do estudo da lógica, compreendendo que seu aprendizado pode auxiliar os estudantes no raciocínio, na compreensão de conceitos básicos, na verificação formal de programas e na preparação para o entendimento do conteúdo de tópicos mais avançados.

Na sequência, analisaremos o que seria o raciocínio. Segundo Mortari (2016), raciocinar ou fazer inferências consiste em “manipular” a informação disponível – aquilo que sabemos ou supomos ser verdadeiros; aquilo em que acreditamos – e extrair consequências disso, obtendo uma informação nova. O processo de raciocínio acontece no cérebro das

pessoas. Podemos denominá-lo de processo mental. Ele pode acontecer de forma consciente ou inconsciente. O raciocínio é um gênero especial de pensamento no qual se realizam inferência ou se derivam conclusões a partir de premissas (COPI, 1978).

O raciocínio lógico pode ser considerado como a junção destas ações. Podemos dizer que o raciocínio lógico seria o processo cognitivo de avaliação das premissas, proposições e sentenças. Conforme Silvestrini, Soares e Penna (2017), nesse tipo de raciocínio o indivíduo é capaz de reconhecer e formular bons argumentos e promover o pensamento crítico. Na atualidade houve um crescente e acelerado avanço dos meios de comunicação e distribuição da informação e, por meio desse processo, ocorreram mudanças no processo de ensino e de aprendizagem dos estudantes. Contudo observa-se que muitos estudantes possuem dificuldade em compreender e raciocinar sobre o que está sendo proposto em um determinado problema, notando-se uma grande dificuldade deles com relação ao raciocínio lógico (CORDENONSI; BERNARDI; SCOLARI, 2007).

Considerando que durante a sua formação, a criança começa gradativamente a desenvolver o seu raciocínio lógico, Jean Piaget, em sua Teoria das fases do desenvolvimento infantil, mapeou os estágios de desenvolvimento da criança. Cavicchia (2010), em seu resumo sobre o trabalho de Piaget, analisou essas fases, e apontou que, no estágio operatório formal, a criança começa a desenvolver seu pensamento como o de um adulto, podendo evoluir ideias abstratas e iniciar seu raciocínio lógico, propiciando assim o acesso a um raciocínio hipotético-dedutivo. Deve-se, portanto, estimular o raciocínio lógico nesta fase, entre os 11 e 15 anos de idade. Ao analisar a atual formação escolar Cordenonsi, Bernardi e Scolari (2007) observaram que o ensino da lógica geralmente é tratado nas primeiras fases da aprendizagem, fase em que os alunos devem

aprender a desenvolver o raciocínio lógico para auxiliar na resolução de problemas. Para Oliveira e Zanotti (2018), as operações lógicas do pensamento não são úteis apenas para o uso matemático, mas também para o bom entendimento da própria linguagem que é a responsável por comunicar as ideias e pensamentos de modo lógico e coerente.

Pesquisas Atuais sobre o Raciocínio Lógico no Ensino

A busca pelos periódicos analisados foi realizada por meio do 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. O objetivo dessa investigação foi entender os sentidos e as aplicações do raciocínio lógico no contexto de ensino e de aprendizagem. Para o levantamento bibliográfico, foi utilizada a combinação das palavras-chave raciocínio lógico e ensino, tendo sido considerados os artigos relevantes que pudessem abranger diferentes áreas do conhecimento depois dos anos 2010.

As publicações foram selecionadas pelos títulos e pelas palavras-chave, que deveriam constar como primeiro critério o termo completo raciocínio lógico. Foi realizada a leitura dos resumos disponíveis e excluídos artigos repetidos encontrados nas diferentes bases de dados. Foram selecionados no total 13 artigos referentes ao raciocínio lógico no contexto de ensino e de aprendizagem.

Os trabalhos selecionados foram lidos na íntegra, mapeados e categorizados de acordo com as ferramentas utilizadas para se promover o raciocínio lógico no ambiente educacional.

Como forma de abranger também as pesquisas sobre raciocínio lógico relacionadas à filosofia, foi realizada uma busca nos mesmos portais de periódicos com a combinação dos termos raciocínio lógico e filosofia,

considerando-se o período de 2010 a 2019. Foram selecionados dois artigos que apresentavam o termo raciocínio lógico no título.

O Quadro 1 apresenta o resultado da organização de 13 artigos sobre raciocínio lógico, de acordo com as ferramentas de aprendizagem.

Quadro 1: Categorização dos trabalhos sobre raciocínio lógico

Ferramentas didáticas	Nº de trabalhos	Autores/Ano de publicação
Jogos	5	Mühlbeier et al. (2011); Silveira, Rangel e Ciriaco (2012); Dantas et al. (2013); Oliveira, Ghedin e Souza (2013); Mioto et al. (2017)
Programação	3	Colling et al. (2014); Mota et al. (2014); Batista et al. (2015)
Mais de uma ferramenta	3	Lima e Souza (2015); Kologeski et al. (2016); Silva et al..(2017)
Outras abordagens	2	Silvestrini, Soares e Penna (2017); Pontes et al. (2018)

FONTE: Elaborada pelos autores, 2020.

Os jogos foram os objetos mais utilizados para trabalhar o raciocínio lógico nas salas de aula, seguidos de ferramentas de programação. Três trabalhos apresentaram vários instrumentos de aprendizagem, para promover o desenvolvimento do raciocínio lógico, e dois artigos utilizaram abordagens diferentes como teste de cartas (SILVESTRINI; SOARES; PENNA, 2017) e regras de operação matemática (PONTES et al., 2018).

O estudo do uso de jogos mobile como ferramenta para o desenvolvimento do raciocínio lógico foi realizado por Mühlbeier et al. (2011). De acordo com esses autores, o raciocínio lógico é utilizado em diferentes áreas do conhecimento. O projeto consistiu na criação de um jogo educacional eNIGMA com treze problemas de raciocínio lógico inspirados na série de jogos Professor Layton, jogo de enigmas da

plataforma Nintendo DS. Os problemas interagem com o usuário e possuem tempo determinado para dar resposta, e o acesso é realizado por meio de navegadores da internet. O trabalho não apresentou uma conclusão definitiva, conforme os autores:

Procurou-se, antes de tudo, entender que o processo de ensino e aprendizagem aliado a tecnologias móveis alcança seus objetivos quando professor e aluno encontram-se dispostos a experimentar novas alternativas que promovam e justifiquem a aprendizagem (MÜHLBEIER et al., 2011, p. 100).

Silveira, Rangel e Ciríaco (2012) também apresentaram uma proposta de utilização de jogos para o desenvolvimento do raciocínio lógico. Os autores citam Piaget e Vygotsky para falar da importância dos jogos no desenvolvimento intelectual, afetivo e moral das crianças e na assimilação da realidade por elas, além do respeito às regras. No estudo, eles desenvolveram um ambiente lúdico implementado, que consistiu em utilizar jogos educacionais digitais para estimular o raciocínio lógico matemático. Dois jogos digitais foram apresentados e validados em uma turma de ensino fundamental. Os próprios estudantes destacaram os pontos positivos e negativos dos jogos, constatando que apenas um dos jogos envolvia o raciocínio lógico e outro dependia apenas de sorte.

Outro trabalho que propôs o estímulo do raciocínio lógico utilizando jogos digitais foi o de Dantas et al. (2013). Segundo os autores, apesar do raciocínio lógico estar associado com a matemática, muitas atividades do cotidiano, profissionais ou não, como a interpretação e resolução de problemas, o senso crítico e o planejamento também requerem o uso de um raciocínio organizado e lógico. Por isso, defenderam o desenvolvimento desse raciocínio desde a infância e propuseram o uso de jogos digitais como ferramentas. A proposta do artigo foi realizar Gincanas

de Raciocínio Lógico, nas quais, além de jogarem os jogos digitais, os estudantes tinham que recriar esses jogos e seus desafios, como uma forma de refletirem e buscarem as soluções em conjunto.

Da mesma forma que os trabalhos já apresentados discutem o uso de jogos digitais para o contexto de ensino e de aprendizagem, Miotto et al. (2017) buscaram favorecer o desenvolvimento do raciocínio lógico por meio do jogo As Aventuras de Calculino, de forma que a criança pudesse aprender enquanto se divertia.

Oliveira, Ghedin e Souza (2013) também trouxeram a proposta de um jogo como recurso pedagógico para o desenvolvimento do raciocínio lógico. No entanto, o que difere essa proposta das demais já apresentadas é o fato de que, no jogo de perguntas e respostas proposto pelos autores, as perguntas são elaboradas pelo professor. A cada pergunta não respondida, o aluno não pontua. Se responder de maneira direta e objetiva, mas sem exemplificar, ganha 1 ponto; se responder de maneira direta objetiva e com exemplos, 2 pontos; e se responder de maneira completa e exemplificada, o estudante ganha 3 pontos. Os autores concluíram dizendo que o jogo é um instrumento de aprendizagem que contribui para a aprendizagem significativa, uma vez que as perguntas estimulam o raciocínio lógico dos alunos, que devem estabelecer associações com os conteúdos estudados, além de discutir com os colegas para chegar a soluções e conclusões.

Outro objeto de aprendizagem utilizado para desenvolver o raciocínio lógico é a programação. Os três trabalhos encontrados empregaram a programação de computadores por meio de estudos da aplicação da ferramenta Scratch, um ambiente e linguagem de programação destinado a programadores iniciantes. Colling et al. (2013) fizeram um levantamento para avaliar como as aulas de programação de computador contribuíam

com a aprendizagem de crianças e adolescentes, principalmente no desenvolvimento da lógica de raciocínio.

Mota et al. (2014) sugeriram a aplicação de um curso de lógica de programação por meio da ferramenta Scratch, para adolescentes do ensino médio em uma escola pública. De acordo com os autores, a lógica utilizada para programar auxiliou os estudantes “na resolução de problemas de forma estruturada e racional” (MOTA et al., 2014, p. 377).

Para os professores das salas de tecnologia das escolas estaduais e municipais no estado de Mato Grosso do Sul, Batista et al. (2015), por sua vez, apresentaram a proposta de ofertar uma oficina sobre o Scratch que pudesse ser utilizada no ensino, em sala de aula, como forma de desenvolver o raciocínio lógico dos alunos. Segundo Batista et al. (2015), Raciocínio Lógico abrange conteúdos como procedimentos de decisão, problemas de correlacionamento, lógica e argumentação e sequências numéricas, que podem ser explicados utilizando a ferramenta Scratch.

Além dos jogos e da programação de computadores, outros objetos de aprendizagem podem ser utilizados para o desenvolvimento do raciocínio lógico. Lima e Souza (2015), apresentaram a experiência de um curso ministrado por bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) para alunos do ensino médio de uma escola pública, tendo sido trabalhada introdução ao raciocínio lógico, conceitos de algoritmo, estrutura sequencial e estrutura de seleção. O artigo relatou que as atividades de raciocínio lógico foram desenvolvidas utilizando-se objetos de aprendizagem, a fim de estimular, organizar e ordenar o pensamento dos alunos da escola. Lima e Souza (2015) não disseram quais foram esses objetos, no entanto, ressaltaram ainda a importância de se desenvolver o pensamento lógico, para construir algoritmos, uma vez que os algoritmos seguem passos ordenados para resolver problemas.

Outro trabalho que utilizou mais de uma ferramenta para o desenvolvimento do raciocínio lógico foi o de Kologeski et al. (2016). Eles descreveram um projeto chamado Logicando, que utilizou diversas ferramentas da tecnologia da informação, para relacionar diferentes assuntos com atividades de raciocínio lógico. Entre os objetos de aprendizagem utilizados no projeto destacam-se atividades com papel quadriculado, que utiliza tabelas e setas, para simular um algoritmo; e um tutorial de programação denominado O Labirinto, que por meio de comandos em formato de blocos, permite ao aluno programar os passos do personagem e levá-lo até um determinado destino, jogo Star Wars, jogos no Scratch, e uma rede social educacional.

Da mesma forma, Silva et al. (2017) relataram a experiência de uma oficina realizada em uma escola pública estadual. Eles buscaram inserir conteúdos de computação, algoritmos e programação usando exemplos práticos, como atravessar a rua e trocar uma lâmpada. As ferramentas utilizadas foram dinâmicas, jogos, exercícios de lógica, usando palitos de fósforo, Sudoku, resoluções de operações numéricas, questões da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), jogo Os Missionários e os Canibais, cujo objetivo é atravessar três missionários e três canibais em um rio utilizando uma canoa que só suporta dois personagens de cada vez. Como não podem ficar mais canibais do que missionários em nenhuma das duas margens do rio, deve-se traçar o passo a passo, para ganhar o jogo. As atividades foram avaliadas nas disciplinas de Lógica e Matemática, mas também em Língua Portuguesa, quanto a interpretação de texto, sentido das palavras e expressões no contexto.

Silvestrini, Soares e Penna (2017) propuseram o Projeto de Extensão *Raciocínio lógico, analítico e quantitativo: uma ferramenta para a inclusão racional* (RacioLog) realizado pelo Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências da Unesp. O projeto consistiu em encontros

regulares, para o desenvolvimento de atividades relacionadas ao raciocínio lógico, para o público de alunos do último ano do ensino médio ou técnico com a colaboração de alunos bolsistas e voluntários. O objetivo do trabalho era intervir na realidade atual capacitando indivíduos para que desenvolvessem o raciocínio lógico. Para medir os resultados do projeto, foi aplicado o teste das Cartas ou a Tarefa de Wason, proposto, em 1960, por Peter Wason. O resultado obtido mostrou que, após os encontros de estudos, a porcentagem de acertos aumentou consideravelmente de 9 % para 61 %.

Finalmente, o uso das operações de adição e subtração para o desenvolvimento do raciocínio lógico matemático é objeto de estudo de Ponte et al. (2018). De acordo com os autores, o raciocínio lógico matemático segue algumas normas lógicas para resolver um problema e esse processo promove o desenvolvimento de habilidades e aptidões dos estudantes. O trabalho elucidou a importância de relacionar operações matemáticas com o dia a dia do aluno. “O processo de contextualização nas operações básicas serve para diminuir as defasagens entre o modelo numérico abstrato e sua real prática, fazendo com que o aprendiz possa construir seu próprio ambiente de aprendizado” (PONTES et al., 2018). Diante disso, os autores sugerem algumas regras de operações básicas – Regra Matemática, Resposta da Regra Matemática, Exemplo numérico da Regra Matemática e Contextualização da Regra Matemática – de forma a aproximar o modelo abstrato da matemática com a realidade do estudante. Os autores exemplificaram modelos a serem utilizados para aproximar o conteúdo do cotidiano e concluíram que esse tipo reinvenção do processo de aprendizagem minimiza a distância entre teoria e prática e aumenta o interesse dos alunos. Por fim, constataram que esta metodologia é uma prioridade para obtenção de bons resultados.

Como abordagem que difere a aplicação da lógica nas ciências exatas, foi realizada uma busca de artigos que relacionasse a lógica à filosofia. O Quadro 2 apresenta os dois artigos que são resultado dessa busca:

Quadro 2: Trabalhos sobre a relação entre raciocínio lógico e filosofia

Artigo	Autores/Ano de publicação
O que é “desenvolver o raciocínio lógico”? Considerações a partir do livro Alice no País das Maravilhas	Vilela e Dorta (2010)
A Importância do Raciocínio Lógico para a Metodologia da Pesquisa: Raciocínio, Planejamento e Execução	Oliveira e Zanotti (2018)

FONTE: Elaborada pelos autores, 2020.

O trabalho de Vilela e Dorta (2010) explicitou os princípios e regras da lógica clássica no contexto da obra de literatura infantil, Alice no País das Maravilhas, de Lewis Carroll. Estabeleceu também relações entre temas das áreas de filosofia da lógica e educação matemática, com a finalidade de promover reflexões pedagógicas sobre um dos objetivos do ensino da matemática em todos os níveis que é desenvolver o raciocínio lógico dos estudantes. O propósito foi percorrer, por meio de cenas da história de Alice no País das Maravilhas, alguns modos de pensar, entre os quais está o pensamento lógico. O autor da obra, que atuou como professor de matemática na Universidade de Oxford por vários anos e como matemático, lógico e romancista, atrela conceitos de lógica ao mundo de fantasia criado no sonho de Alice. Desse modo, o estudo e a análise da obra são interessantes para uma compreensão ampla da lógica, ainda que inicial, na medida em que ela apresenta diversos conceitos dessa área de conhecimento e, ao mesmo tempo, nega, contradiz, altera ou brinca com eles.

O artigo de Oliveira e Zanotti (2018) tem por objetivo reafirmar a importância de saber pensar e os métodos do pensamento, a fim de traçar um paralelo entre as formas de raciocínio ao longo do desenvolvimento da mente humana e os modelos metodológicos para planejar e executar uma pesquisa científica. Oliveira e Zanotti (2018) citaram Carbogim, Oliveira e Püschel (2016) ao dizer que a Filosofia tenta definir um pensador crítico hipotético, baseando-se em suas qualidades e características e adotaram a visão filosófica para nortear a ideia de pensamento crítico. O trabalho foi resultado de uma pesquisa bibliográfica, que analisou artigos e publicações que trouxeram em seu escopo tanto as fases do raciocínio e métodos como as diferenças etárias de pensamento crítico e analítico e sua progressão. Como resultado, os autores perceberam que há bastante material contemplando estudos em crianças e adolescentes, mas que os estudos ainda necessitavam avançar na perspectiva do raciocínio lógico em adultos. Finalizaram dizendo que a importância de saber pensar e seus métodos é a base do raciocínio compreendido como elemento basilar da metodologia da pesquisa científica.

Considerações Finais

Com base nos artigos encontrados, observamos uma preponderância dos temas voltados à área de ciências exatas, mais especificamente matemática e computação, porém também se nota conteúdos relacionados a outras áreas como a filosofia, interpretação de texto e pesquisa científica.

Além disso, percebemos ainda que os trabalhos encontrados utilizam ferramentas didáticas e referem-se a projetos, oficinas ou atividades realizadas com a intenção de desenvolver o raciocínio lógico. Contudo, nenhuma dessas ferramentas apresenta o que realmente é esse raciocínio, sua definição ou conceituação.

No entanto, mesmo sem trazer aspectos mais profundos acerca do que se trata o raciocínio lógico, foi possível perceber a importância da lógica para a resolução de problemas, a interpretação de texto e a construção de argumentos, de modo que consideramos o tema de grande relevância por possibilitar entender e desenvolver aspectos relacionados à cognição humana.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Estudo de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência (GEMATEC) e ao Grupo de Pesquisas em Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência (AMTEC) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), pelo apoio oferecido e pela oportunidade de realização deste trabalho.

Referências

- ABAR, C. **Noções de Lógica Matemática**. 2006. Disponível em: www.pucsp.br/~logica/. Acesso em: 27 mar. 2021.
- BATISTA, E. J. S.; CASTRO JÚNIOR, A. A.; BOGARIM, C. A. C.; LARREA, A. A.. Utilizando o Scratch como ferramenta de apoio para desenvolver o raciocínio lógico das crianças do ensino básico de uma forma multidisciplinar. In: **IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, Maceió, p. 350-359, 2015.
- CARBOGIM, F. C.; OLIVEIRA, L. B.; PÜSCHEL, V. A. A. Critical thinking: concept analysis from the perspective of Rodger's evolutionary method of concept analysis. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 24, p. 1-12, 2016.
- CAVICCHIA, D. de C. O desenvolvimento da criança nos primeiros anos de vida. **Acervo digital da UNESP**, 2010. Disponível em: https://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/224?locale=es_ES. Acesso em: 27 mar. 2021.
- COLLING, J.; TERNUS, C.; MOESCH, B.; SOARES, S. L.; SOARES, M. V. B.. Programação de computadores como meio de desenvolvimento do raciocínio lógico em crianças e

- adolescentes. **In: 5º Seminário de Iniciação Científica do curso de Pedagogia**, Itapiranga, SC, 2014.
- COPI, Irving M. **Introdução à Lógica**. 2. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1978.
- CORDENONSI, A. Z.; BERNARDI, Giliane; SCOLARI, Angélica Taschetto. O Desenvolvimento do Raciocínio Lógico através de Objetos de Aprendizagem. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 5, p. 1-8, 2007.
- DANTAS, V.; NOGUEIRA, A.; ALISSON, N.; RANIERY, D.; RAUL, J.; SOARES, R.; SAMPAIO, R.; KELSON, W.; COSTA, T.. Uma metodologia para estimular o raciocínio lógico baseada na reflexão crítica e no uso de jogos digitais. **In: II Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, Campinas, p. 353-361, 2013.
- GRANGER, Gilles Gaston. **Lógica e Filosofia das Ciências**. 1. ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1955.
- KOLOGESKI, A. L.; SILVA, C. G.; BARBOSA, D. N. F.; MATTOS, R. R.; MIORELLI, S. T.. Desenvolvendo o raciocínio lógico e o pensamento computacional: experiências no contexto do projeto Logicando. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 1-10, 2016.
- LIMA, A. C.; SOUZA, D. F. de. Experiência no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID): Desenvolvimento do Raciocínio Lógico e Algoritmo na Educação Básica. **In: IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, Maceió, p. 1290-1299, 2015.
- MIOTO, J. A.; BATISTA, E. J. S.; SANTOS, Q. de A.; BOGARIM, C. A. C.; LIMA, A. C. de. As Aventuras de Calculino: jogo para ensino de raciocínio lógico. **In: VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, Recife, p. 451-455, 2017.
- MORTARI, Cezar Augusto. **Introdução a lógica**. São Paulo: UNESP: 2001.
- MOTA, F. P.; RIBEIRO, N. F. A., EMMENDORFER, L; BUTZEN, P; MACHADO, K. S.; ADAMATTI, D. F. Desenvolvendo o Raciocínio Lógico no Ensino Médio: uma

- proposta utilizando a ferramenta Scratch. **In: III Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, Dourados, MS, p. 377-381, 2014.
- MÜHLBEIER, A. R. K.; MOZZAQUATRO, P. M.; OLIVEIRA, L. C. de; MONTEIRO, T. B.; LOPES, V.. eNIGMA e M-Learning: Jogo Educativo trabalhando o Raciocínio Lógico Através de Dispositivos Móveis. **In: 1º Seminário Nacional de Inclusão Digital – (SENID)**, Passo Fundo, 2011.
- OLIVEIRA, D. A.; GHEDIN, E; SOUZA, J. M. de. O jogo de perguntas e respostas como recurso didático-pedagógico no desenvolvimento do raciocínio lógico enquanto processo de ensino aprendizagem de conteúdos de ciências do oitavo ano do ensino fundamental. **In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, SP, p. 1-8, 2013.
- OLIVEIRA, J. T.; ZANOTTI, A. Importância do Raciocínio Lógico Para a Metodologia da Pesquisa: Raciocínio, Planejamento e Execução. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 8, p. 1-10, 2018.
- PONTES, E. A. S.; SILVA, L. M.; PONTES, T. A.; MIRANDA, J. R.; SANTOS, J. F.; AMORIM, I. A. Raciocínio lógico matemático no desenvolvimento do intelecto de crianças através das operações adição e subtração. **Diversitas Journal**, v. 2, p. 469-476, 2018.
- BRASIL. Ministério da educação. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) - Apresentação 12 jun. 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pibid>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- SILVA, N.; LIMA, A. C.; SOUZA, N; SOUSA, D.. Raciocínio Lógico nas Escolas: Uma Introdução ao Ensino de Algoritmos de Programação. **In: VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, Recife, p. 1011-1020, 2017.
- SILVEIRA, S. R.; RANGEL, A. C. S.; CIRÍACO, E. de L. Utilização de jogos digitais para o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2012.

SILVESTRINI, L. H. da C.; SOARES; M. R. PENNA, A. L. Raciocínio lógico e as habilidades matemáticas nas edições da avaliação PISA (2012-2015). **C.Q.D.– Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, Bauru, v. 10, p. 233-240, dez. 2017.

VILELA, D. S.; DORTA, D.. O que é "desenvolver o raciocínio lógico"? Considerações a partir do livro Alice no País das Maravilhas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 91, n. 229, p. 634-651, 2010.

O raciocínio analógico no contexto de ensino e de aprendizagem

Marina Chaves Silva¹
Tamires Sousa Batista²
Ronaldo Luiz Nagem³

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, lembrando 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 (2018), 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 série criada teve como 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 intuitions 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 em 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 em 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.

Parte 3

Catálogo de Resumos

Teses

2017

ARAUJO, Siane Paula de

2016

FERRY, Alexandre da Silva

2012

FIGUEROA, Ana Maria Senac

2010

PEREIRA, Ana Cristina Carvalho

2009

GINO, Maurício Silva

Dissertações

2021

MASCARENHAS, Taís Tavares

MENEZES, Magda Cristina de

2020

ASSIS, Luciana Paula de

PORTO, Adriane de Cassia Camargos

SCHMIDT, Núbia Silva

2019

ASSIS, Priscila Aparecida Mariano.

BADARÓ, Carolina Nascimento Paschoal

BARBOSA, Wilbert Viana

FERREIRA, Helton Luiz Dias

2018

GOUVEIA, Cristiane de Paula

LEROY, Fernanda Storck

MELO, Maria Fernanda Souza

2017

ALMEIDA, Rangel Benedito Sales de

ALVARENGA, Gilson Rodrigues de

MURTA, Gláucia de Sousa

PORTELA, Érica Dinorá

VICENTE, Eliane Mercês

2016

LIMA, Suryam Guimarães Lima

MACIEL, Glaucia Mara Carneiro

2015

AFONSO, Luara Zucolotto

CARVALHO, Patrícia Meireles de

FREITAS, Felipe Vieira

LIMA, Juliana. Mattos Souza

SA, Natália Luiza de

SOUZA, Luhan Dias

2014

COUTO, Pablo Alves

DINIZ, Rafael Henrique Nogueira

FERREIRA, Lindiane Lopes

2013

LAUTON, João Rodolfo

NAVES, Erika Schmidt

RAFACHO, Sérgio

SANTOS, Eliene Diniz dos

2012

ALMEIDA, Délcio Julião Emar de

2011

FONSECA, Eliane Geralda da Silva

FERREIRA, Emanuelle Berenice Marques

SILVA, Vanessa Corrêa da

2010

OLIVEIRA, Alexsandro Jesus Ferreira de

WUNDERLIC, Hunderlich, Lidia Alves Moreira

2009

ASSIS, Ricardo Luís de Aguiar

MORAIS, Welerson Rezende

RAMALHO, Flávia Alves

2008

FERRY, Alexandre da Silva

LIMA, Niuza Eugênia do Amaral

2007

RESENDE, Lilian Valim

2006

AMARAL, Silvia Eugênia do

MARCELOS, Maria de Fátima

2005

OLIVEIRA, Eliene Freire

PEREIRA, Ana Cristina Carvalho

2004

FIGUEROA, Ana Maria Senac

SILVA, Cinthia Maria Gomes e

2003

GINO, Maurício Silva

2002

AMARAL, Fábio José do

ARAUJO, Isabel Campos

GINO, Andréa Silva

GONÇALVES, Vanilda Maria

Iniciação científica

FONSECA, Rafael Bruno da Cunha

FONSECA, Rafael Bruno da Cunha

FONSECA, Rafael Bruno da Cunha

Teses

ARAUJO, Siane Paula de. **MOE, TAS e COM: delineamento e avaliação de objetos de aprendizagem em anatomia para o movimento**. Orientador: Dr. Maurício Silva Gino. 2017. 181 f. + 1 DVD. Tese (Doutorado em Artes) – Escola de Belas Artes. Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

DADOS DA TESE
Data da Defesa da TESE: 20/11/2017
Local: Escola de Belas Artes da UFMG
Participantes da Banca de Defesa:
● Dr. Maurício Silva Gino (orientador) ● Dra. Ana Cristina Carvalho Pereira; ● Dra. Lúcia Gouvêa Pimentel; ● Dr. Ronaldo Luiz Nagem; ● Dra. Isabel Cristina Vieira Coimbra Diniz
Resumo
Este trabalho busca refletir sobre o desenvolvimento de metodologias de ensino aprendizagem no âmbito da atuação docente em Artes/Dança. Para isso, propõe-se três objetos de aprendizagem destinados à disciplina Anatomia para o Movimento do Curso de Licenciatura em Dança da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (EBA/UFMG). O material didático é composto pelo jogo digital Monte o Esqueleto (MOE) e os players de vídeo Tipos de Articulações Sinoviais (TAS) e Coordenação Motora (COM). Dessa forma, a pesquisa se destacou por duas fases distintas. Na primeira, necessitou-se delinear (e produzir) estes objetos de aprendizagem obtendo como principal referência os constructos teóricos sobre analogias e metáforas de George Lakoff e Mark Johnson (2002), bem como alguns conceitos de Anatomia Humana abordados na disciplina sobre a perspectivada Educação Somática. A próxima fase se constituiu pelo processo de avaliação desses materiais dada em uma primeira instância sobre a identificação das metáforas conceituais nos objetos produzidos, a fim de verificar se os conceitos pretendidos foram devidamente representados. E a segunda avaliação refere-se aos dados coletados em sala de aula, que buscam constatar as possíveis contribuições ou limitações dos objetos de aprendizagem produzidos no processo de ensino-aprendizagem da disciplina. Esta última contou com a aplicação de uma entrevista semiestruturada com a professora da disciplina e de um questionário e grupo focal com os alunos, com o propósito de averiguar os impactos nesse processo em uma perspectiva tanto grupal quanto mais individualizada. Os dados foram analisados a partir do conceito de embodiment (GIBBS, 2005) a fim de se compreender os conteúdos dos objetos de aprendizagem propostos. Nesse sentido, este estudo intenta ampliar concepções contemporâneas acerca das possibilidades de recursos e práticas didáticas na formação docente em Dança no ensino superior.
ABSTRACT
This work seeks to reflect on the development of methodologies in teaching-learning to teaching performance in Arts/Dance. To this, propose three learning objects to delineate and evaluate three destined to the discipline Anatomy for the Movement of the Degree in Dance of the School of Fine Arts of the Federal University of Minas Gerais (EBA/UFMG). The didactic material consists of digital game Monte o Esqueleto (MOE) and two move players Tipos de Articulações Sinoviais (TAS) and Coordenação Motora (COM). In this way, this research was characterized for two distinct phases. In the first one, it was necessary to delineate (and to produce) these learning objects obtaining as main reference the theoretical constructs on analogies and metaphors of George Lakoff and Mark Johnson (2002),

as well as some chosen concepts of Human Anatomy addressed in the discipline on the perspective of Somatic Education. The next phase consisted of the evaluation process of these materials given in a first instance about the identification of the conceptual metaphors in the objects produced in order to verify if the intended concepts were properly represented. And thesecond evaluation regarding data collected in the classroom that seek to verify the possible contributions or limitations of learning objects produced in the teaching-learning process of the discipline. The latter involved the application of a semistructured interview with theteacher of the discipline and a questionnaire and focus group with the students, in order to ascertain the impacts in this process in a perspective both group and more individualized. The data were analyzed based on the concept of embodiment (GIBBS, 2005) in order tounderstand the process of "incorporation" of the contents of learning objects under study. Thus, the research aims to enlarge contemporary conceptions about the possibilities of resources and didactic practices in Dance Padagogy Graduate.

FERRY, Alexandre da Silva. **Análise estrutural e multimodal de analogias em uma sala de aula de química.** Orientador: Dr. Helder de Figueiredo e Paula. 2016. 170f. (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

DADOS DA TESE
Data da Defesa da TESE: 28/06/2016
Local: Faculdade de Educação da UFMG
Participantes da Banca de Defesa: • Dr. Helder de Figueiredo e Paula (orientador) • Dra. Andréa Horta Machado • Dr. Orlando Gomes de Aguiar Junior • Dr. Ronaldo Luiz Nagem • Dr. Roberto Nardi
Resumo Esta pesquisa está inserida tanto entre os estudos sobre o uso de analogias na Educação em Ciências, quanto entre aqueles que investigam as interações entre professores e estudantes como eventos multimodais, sob a orientação da Semiótica Social. O problema que nos orientou foi: quais são as relações entre as características das analogias construídas por um professor de Química experiente e os recursos expressivos por ele utilizados? Em acordo com a Teoria do Mapeamento Estrutural das analogias, de Dedre Gentner, bem como com a Multiconstraint theory de Keith Holyoak e Paul Thagard, nós concebemos as analogias como comparações relacionais, ou seja, como um tipo de comparação cujo foco é o estabelecimento de correspondências entre as relações presentes em um domínio base, ou familiar, que é utilizado como fonte de conhecimentos, e aquelas existentes em um domínio desconhecido ou pouco familiar, que se apresenta como alvo de um processo de compreensão. Em acordo com a Semiótica Social nós presumimos que a construção de analogias nas salas de aula de Ciências envolveria a orquestração de múltiplos modos de comunicação. Os dados que constituem o corpus da pesquisa foram gerados a partir de gravações em áudio e vídeo de aulas ocorridas em uma instituição privada de ensino superior em Belo Horizonte, durante o primeiro semestre letivo do ano de 2014. Nossa análise evidenciou: (i) a complexidade das relações estabelecidas no interior das analogias e a forma como elas são preparadas a partir de comparações menos complexas; (ii) o potencial do mapeamento estrutural de comparações como ferramenta para a análise do uso desse recurso discursivo como uma mediação no ensino de Química; (iii) a importância da orquestração de múltiplos modos de comunicação como um aspecto central dos

processos de estabelecimento de correspondências que constituem as analogias. Em síntese, nossa unidade de análise nos permitiu compreender a articulação entre aspectos estruturais e expressivos do processo de construção de analogias em sala de aula.

ABSTRACT

This research is among studies about the use of analogies in Science Education and also among those investigating the interactions between teachers and students as multimodal events, under the guidance of Social Semiotics. Our research problem was: what are the relations between the characteristics of the analogies built by a seasoned Chemistry teacher and the expressive resources used by him? According to Dedre Gentners Structure-Mapping Theory of Analogies, as well as the Keith Holyoack's and Paul Thagards Multiconstraint theory, we conceive analogies as relational comparisons, that is, a kind of comparison in which the focus is the establishment of correspondences between the relations in a base domain (or a familiar domain) used as a source of knowledge, and those existent in a unknown domain, or a less familiar one, that is the target of a comprehension process. According to Social Semiotics we presume that the construction of analogies in Science classrooms involves the orchestration of multiple modes of communication. We generated our data from audio and video recordings of Chemistry Classes. These classes occurred in a private institution of higher education in Belo Horizonte city, during the first semester of 2014. Our analysis showed: (i) the complexity of the established relations inside analogies and the way they are prepared from less complex comparisons; (ii) the potential of structural mapping of the comparisons as a tool for understanding this discursive resource as a mediator for Chemistry teaching; (iii) the importance of the orchestration of multiple modes of communication as a central aspect of the establishment of correspondences that compounds analogies. In summary, our unit of analysis allowed us to understand the articulation between structural and expressive aspects of the construction process of analogies in a classroom.

FIGUEROA, Ana Maria Senac. **Os objetos nos museus de ciências: o papel dos modelos pedagógicos na aprendizagem.** Orientadora: Dra. Martha Marandino. 2012. 199f. (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2012.

DADOS DA TESE
Data da Defesa da TESE: 21/08/2012
Local: Faculdade de Educação da USP
Participantes da Banca de Defesa: • Dra. Martha Marandino (orientadora) • Dra. Luciana Conrado Martins • Dr. Douglas Falcão Silva • Dr. Ronaldo Luiz Nagem • Dra. Sílvia Luzia Frateschi Trivelato
Resumo
Esta pesquisa teve por objetivo caracterizar o papel pedagógico dos objetos/modelos nos museus de ciências. Assim, consideramos, neste estudo, os objetos no museu que foram construídos com a intenção de favorecer as relações de ensino e de aprendizagem. Buscamos apontar o papel pedagógico dos objetos em exposições de museus, bem como caracterizar o potencial do objeto em expressar determinados produtos e processos na aprendizagem, ao ser apresentado em uma exposição de museu. Além disso, procuramos identificar aspectos

relacionados aos conceitos e processos que os sujeitos são capazes de perceber, ao observar o objeto em uma exposição. A abordagem metodológica se fundamentou no referencial da pesquisa qualitativa e foi selecionado o Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. A escolha do modelo do esqueleto da preguiça gigante se justificou por tratar do objeto que, pelo seu tamanho e posição expográfica chama especialmente a atenção do público. Além disso, ele tem um papel importante no desenvolvimento de estudos de biologia e de paleontologia, bem como reúne uma gama muito grande de características importantes, o que o tornou adequado para a pesquisa. Selecionamos para a entrevista, o profissional do museu, responsável pela produção dos modelos e um dos elaboradores da exposição. Os cinco jovens convidados a participar desse estudo tinham, na época, 17 anos de idade e cursavam o 2º ano do ensino médio, em escolas privadas, localizadas na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Julgamos que a opção por jovens de um mesmo nível de escolaridade, com afinidades sociais semelhantes e que estabeleciam uma relação de amizade facilitaria a interação social, tornando a visita mais fluida e natural. Tomamos como referência os conceitos de aprendizagem em museus explicitados por alguns autores como George Hein, Falk e Dierking, Hooper-Greenhill e Scott Paris. Ainda para a fundamentação teórica da pesquisa, optamos por referenciais teóricos relativos às áreas da educação e de objetos/modelos nos museus, especialmente nos museus de ciências. Para a coleta dos dados da pesquisa, combinamos o uso de múltiplas fontes, com a finalidade de obter as informações necessárias tanto em relação às intenções do objeto pedagógico, ou seja, o modelo do esqueleto da preguiça gigante, exposto no museu escolhido, quanto às interações dos jovens em relação a esse mesmo objeto. Para a coleta de dados com os jovens, a pesquisa contou com três etapas: antes, durante e após a visita ao museu. As etapas foram gravadas em vídeo e áudio, incluindo as entrevistas. Com base nos resultados obtidos, articulamos os dados oriundos do conjunto do nosso olhar e do olhar do museu e analisamos esses dados a partir dos dois eixos relacionados às dimensões da aprendizagem: o conceitual e o processual. Analisamos, também, as interações de cada jovem com o objeto pedagógico e todo o conjunto expositivo, a partir desses eixos da aprendizagem. Percebemos que as intenções do modelo pedagógico foram, em sua maioria, compreendidas pelos jovens visitantes. Evidenciamos essas intenções a partir dos elementos que compõem os eixos analisados. As interações com os objetos nos museus promovem a possibilidade de realizar observação e descrição, de expressar conhecimento prévio, de promover discussão, criação e testagem de hipóteses. Instigam, ainda, a imaginação e a elaboração de questões. No entanto, no que se refere à formação correta de conceitos científicos, pensar a forma de apresentar os objetos, os textos e as imagens nos museus é fundamental.

ABSTRACT

This study aimed to characterize the educational role of the objects / models in science museums. Thus, we consider in this study, the objects in the museum that were built with the intention of promoting relations of teaching and learning. We seek to point out the educational role of objects in museum exhibitions, as well as to characterize the potential of the object in expressing certain products and processes in learning to be presented in a museum exhibit. In addition, we sought to identify aspects related to the concepts and processes that subjects are able to perceive when observing the object in an exhibition. The methodological approach was based on the framework of qualitative research and was selected the Museum of Natural Sciences at the Catholic University of Minas Gerais. The choice of model of the skeleton of a giant sloth was because it is the object that by its size and position expographic draws the most attention. Moreover, it has an important role in the development of Biology and Paleontology studies, as well as meeting a wide range of important features, which made it suitable for this research. Museum professionals responsible for the production of models and makers of the exhibition were selected for interview. The five young people invited to participate in this study were 17 years old and currently enrolled in 2nd year of high school of a private school located in the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. We believe that choosing young people with the same level of schooling

and affinities, of similar social levels and setting up friendship, ease social interaction, making the visit more fluid and natural. We took as reference the concepts of learning in museums, by some authors such as George Hein, Falk and Dierking, Hooper-Greenhill and Scott Paris. Even for theoretical research, we chose fields related to education and objects / models in museums, especially in science museums. To collect the survey data, we combine the use of multiple sources, in order to obtain the necessary information regarding both the pedagogical intentions of the object, i.e. the model of the skeleton of the giant sloth, exhibited in the museum chosen as the interaction of young people in relation to this same object. For data collection with young people the survey had three stages: before, during and after the museum visit. The steps were recorded on video and audio, including interviews. Based on these results, we articulated the data from the whole our eyes and look of the museum and analyzed this data from the two axes related to the dimensions of learning, the conceptual axis and the axis of procedure. We also analyze the interactions of each youth, with the object and the whole pedagogic exhibition, from learning these axes. We realize that the intentions of the pedagogical model were understood by mostly young visitors which evidence, from the elements that make up the axis of conceptual and procedural learning analyzed. The interactions with objects in museums promote the possibility of observation, description and express prior knowledge, to promote discussion, development and testing of hypotheses. They also promote imagination, prompting questions. However, with regard to the proper formation of scientific concepts, to think how to present the object, the texts and images in museums are fundamental.

PEREIRA, Ana Cristina Carvalho. **Os gestos das mãos e a referenciação**: investigação de processos cognitivos na narrativa oral. Orientadora: Dra. Maria Luiza Cunha Lima. 2010. 148f. (Doutorado em Linguística). Faculdade de Letras, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

DADOS DA TESE
Data da Defesa da TESE: 2010
Local: Faculdade de Letras da UFMG
Participantes da Banca de Defesa: • Dra. Delaine Cafeiro Bicalho (presidente) • Dr. Arnaldo Leite de Alvarenga • Dra. Carla Viana Coscarelli • Dr. Jose Olimpio de Magalhaes • Dra. Monica Magalhaes Cavalcante
Resumo
O objetivo geral desta investigação é contribuir para o estudo da linguagem e cognição e para o conceito de corporeidade (<i>embodiment</i>) buscando uma melhor compreensão de como o pensamento e a linguagem são, fundamentalmente, ligados à ação corporal. Partimos da posição de que a maneira pela qual categorizamos o mundo e o dizemos no discurso é resultado de um trabalho complexo que envolve percepção, negociação e várias estratégias complexas, e que as estruturas linguísticas são relacionadas e motivadas pelo conhecimento humano, experiência corporal e as funções comunicativas do discurso. Portanto, considerando que o discurso e o gesto são partes integrantes da nossa prática comunicativa, desenvolvemos um experimento psicolinguístico para investigar a possibilidade de, além da função comunicativa do gesto das mãos, sua participação na conceitualização, planejamento e organização da fala. Particularmente, foram enfatizados o processo de referenciação na produção oral, como a introdução e retomada de referentes e do gerenciamento da cadeia

referencial. Os resultados foram significativos, pois apontaram para uma relação entre as estratégias de referenciação e diferentes tipos de gestos a partir da identificação de diferentes padrões de ocorrência de gestos nos diferentes mecanismos da construção da cadeia referencial. Também foi possível constatar que há uma relação entre o nível de dificuldade específico das estratégias referenciais e a ocorrência de gestos.

ABSTRACT

The aim of this research is to contribute to the study of language and cognition and the definition of embodiment by seeking a better understanding of how thought and language are fundamentally linked to bodily action. We share the view that the way we categorize the world and reflect it on our speech production is the result of a complex task involving perception, negotiation, and several complex strategies, and that the linguistic structures are related and motivated by human knowledge, bodily experience and the communicative functions of discourse. Thus, considering that both speech and gesture are part of our communicative practice, we develop a psycholinguistic experiment to investigate the possibility of, in addition to the communicative function of hand gesture, their participation in the conceptualization, planning and organization of speech. Particularly emphasized were the referential process in oral production, such as the introduction and the co-referencing of lexical units and the management of the referential chain. The results were significant, as they showed a correlation between the strategies of referencing and different types of gestures as revealed by different patterns of gestures occurrence in the different mechanisms present in the construction of the referential chain. It was also noticed a relationship between the specific difficulty level of the referential strategies and the occurrence of gestures.

GINO, Maurício Silva. **Uso de ferramentas de comunicação e informação no ensino e na divulgação de técnicas cirúrgicas em medicina veterinária.** Orientadora: Dra. Cleuza Maria de Faria Rezende. Coorientadores: Dra. Valentim Arabicano Gheller; Dr. Heitor Garcia de Carvalho. 2009. 85f. (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

DADOS DA TESE
Data da Defesa da TESE: 2009
Local: Escola de Veterinária da UFMG
Participantes da Banca de Defesa: • Dra. Cleuza Maria de Faria Rezende (orientadora) • Dr. Ewaldo Melo de Carvalho • Dr. Humberto Pereira Oliveira • Dr. Ronaldo Luiz Nagem; • Dra. Lúcia Gouvêa Pimentel
Resumo Num contexto em que muito se discute o bem-estar animal e a proposição de métodos que substituam as vivisseções, desenvolveu-se na Escola de Veterinária da UFMG um estudo com objetivo de produzir e avaliar a associação de recursos auxiliares ao ensino de cirurgia. Criaram-se materiais multimídia sobre ovariústerectomia em cadelas que podem ser utilizados pelo professor em aulas teóricas presenciais, bem como pelo aluno em estudos fora do ambiente escolar. Produziu-se um vídeo sobre a cirurgia, orientado por uma narração das etapas do procedimento. Foram criadas bases de conhecimento de um sistema especialista que possibilitam um diálogo com o aluno sobre a cirurgia. Criou-se ainda um aplicativo com animações de suturas que complementa as informações

contidas no vídeo e no sistema especialista. Para testar esses recursos, organizaram-se dois grupos de alunos de Técnica Cirúrgica, do curso de Medicina Veterinária da UFMG. O primeiro grupo foi submetido à metodologia de ensino tradicional da escola, enquanto que o segundo teve à disposição o material didático produzido. Realizaram-se avaliações quantitativas de desempenho e avaliações qualitativas para verificação da percepção dos alunos sobre o material testado. Os dados obtidos apontaram um desempenho discretamente superior dos alunos que utilizaram o material produzido, mas essa diferença não foi significativa. Apesar disso, a análise das questões das provas e os instrumentos qualitativos empregados revelaram vantagens no uso dos recursos didáticos testados

ABSTRACT

In a scenery where the animal welfare and the proposition of methods which allow the replacement of vivisection are subjects of intense discussion, a study aiming to produce and evaluate the association of auxiliary resources to the teaching of surgery was developed at the UFMG Veterinary School. Thus, multimedia materials concerning ovariohysterectomy in bitches were created to be used by professors during theoretical classes, as well as by students experiencing individualized learning outside school. Also, a video with narrations orienting the steps of the surgery was produced. Moreover, bases of knowledge of a specialist system were created, allowing dialogue with the student about the steps of the surgery. A software showing animations of sutures was developed to complement the information contained in the video and in the specialist system, also to be used to help classes about surgical synthesis. For testing these resources, two groups of students of Surgical Technique, sixth period of the UFMG Veterinary Medicine course, were organized. The first one was submitted to the traditional teaching method, while the second was kept in contact with the above-mentioned didactic material. Quantitative evaluations of performance were made, as well as qualitative ones regarding students perception in relation to the tested material. Although the obtained data shows a discretely superior performance of the students who used the produced material, such difference was not significant. Even so, the analysis of test questions and the instruments of qualitative evaluation employed in this research revealed advantages concerning the use of the tested didactic resources.

Dissertações

2021

MASCARENHAS, Taís Tavares. **Analogia e arquitetura**: uma proposta de intervenção no processo de ensino e de aprendizagem de projeto. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem (até outubro 2019) /Dr. Alexandre da Silva Ferry. Coorientadora: Dra. Siane Paula de Araujo. 2021. 130f. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Campus II, 2021.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 30/01/2021
Local: Virtual/CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Alexandre da Silva Ferry (orientador) • Dra. Siane Paula de Araujo (coorientadora) • Dr. Pablo Alonso Herraiz • Dra. Cláudia Maria Arcipreste • Dr. Ronaldo Luiz Nagem

Resumo

A presente dissertação é fruto de uma pesquisa de mestrado em Educação Tecnológica sobre o uso de analogias nos processos de ensino e aprendizagem de projeto em arquitetura, desenvolvida no contexto de uma linha de pesquisa sobre Práticas Educativas em Ciência e Tecnologia, com o objetivo de compreender como as analogias podem contribuir para a construção da autonomia crítica e criativa dos estudantes de projeto de edifícios. Apresentam-se discussões sobre o uso de analogias em arquitetura e estudos de obras análogas nas práticas educativas. Parte-se do pressuposto que o uso de analogias, como recurso didático de construção do conhecimento e de geração de novas ideias, desde que trabalhadas de forma sistematizada, podem suscitar novas possibilidades de aprendizagem e de criatividade. Utilizou-se uma metodologia de ensino com analogias como instrumento de coleta de dados para estruturar uma intervenção didática. Os dados foram coletados no segundo semestre do ano de 2019 em uma instituição privada de ensino superior em Belo Horizonte por meio de observações, gravações de áudios e vídeos, além de questionários e um grupo focal, junto a estudantes de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Os resultados obtidos sugerem que o uso de analogias pode ser incorporado como instrumento de correspondência, apropriação de conhecimentos e concepção criativa no processo de aprendizagem de projetos arquitetônicos. Considera-se que esse uso tem caráter complementar aos estudos de obras análogas de arquitetura. Dessa forma, a pesquisa nos leva a considerar que a analogia, empregada como recurso didático no ensino e concepção de projeto em arquitetura, contribui para a ampliação das possibilidades projetuais. Além disso, possibilita a compreensão da complexidade sistemática dos elementos envolvidos na elaboração de um projeto, bem como permite a expressividade criativa dos estudantes.

ABSTRACT

This issue is the result of a master's research in Technological Education on the use of analogies in teaching and learning processes of architectural design, developed in the context of a line of research on Educational Practices in Science and Technology, with the aim of understanding how analogies can contribute to the construction of critical and creative autonomy for students of building design. Discussions are presented on the use of analogies either in Architecture or studies of analogous buildings in educational practices. It is assumed that the use of analogies, as a didactic resource for building knowledge and generating new ideas, if correctly used in a systematic way, can give rise to new possibilities for learning and creativity. A teaching methodology with analogies was used as a data collection instrument to structure a didactic intervention. Data were collected in the second half of 2019, in a private higher education institution in Belo Horizonte, through observations, audio and video recordings, in addition to questionnaires and a selected focus group, together with some undergraduate students in Architecture and Urbanism. The results obtained suggest that the use of analogies can be incorporated as an instrument of correspondence, appropriation of knowledge and creative conception in the process of learning architectural projects. It shall be considered that this activity is complementary to the studies of analogous works of architecture. This way, the results lead us to consider that analogy, used as a didactic resource in teaching and designing of architectural projects, contributes to expand project possibilities. In addition, it makes it possible to understand the systematic complexity of the elements involved in preparing a project, as well as allowing students to express themselves creatively.

MENEZES, Magda Cristina. Localização espacial terrestre por meio da orientação astronômica utilizada por estudantes da educação profissional e tecnológica.

Orientador: Dr. Ivo de Jesus Ramos. 2021. (Mestrado em Educação Tecnológica).
Centro Federal de Minas Gerais, Campus II, 2021.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 30/03/2021
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ivo de Jesus Ramos (orientador) • Dra. Fabiana Da Conceição Pereira Tiago • Dra. Leila Saddi Ortega • Dra. Nádia Cristina Da Silva Mello
Resumo
O presente trabalho de pesquisa apresenta uma investigação no campo de estudo da Astronomia no ensino da Geografia. Nesse contexto, este trabalho se insere no mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG, na Linha de Pesquisa IV - práticas educativas em ciência e tecnologia. O objetivo desta pesquisa foi analisar a utilização da orientação astronômica e da localização espacial por estudantes da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para se localizarem no espaço terrestre. Este trabalho de pesquisa dialoga com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, as contribuições de Lynch et al. (1960) sobre a imagem da cidade, as reflexões sobre a Geografia como prática, habilidades e saberes empíricos de Claval (2014). Sobre as noções e concepções da Astronomia utilizou-se as contribuições de Langhi (2016), bem como os conceitos da ciência geográfica de Katuta (2000) e Teixeira (1997), entre outros. A metodologia de pesquisa adotada neste estudo segue uma abordagem qualitativa, caracterizando-se como um estudo de caso (exploratório-descritivo). Como instrumentos de coleta de dados, foram utilizados questionários e a observação da pesquisadora durante as atividades práticas. Os dados coletados foram categorizados e analisados com base na análise de conteúdo de Bardin (2016). A proposta de pesquisa apresentada nesta dissertação iniciou-se a partir do seguinte problema: de que maneira o estudante pode se utilizar da orientação astronômica para se localizar no espaço terrestre? Para situar o problema procedeu-se à busca de artigos que se aproximavam da temática sobre a aprendizagem das noções, conceitos e concepções do estudante para se localizar/orientar no espaço terrestre e se orientar pelos astros nos portais de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) no período de 2010 a 2018. Esta pesquisa foi realizada no segundo semestre do ano de 2019 em uma escola técnica federal de educação profissional e tecnológica localizada na cidade de Belo Horizonte [MG] e contou com a participação de 17 estudantes do 10 ano dos cursos técnicos integrados de Mecatrônica e Mecânica. Os resultados desta investigação sinalizam que os estudantes tiveram interesse pelo tema e apresentaram algumas dificuldades na compreensão das noções e habilidades da localização e orientação astronômica. Constatou-se que as aulas dialógicas reflexivas e a atividade prática da astronomia observacional, a olho nu e por telescópio, foram válidas e positivas no sentido de contribuir para a compreensão e esclarecimento das dúvidas dos estudantes durante o processo de aprendizagem. Salienta-se que, mesmo diante dos recursos tecnológicos disponibilizados nos aplicativos geoespaciais de localização, torna-se fundamental conhecer o espaço vivido correlacionado aos sistemas de referência espacial.
ABSTRACT
This research work presents an investigation in the field of Astronomy study in the teaching of Geography. In this context, this work is part of the master's degree in Technological Education at CEFET-MG, in Research Line IV - educational practices in science and technology. This research analyzes the use of astronomical orientation and spatial place by students of Professional and Technological Education (PTE) to find themselves in the terrestrial space. This research work dialogues with Ausubel's theory of significant learning, the contributions of Lynch et al. (1960) on the image of the city, reflections on Geography as a practice, skills, and empirical knowledge of Claval (2014). The contributions of Langhi (2016) were used on the notions and conceptions of

Astronomy, as well as the concepts of geographic science by Katuta (2000) and Teixeira (1997), among others. The research method adopted in this study follows a qualitative approach, characterized as a case study (exploratory-descriptive). Questionnaires and the researcher's observation were used as instruments for data collection during practical activities. The collected data were categorized and analyzed based on Bardin's content analysis (2016). The research proposal presented in this dissertation started from the following problem: how can the student use astronomical guidance to find in terrestrial space? To find the problem, we searched for articles that approached the theme of learning the notions, concepts, and conceptions of the student to find / orient themselves in the terrestrial space and orient themselves by the stars in the portals of journals of the Coordination for the Improvement of Personnel Higher Education (CAPES) and the Federal University of São Carlos (UFSCAR) from 2010 to 2018. This research was carried out in the second term of 2019 in a federal technical school of professional and technological education in Belo Horizonte city - MG and counted with the participation of 17 students of the 1st year of integrated technical courses in Mechatronics and Mechanics. The results of this investigation show that the students were interested in the topic and presented some difficulties in understanding the notions and skills of location and astronomical orientation. It was found that the reflective dialogical classes and the practical activity of observational astronomy, with the naked eye and through a telescope, were valid and positive to contribute to the understanding and clarification of students' doubts during the learning process. It should be noted that, even with the technological resources available in geospatial location applications, it is essential to know the lived space correlated with the spatial reference systems.

2020

ASSIS, Luciana Paula de. **Potencialidades e limitações pedagógicas no uso de modelos analógicos para o ensino de estequiometria na educação tecnológica.** Orientador: Dr. Alexandre da Silva Ferry. 2020. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2020.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 16/09/2020
Local: Virtual/CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa • Dr. Alexandre da Silva Ferry (orientador) • Dr. Marcel Thiago Damasceno Ribeiro • Dra. Terezinha Ribeiro Alvim
Resumo
Esta dissertação de mestrado, inserida na linha de pesquisa sobre práticas educativas em Ciência e Tecnologia do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, apresenta os resultados de uma investigação que analisou analogias e modelos no contexto da estequiometria química. A questão de pesquisa orientadora foi: quais as potencialidades e limitações pedagógicas de modelos analógicos concebidos para o ensino de Química, no contexto da estequiometria, a partir das percepções de professores da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM)? Dentro da perspectiva da Teoria do Mapeamento Estrutural (TME), concebemos as analogias como comparações relacionais, ou seja, com foco nas correspondências de relações entre um domínio base, conhecido, e outro domínio alvo, desconhecido. Os modelos foram concebidos como representações parciais das entidades de interesse científicos desenvolvidos com objetivos pedagógicos específicos. Diante disso, o estudo

investigou aspectos dos processos de criação, desenvolvimento e apropriação de modelos fundamentados em analogias para o ensino de estequiometria no contexto da Educação Tecnológica, e analisou a percepção de professores da EPTNM a respeito das potencialidades e limitações desses recursos mediacionais em eventuais situações de uso. Para isso, a pesquisa, caracterizada por uma abordagem qualitativa, com o objetivo de um estudo exploratório, foi desenvolvida em três etapas: (i) Análise do potencial analógico das comparações no contexto da estequiometria presentes nos livros didáticos de Química aprovados no PNLD/2018, por meio de mapeamentos estruturais; (ii) Elaboração de um modelo analógico, a partir de analogias estruturalmente consistentes, sistemáticas e pragmáticas; (iii) Apresentação dos modelos analógicos para professores de Química da formação geral da EPTNM, do CEFET-MG, por meio de grupos focais. Na primeira etapa foram identificados 19 recursos distintos adotados como comparações pelos autores dos livros didáticos, destas, 16 foram classificadas de acordo com a TME: 11 analogias, 4 abstrações e 1 metáfora relacional. Apenas 3 foram classificadas em outras categorias: 1 categoria emergente (comparação por contraste), 1 modelo convencional e 1 modelo analógico, em função do não enquadramento de suas características em nenhum dos outros tipos de comparação previstos pelo referencial teórico. Na segunda etapa, uma comparação consistente, sistemática e pragmática inspirou a elaboração do modelo analógico “balança de equações” com o objetivo de representar uma equação química a partir da analogia com uma balança de dois pratos. Por fim, modelos analógicos e convencionais foram analisados por professores da EPTNM que identificaram potencialidades e limitações nos seus usos. Apesar dos docentes não relacionarem de forma direta como o uso de modelos pode contribuir para uma Educação Tecnológica, destacamos nas falas dos participantes, independente das limitações identificadas, que os modelos se constituem uma ferramenta de ensino vantajosa para representar entidades de interesse científico, bem como, para facilitar a aplicabilidade de conceitos e procedimentos profissionais e do cotidiano dos estudantes.

ABSTRACT

This master's thesis, inserted in the line of research on educational practices in Science and Technology of the Graduate Program in Technological Education, presents the results of an investigation that analyzed analogies and models in the context of chemical stoichiometry. The guiding research question was: what are the pedagogical potentialities and limitations of analog models designed for the teaching of Chemistry, in the context of stoichiometry, from the perceptions of teachers of Technical Education in High School? Within the perspective of the Structural Mapping Theory, we conceive analogies as relational comparisons, that is, with a focus on the correspondence of relationships between a base domain, known, and another target domain, unknown. The models were conceived as partial representations of entities of scientific interest developed with specific pedagogical objectives. Therefore, the study investigated aspects of the processes of creation, development and appropriation of models based on analogies for teaching stoichiometry in the context of Technological Education, and analyzed the perception of teachers regarding the potential and limitations of these mediational resources in eventual usage situations. For this, the research, characterized by a qualitative approach, with the objective of an exploratory study, was developed in three stages: (i) Analysis of the analog potential of comparisons in the context of stoichiometry present in Brazilian Chemistry textbooks, through structural mappings; (ii) Elaboration of an analog model, based on structurally consistent, systematic and pragmatic analogies; (iii) Presentation of analog models for Chemistry teachers from CEFET-MG, through focus groups. In the first stage, 19 distinct resources were adopted as comparisons by the textbook authors, of these, 16 were classified according to the theoretical framework: 11 analogies, 4 abstractions and 1 relational metaphor. Only 3 were classified in other categories: 1 emerging category (comparison by contrast), 1 conventional model and 1 analog model, due to the non-classification of their characteristics in any of the other types of comparison provided by the theoretical framework. In the second stage, a consistent, systematic and pragmatic comparison inspired the development

of the analogue model "balance of equations" with the aim of representing a chemical equation based on the analogy with a two-plate scale. Finally, analog and conventional models were analyzed by Chemistry teachers who identified potentialities and limitations in their uses. Although teachers do not directly relate how the use of models can contribute to a Technological Education, we highlight in the speeches of the participants, regardless of the limitations identified, that the models are an advantageous teaching tool to represent entities of scientific interest, as well as, to facilitate the applicability of students' professional and everyday concepts and procedures.

PORTO, Adriane de Cassia Camargos. **Ambientes de aprendizagem na formação do engenheiro de automação na sociedade tecnológica no âmbito da quarta revolução industrial.** Orientador: Dr. Ivo de Jesus Ramos. Coorientadora: Dra. Leila Saddi Ortega. 2020. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2020.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 19/08/2020
Local: Virtual/CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa • Dr. Ivo de Jesus Ramos (orientador) • Dra. Leila Saddi Ortega (orientadora) • Dra. Adriana Maria Tonini • Dr. Luiz Henrique de Lacerda Abrahão
Resumo Essa dissertação de mestrado na área da Educação Tecnológica tem como objetivo analisar a formação e atuação dos egressos do curso de Engenharia de Automação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG - Unidade de Ensino Descentralizada (UNED) - Araxá, na busca por compreender as relações entre a educação tecnológica e os ambientes de aprendizagem frente ao contexto da Quarta Revolução Industrial (QRI) também conhecida como Indústria 4.0, de modo a possibilitar uma apropriação do conhecimento específico em alinhamento com o momento tecnológico, bem como a formação de um profissional crítico e reflexivo. A pesquisa segue uma abordagem qualitativa, pois não tem como intenção primária a quantificação numérica dos resultados encontrados. Somada à abordagem qualitativa, ressalta-se a abordagem exploratória, uma vez que se buscou trilhar um caminho estreito entre o objeto a ser investigado e o momento tecnológico contemporâneo da sociedade. Na busca por respostas para as questões de pesquisa foi utilizado o questionário como instrumento de coleta de dados. A formação profissional oferecida ao Engenheiro de Automação, participante dessa pesquisa, frente às demandas da sociedade tecnológica está pautada em uma estrutura que propicia a sua atuação em vários segmentos no mundo do trabalho. No que se refere às habilidades e os saberes considerados à sua formação para atuar no mundo da QRI, verificamos a necessidade de um debate que leve à discussão a possibilidade de novos conteúdos. Sobre a importância de ambientes de aprendizagem favorecerem a apropriação de conteúdos específicos e contribuírem na formação de um profissional crítico e reflexivo, bem como na requalificação profissional do Engenheiro de Automação, verificamos que diversos ambientes concorrem para que o engenheiro construa um perfil profissional com conhecimentos substanciais e postura questionadora, bem como o estímulo para que seja impulsionador da sua própria formação. E, por fim, os desafios que os engenheiros de Automação enfrentam, frente às múltiplas exigências provenientes da QRI,

revelam a premência de atualização às novas tecnologias e acompanhamento constante de tendências. Compreendemos que a formação do Engenheiro de Automação no contexto da QRI requer uma busca constante por atualização e a inserção em ambientes de aprendizagem diversos onde se promova a aproximação com novas tecnologias e tendências, bem como discussões e debates pertinentes ao tema, tem papel significativo no desenvolvimento de habilidades e postura crítica para um satisfatório posicionamento profissional e social.

ABSTRACT

This master's dissertation Technological Education area aims analyzes the formation and performance of egresses the Automation Engineering course of the Federal Center of Technological Education of Minas Gerais – CEFET/MG – Decentralized Education Unit (UNED) – Araxá, in the search to understand the relations technological education and learning environments in the context of the Fourth Industrial Revolution (FIR) known as Industry 4.0, to enable an appropriation of specific knowledge in alignment with the technological moment, as well as the formation a critical and reflective professional. This research follows a qualitative approach, as its primary intention doesn't remain the numerical quantification of the results found. In addition qualitative approach, the emphasis is the exploratory approach, since it sought to tread a narrow path into the object to investigate and the contemporary technological moment of society. In the search for answers to the research questions, the questionnaire was used as a data collection tool. The professional training offered the Automation Engineer, participant this research, in the face the demands of the technological society, is based on a structure that propitiates his performance in several segments in the world of work. Regarding the skills and knowledge considered to his training to act in the world of FIR, we verified a necessity to debate that takes the possibility of discussion to the new content. Regards to the importance of learning environments favoring the appropriation of specific contents and contributing to the formation of a critical and reflective professional, as well as the professional requalification of the Automation Engineer, we verified that several environments compete for the engineer to build a professional profile with substantial knowledge and questioning posture, as the stimulus to promote his formation. And, finally, the challenges that Automation Engineers face, in the face of the multiple demands coming from FIR, reveal the urgency of updating new technologies and constant monitoring of trends. We understand that the training of the Automation Engineer in the context of FIR requires a constant search for updating and insertion in diverse learning environments where the approach to new technologies and trends, also discussions and debates pertinent to the subject, has a significant role in developing skills and critical posture for satisfactory professional and social positioning.

SCHMIDT, Núbia Silva. **Implicações pedagógicas do uso de modelos analógicos no ensino de química para estudantes com deficiência visual**. Orientador: Dr. Alexandre da Silva Ferry. 2020. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2020.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 08/08/2020
Local: Virtual/CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa: • Dr. Alexandre da Silva Ferry (orientador) • Dra. Fatima de Cassia Oliveira Gomes • Dra. Adriana Gomes Dickman

Resumo

Essa dissertação aborda a análise das prováveis implicações pedagógicas do uso de modelos analógicos no contexto da Educação em Ciências para estudantes com deficiência visual da Educação Profissional Tecnológica. A análise foi realizada por meio de um modelo confeccionado a partir de uma analogia contemplada nos livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático para o triênio 2018, 2019 e 2020, especificamente de um conteúdo para os quais estudantes com deficiência visual apresentavam dificuldades de aprendizagem. Os participantes dessa pesquisa são quatro estudantes e um professor com deficiência visual do Ensino Médio da Educação Tecnológica. A pesquisa foi realizada em cinco etapas: (1ª) identificação dos conteúdos de Química para os quais estudantes com deficiência visual apresentam dificuldades de aprendizagem; (2ª) análise estrutural das analogias e modelos usados como recurso de mediação didática no ensino de tópicos de conteúdo de Química, dos quais esses estudantes apresentariam dificuldades; (3ª) elaboração de modelos analógicos baseados nesses conteúdos de Química; (4ª) entrevista com o professor de Química com deficiência visual, mediada pela apresentação do modelo analógico confeccionado, (5ª) entrevistas com estudantes, mediadas pela apresentação do modelo analógico. Os resultados demonstraram que o uso do modelo analógico é um facilitador como recursos tátil, proporcionando aos estudantes assimilar conceitos científicos. A pesquisa também revelou a carência do uso de modelos analógicos no ensino de Química para estudantes com deficiência visual.

ABSTRACT

This dissertation addresses the analysis of the probable pedagogical implications of the use of analog models in the context of Science Education for visually impaired students of Technological Professional Education. The analysis was performed by means of a model made from an analogy contemplated in the textbooks of the National Didactic Book Program for the triennium 2018, 2019 and 2020, specifically of content for which visually impaired students had learning difficulties. The participants of this research are four visually impaired students and a teacher from Technological Education High School. The research was carried out in five stages: (1st) identification of the Chemistry content for which students with visually impairment present learning difficulties; (2nd) structural analysis of analogies and models used as a didactic mediation resource in the teaching of topics of Chemistry content, of which these students would present difficulties; (3rd) elaboration of analogical models based on these Chemistry contents; (4th) interview with the professor of Chemistry visually impaired, mediated by the presentation of the prepared analog model, (5th) interviews with students, mediated by the presentation of the analog model. The results demonstrated that the use of the analog model is a facilitator as tactile resources, providing students to assimilate scientific concepts. The research also revealed the lack of analog models in teaching chemistry to visually impaired students.

2019

ASSIS, Priscila Aparecida Mariano. **Uso de analogias na prática docente em um curso de formação de professores.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2019. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2019.

DADOS DA DISSERTAÇÃO**Data da Defesa da Dissertação:** 23/08/2019**Local:** CEFET-MG**Participantes da Banca de Defesa**

- Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador)
- Dr. Ivo de Jesus Ramos
- Dra. Josefina Diosdada Barrera Kahlil
- Dra. Maria Cristina Monteiro de Souza Costa

Resumo

Este trabalho tem por objetivo oferecer contribuições para os estudos e pesquisas acerca do uso de analogias na prática docente em cursos de formação pedagógica, a partir da compreensão da utilização de analogias pelos professores do Programa Especial de Formação Docente (PEFD) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), em suas práticas docentes. Os dados obtidos a partir da observação das aulas de uma professora do PEFD, de um questionário aplicado a mesma e de um segundo questionário aplicado a outra professora do programa foram analisados a luz do referencial teórico adotado que buscou definir as analogias como um processo cognitivo inerente ao pensamento humano. Ao analisar os dados obtidos foi possível perceber as escolhas pedagógicas referentes ao uso de analogias e de outras comparações de forma espontânea pela professora A, e as escolhas conscientes e planejadas do uso de comparações em suas aulas pela professora B. Das discussões entre pesquisador e professoras participantes, ficou evidente o papel das analogias como ferramenta que promove a construção de conhecimento e a oportunidade de o professor usá-las de forma consciente e sistemática em sua prática docente. Tornou-se igualmente claro em nossa pesquisa que conscientemente planejadas ou mesmo de forma espontânea, o uso das analogias e de outras comparações é um recurso utilizado pelos professores com o objetivo comum de favorecer o processo de aprendizagem do aluno. Como perspectiva de estudos futuros, chamamos a atenção para o fato de que a maior parte das pesquisas relacionadas às analogias e às outras comparações ocorrerem no campo do ensino de Ciências e deixarmos como proposta de estudos futuros ampliar a pesquisa para o uso das analogias como recurso didático da prática docente em outras áreas de conhecimento.

BADARÓ, Carolina Nascimento Paschoal. **Metáforas conceptuais na lei de diretrizes e bases da educação brasileira e na lei da reforma do ensino médio: uma perspectiva ideológica.** Orientador: Dr. Ivo de Jesus Ramos. 2019. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2019.

DADOS DA DISSERTAÇÃO

Data da Defesa da Dissertação: 14/02/2019

Local: CEFET-MG

Participantes da Banca de Defesa

- Dr. Ivo de Jesus Ramos (orientador)
- Dr. Alexandre da Silva Ferry
- Dra. Leila Saddi Ortega

Resumo

Nesta pesquisa propõe-se identificar e analisar as metáforas conceptuais nas Leis das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira, destacando, a Lei que reforma o ensino médio e os capítulos da Lei relacionados à educação profissional. O certo ineditismo se deve ao considerar o tema relevante para o momento político-econômico e sociocultural para Educação Brasileira e oportuno para as possibilidades de diálogos entre as áreas de Educação

e Estudos da Linguagem(-ens) no meio acadêmico. Para isso, a orientação teórico metodológica está fundamentada na Teoria da Metáfora Conceptual proposta por Lakoff e Johnson (1980) e na Análise Sistemática de Metáforas proposta por Schimitt (2017). Fundamenta-se, ainda, em questões acerca da Análise do Discurso em Pêcheux (1988; 1990), Orlandi (2008, 2013), entre outros. Para compreender os efeitos de sentido e as possíveis representações ideológicas ampara-se na teoria de ideologia de Marx e Engels (1998). O corpus inclui: a Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 e na Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. O interesse em realizar esse estudo é de atestar a importância do processamento metafórico na construção de sentenças e na compreensão da dimensão política do uso da linguagem e da funcionalidade do discurso em análise enquanto estratégia de atuação e intervenção social. A hipótese é de que a realidade de cada cultura, na qual o sujeito representa um papel e age socialmente, é definida pelo modo de conceitualizar determinado termo.

ABSTRACT

This research aims to identify and analyze the conceptual metaphors in the laws of the guidelines and bases of Brazilian education, highlighting the law that reforms high school and chapters of the law related to professional education. The certain novelty is due to considering the relevant topic for the political-economic and sociocultural moment for Brazilian Education and opportune for the possibilities of dialogues between the areas of Education and Studies of Language (-ens) in the academic environment. For this, the theoretical methodological orientation is based on the Conceptual Metaphor Theory proposed by Lakoff and Johnson (1980) and in the Systematic Analysis of Metaphors proposed by Schimitt (2017). It is also based on questions about Discourse Analysis in Pêcheux (1988, 1990), Orlandi (2008, 2013), among others. In order to understand the effects of meaning and the possible ideological representations, it is based on Marx and Engels' theory of ideology (1998). The corpus includes: Law N°. 9.394 of December 20, 1996 and Law N°. 13.415 of February 16, 2017. The interest in carrying out this study is to attest to the importance of metaphorical processing in the construction of sentences and in the understanding of the dimension policy of the use of language and the functionality of discourse under analysis as a strategy of action and social intervention. The hypothesis is that the reality of each culture, in which the subject plays a role and acts socially, is defined by the way of conceptualizing a term.

BARBOSA, Wilbert Viana. **Análise da sistematicidade de analogias em contextos de ensino e de pesquisa na educação em ciências**. Orientador: Dr. Alexandre da Silva Ferry. 2019. 221 f. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2019.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 22/08/2019
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Alexandre da Silva Ferry (orientador) • Dra. Mariana de Lourdes Almeida Vieira • Dr. Gilmar Pereira de Souza • Dr. Helder de Figueirêdo e Paula
Resumo
A presente pesquisa, inserida entre os estudos sobre o uso de analogias na Educação em Ciências, trata de comparações tomadas, a princípio, como analogias para o ensino de Química, empregadas por autores de livros

didáticos da década de 1990 e contemporâneos. Tais comparações foram extraídas dos livros didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o triênio de 2018 a 2020, e de livros analisados no trabalho de Monteiro & Justi (2000). Nesse contexto, o trabalho foi desenvolvido a partir da seguinte questão: como as comparações empregadas por autores de livros didáticos de Química contemporâneos, tomadas, como analogias para o ensino de conceitos científicos, se diferenciam de comparações empregadas em livros didáticos mais antigos com a mesma finalidade? Esse questionamento vai ao encontro da nossa linha de pesquisa, Práticas Educativas em Ciência e Tecnologia, na qual entendemos que o livro didático tem papel fundamental na construção e divulgação do conhecimento científico perante o aluno. Para análise das comparações potencialmente análogas, o trabalho se baseou na Teoria do Mapeamento Estrutural (TME – em inglês, Structure Mapping Theory) de Gentner (1983) e Gentner & Markman (1997) e na Teoria das Múltiplas Restrições (TMR – em inglês, Multiconstraint Theory) de Holyoak & Thagard (1989). Como referencial metodológico, a investigação se baseou nos trabalhos de Ferry (2016, 2017 e 2018) sobre análise estrutural de analogias na Educação em Ciências. Nossa análise evidenciou: (i) para quais subtópicos do conteúdo de Cinética Química o emprego de analogias tem sido mais comum; (ii) quais têm sido os domínios base e alvo mais frequentes no estabelecimento de comparações no contexto da Cinética Química; (iii) para quais propósitos essas comparações têm sido empregadas; (iv) de que forma autores de livros didáticos de Química empregam comparações como recurso de mediação; (v) quais foram as principais contribuições ou recomendações dadas por pesquisadores que se dedicaram a investigar o modo como analogias são empregadas em livros didáticos de Ciências; (vi) em que medida o emprego de analogias em livros didáticos mais recentes se diferencia da forma de abordagem desse recurso didático em livros antigos. Em síntese, nossa análise nos permitiu compreender como os autores apresentam as suas comparações, como discutem as suas limitações e, com o auxílio do mapeamento estrutural, identificamos se as comparações propostas são analogias.

ABSTRACT

The present research, inserted among the studies on the use of analogies in Science Education, deals with comparisons taken, at first, as analogies in teaching Chemistry, used by authors of new and former textbooks. These comparisons were taken from the Chemistry textbooks approved by the Brazilian National Program of Didactic Books (PNLD) for the period from 2018 to 2020, and from books analyzed by Monteiro and Justi in their research (2000). In this context, the research was developed from the following question: how do the comparisons used by authors of contemporary Chemistry textbooks, taken at first as analogies to teach scientific concepts, differ from comparisons used in older textbooks for the same purpose? This questioning is in line with our research line, "Educational Practices in Science and Technology", in which we understand that textbooks play a fundamental role in the construction and dissemination of scientific knowledge to the student. For analysis of potentially analogical comparisons, the research was based on the Structure Mapping Theory, by Gentner (1983) and Gentner and Markman (1997), and the Multiconstraint Theory, by Holyoak and Thagard (1989). As a methodological reference, the research was based on the works of Ferry (2016, 2017 and 2018) on structural analysis of analogies in Science Education. Our analysis revealed: (i) to which subtopics the content of Chemical Kinetics the use of analogies has been more common; (ii) which have been the most frequent base and target domains in the establishment of comparisons in the context of Chemical Kinetics; (iii) for what purposes these comparisons have been employed; (iv) how authors of Chemistry textbooks use comparisons as a means of mediation; (v) the main contributions or recommendations given by researchers dedicated to investigating how analogies are used in Science textbooks; (vi) how the use of analogies in more recent textbooks differs from the way in which this didactic resource is approached in older books. In summary, our analysis allowed us to understand how the authors present their comparisons, how they discuss their limitations and, with the aid of structure mapping, we identified whether the proposed comparisons are analogies or not.

FERREIRA, Helton Luiz Dias. **Análise estrutural de analogias em livros didáticos de química da década de 1990 e contemporâneos**. Orientador: Dr. Alexandre da Silva Ferry. 2019. 119f. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2019.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação:
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry (orientador) • Prof. Dr. Ivo de Jesus Ramos • Prof.^a Dra. Ívina Paula de Souza • Prof.^a Dr.^a Leila Saddi Ortega
Resumo
A presente pesquisa, inserida entre os estudos sobre o uso de analogias na Educação em Ciências, trata de comparações tomadas, a princípio, como analogias para o ensino de Química, empregadas por autores de livros didáticos da década de 1990 e contemporâneos. Tais comparações foram extraídas dos livros didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o triênio de 2018 a 2020, e de livros analisados no trabalho de Monteiro & Justi. Nesse contexto, o trabalho foi desenvolvido a partir da seguinte questão: como as comparações empregadas por autores de livros didáticos de Química contemporâneos, tomadas, como analogias para o ensino de conceitos científicos, se diferenciam de comparações empregadas em livros didáticos mais antigos com a mesma finalidade? Esse questionamento vai ao encontro da nossa linha de pesquisa, Práticas Educativas em Ciência e Tecnologia, na qual entendemos que o livro didático tem papel fundamental na construção e divulgação do conhecimento científico perante o aluno. Para análise das comparações potencialmente analógicas, o trabalho se baseou na Teoria do Mapeamento Estrutural (TME – em inglês, Structure Mapping Theory) Gentner & Markman e na Teoria das Múltiplas Restrições (TMR – em inglês, Multiconstraint Theory) de Holyoak & Thagard. Como referencial metodológico, a investigação se baseou nos trabalhos de Ferry sobre análise estrutural de analogias na Educação em Ciências. Nossa análise evidenciou: (i) para quais subtópicos do conteúdo de Cinética Química o emprego de analogias tem sido mais comum; (ii) quais têm sido os domínios base e alvo mais frequentes no estabelecimento de comparações no contexto da Cinética Química; (iii) para quais propósitos essas comparações têm sido empregadas; (iv) de que forma autores de livros didáticos de Química empregam comparações como recurso de mediação; (v) quais foram as principais contribuições ou recomendações dadas por pesquisadores que se dedicaram a investigar o modo como analogias são empregadas em livros didáticos de Ciências; (vi) em que medida o emprego de analogias em livros didáticos mais recentes se diferencia da forma de abordagem desse recurso didático em livros antigos. Em síntese, nossa análise nos permitiu compreender como os autores apresentam as suas comparações, como discutem as suas limitações e, com o auxílio do mapeamento estrutural, identificamos se as comparações propostas são analogias.
ABSTRACT
The present research, inserted among the studies on the use of analogies in Science Education, deals with comparisons taken, at first, as analogies in teaching Chemistry, used by authors from the 1990s and contemporaries textbooks. These comparisons were taken from the Chemistry textbooks approved by the

Brazilian National Program of Didactic Books (PNLD) for the period from 2018 to 2020, and from books analyzed by Monteiro and Justi in their research. In this context, the research was developed from the following question: how do the comparisons used by authors of contemporary Chemistry textbooks, as analogies to teach scientific concepts, differ from comparisons used in older textbooks for the same purpose? This questioning is in line with our research line, "Educational Practices in Science and Technology", in which we understand that textbooks play a fundamental role in the construction and dissemination of scientific knowledge to the student. For analysis of potentially analogical comparisons, the research was based on the Structure Mapping Theory, by Gentner and Markman, and the Multiconstraint Theory, by Holyoak and Thagard. As a methodological reference, the research was based on the works of Ferry on structural analysis of analogies in Science Education. Our analysis revealed: (i) to which subtopics the content of Chemical Kinetics the use of analogies has been more common; (ii) which have been the most frequent base and target domains in the establishment of comparisons in the context of Chemical Kinetics; (iii) for what purposes these comparisons have been employed; (iv) how authors of Chemistry textbooks use comparisons as a means of mediation; (v) the main contributions or recommendations given by researchers dedicated to investigating how analogies are used in Science textbooks; (vi) how the use of analogies in more recent textbooks differs from the way in which this didactic resource is approached in older books. In summary, our analysis allowed us to understand how the authors present their comparisons, how they discuss their limitations and, with the aid of structure mapping, we identified whether the proposed comparisons are analogies or not.

2018

GOUVEIA, Cristiane de Paula. **Análise de um modelo didático de genética mediado por analogia**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Leila Saddi Ortega. 2018. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2018.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 12/04/2018
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (Orientador) • Dra. Leila Saddi (coorientadora) • Dr. Alexandre da Silva Ferry • Dr. Charbel Nino El-Hani
Resumo
O objetivo desta pesquisa foi analisar as características do modelo didático Haploid-book, proposto para o ensino de Genética no ensino médio, a fim de compreender as suas potencialidades e as suas limitações. Este modelo didático é baseado em analogia enquanto relações estabelecidas entre um domínio base e um domínio alvo. A metodologia tem por base a Teoria do Mapeamento Estrutural, a Metodologia de Ensino com Analogias e as múltiplas abordagens do conceito de gene descritas em literatura. Os procedimentos metodológicos consistiram na coleta de dados realizada a partir das seguintes etapas: aplicação de um roteiro de atividades sobre o Haploid-book; questionário; oficina e um quadro construído a partir da Teoria do Mapeamento Estrutural. Os resultados obtidos no mapeamento evidenciaram as correspondências entre o Haploid-book e o cariótipo, bem como foi possível compreender as suas potencialidades, por meio de 18 relações descritas e a distinção de 4 limites do

modelo didático. A análise deste mapeamento mostrou ainda que o modelo didático possui foco relacional, é estruturalmente consistente e tem alta sistematicidade. Além da análise do mapeamento estrutural, nossa pesquisa discutiu os conceitos de genes identificados no Haploid-book pelos participantes da pesquisa, que foram o gene-P, o gene mendeliano e o gene informacional. Entre esses conceitos, o gene-P foi o mais percebido, reforçando como característica do modelo didático o gene como determinante na manifestação do fenótipo e o foco na transmissão genética. Diante disto, percebemos ser necessário que o uso do Haploidbook seja acompanhado de metodologias que possibilitem reflexão, discussão e crítica ao determinismo genético, a exemplo da Metodologia de Ensino com Analogias que possui etapas como a discussão de semelhanças e diferenças, e reflexão de limites da analogia e também, que seja incluída uma discussão sobre modelos com uma abordagem histórica filosófica para que não ocorra uma sobreposição entre visões clássicas e atuais no ensino. Esperamos que esta pesquisa contribua no ensino de Ciências, especialmente na discussão e reflexão das abordagens do conceito de gene, no auxílio ao uso sistematizado das analogias e dos modelos analógicos utilizados no ensino de Genética, bem como no auxílio a pesquisas com modelos baseados em analogias.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the characteristics of the didactic model Haploid-book, proposed for the teaching of Genetics in high school, in order to understand its potentialities and its limitations. This didactic model is based on analogy as relation established between a base domain and a target domain. The methodology is based on Structural Mapping Theory, Teaching Methodology with Analogies and the multiple approaches of the concept of gene described in the literature. The methodological procedures consisted of the collection of data made from the following steps: application of a script of activities on the Haploid-book; quiz; workshop and a framework built from the Structural Mapping Theory. The results obtained in the mapping evidenced the correspondences between the Haploid-book and the cariotip, and it was possible to understand its potentialities, by means of 18 described relations and the distinction of 4 boundaries of the didactic model. The analysis of this mapping also showed that the didactic model has relational focus, is structurally consistent and has high systematicity. In addition to the structural mapping analysis, our research discussed the concepts of genes identified in the Haploid-book by the research participants, which were the gene-P, the Mendelian gene and the informational gene. Among these concepts, the gene-P was the most perceived, reinforcing as characteristic of the didactic model the gene as determinant in the manifestation of the phenotype and the focus on genetic transmission. In view of this, we realized that it is necessary for the use of the Haploid-book to be accompanied by methodologies that allow for reflection, discussion and criticism of genetic determinism, such as the Methodology of Teaching with Analogies that has stages such as the discussion of similarities and differences, limits of the analogy and also that a discussion of models with a historical-philosophical approach be included so that there is no overlap between classical and current views in teaching. We hope that this research contributes to the teaching of science, especially in the discussion and reflection of the approaches of the concept of gene, in the aid to the systematized use of the analogies and the analogical models used in the teaching of Genetics, as well as in the aid to researches with models based on analogies.

LEROY, Fernanda Storck. **Narrativa como metáfora em recurso hipermidia.**

Orientador: Dr. Ivo de Jesus Ramos. 2018. (Mestrado em Educação Tecnológica).

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2018.

DADOS DA DISSERTAÇÃO	
Data da Defesa da Dissertação: 07/06/2018	
Local: CEFET-MG	
Participantes da Banca de Defesa	
•	Dr. Ivo de Jesus Ramos (orientador)
•	Dr. Ronaldo Luiz Nagem
•	Dra. Maria Tereza Marques Amaral
•	Dra. Amanda Tolomelli Breschia
Resumo	
Esta pesquisa possui o objetivo de analisar as preferências dos cursistas, relativas aos dois formatos de hiperídia disponibilizados no curso online “Esporte, Lazer e Idosos”. Após a fundamentação teórica, foram produzidos dois formatos de hiperídia: um “com metáfora”, onde possui uma narrativa com uso de metáfora juntamente com o texto básico e, outro, considerado como “sem metáfora”, que não possui narrativa, apenas o texto básico. Estes formatos foram disponibilizados aos cursistas que fizeram suas escolhas durante o curso e, em seguida, responderam a um questionário para justificá-las. Como resultado, a maior parte dos cursistas que participaram da pesquisa, optaram pelo formato “com metáfora”, justificando que o uso da narrativa com metáfora foi mais atraente e mais estimulante, contribuindo na exemplificação e compreensão do conteúdo didático. Os resultados desta pesquisa demonstram como os materiais didáticos no formato hiperídia que fazem o uso de narrativas com metáfora podem contribuir no desenvolvimento de cursos online de qualidade e no aprendizado dos estudantes.	
ABSTRACT	
The following research intends to analyze the choices made by the students, relative to hypermedia formats introduced in online course "Sports, Leisure and Elderly". After a theoretical foundation was produced two hypermedia formats appointed as: "with metaphor" that implies the use of metaphor to support the narrative cooperative with the basic text and another one appointed the "without metaphor" that considered only the basic text without narrative. Both formats were available for the students who made their choices during the classes, then answered a questionnaire to justify their choices. As a result, most of the students that made part of the research chose "with metaphor" format, justifying that the use of narrative with metaphor was attractive, suggestive and contributed to the exemplification and comprehension of the didactic contents. The results of this research demonstrate how courseware in hypermedia format that uses metaphors narrative can contribute in online courses development and students learnship.	

MELO, Maria Fernanda Souza. **Metáforas e conteúdos afetivos em aulas de ciências no ensino técnico e profissional**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientador: Dr. Anderson Arthur Rabello. 2018. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2018.

DADOS DA DISSERTAÇÃO	
Data da Defesa da Dissertação: 27/06/2018	
Local: CEFET/MG (Campus II) auditório 201	
Participantes da Banca de Defesa	
•	Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador)

- Dr. Anderson Arthur Rabello (coorientador)
- Dra. Paula de Souza Birchall
- Dr. Alexandre da Silva Ferry
- Dr. Eduardo Fernandes Barbosa

Resumo

Este trabalho tem por objetivo estabelecer as possíveis relações entre as metáforas e os conteúdos afetivos identificados em aulas de Ciências. A pesquisa foi desenvolvida a partir da seguinte questão: que relações podem ser estabelecidas entre as metáforas e conteúdos afetivos identificados em aulas de Ciências? Para tal, foi realizada uma pesquisa qualitativa, dividida em três partes: levantamento bibliográfico das dissertações produzidas no Brasil sobre metáforas no Ensino de Ciências entre os anos de 2001 a 2015; pesquisa de campo com alunos de 15 a 18 anos de cinco turmas de cursos técnicos sobre as metáforas e os conteúdos afetivos presentes nas aulas; análise dos dados encontrados segundo a teoria da Análise de Conteúdos, de Bardin (2011). A base teórica teve contribuição de diferentes autores, mas principalmente o conceito de metáfora de Gentner (2001) e o conceito de afetividade de Piaget (2001). Os resultados apontam que: 1- as metáforas possuem grande potencial pedagógico para o Ensino de Ciências, porém são utilizadas de forma espontânea, o que possibilita diversas interpretações por parte dos alunos e podem comprometer o entendimento dos conceitos científicos. 2- As respostas dos alunos apontam para o interesse pelo uso de metáforas, principalmente porque acreditam que estas facilitam a memorização dos conteúdos. Foram identificados como conteúdos afetivos o envolvimento e entusiasmo dos alunos com a atividade e a expressão da subjetividade por meio do discurso, das expressões e das posturas adotadas durante a participação na pesquisa. A partir das discussões sobre as metáforas e dos raciocínios que elas desencadearam quanto aos assuntos estudados, foi possível compreender como os alunos estão pensando e, assim fazer as correções de eventuais concepções equivocadas. Este trabalho abre perspectivas sobre o estudo dos conteúdos afetivos, das metáforas e de outros tipos de comparações usadas no ensino de Ciências.

ABSTRACT

This work has objective to establish the possible relationships between the metaphors and affective contents identified in science classes. The research was developed based on the following question: What relationships can be established between the metaphors and affective contents identified in science classes? For such, a qualitative research was accomplished in three parts: bibliographical survey of the dissertations produced in Brazil on metaphors in the Teaching of Sciences between the years of 2001 to 2015; research with students of 15 to 18 years old of five groups of technical course about think and feel about the use of metaphors in class; the analysis of the data found according to the theory of the Content Analysis, by Bardin (2011). The theoretical basis had contribution of different authors, but mainly the concept of metaphor of Gentner and the concept of affectivity of Piaget. The results show that: 1- the metaphors have a great pedagogical potential for Science Teaching, but they are used in a spontaneous manner, which allows for diverse interpretations by students and can compromise the understanding of scientific concepts. 2 - Stundet's responses point to the interest in using metaphors, mainly because they believe that metaphor facilitate the memorization of content. Affective actions were observed such as the involvement and enthusiasm of the students for activities, the verbalization and debate of his reasoning on the subjects studied. From the discussions about the metaphors and the reasoning they triggered on the subjects studied, it was possible to understand how the students are thinking and thus make corrections of possible misconceptions. This work opens perspectives on the study of affective contents, metaphors and other types of comparisons used in science teaching.

2017

ALMEIDA, Rangel Benedito Sales de. **Analogias e modelos**: construções de objetos museais para a divulgação científica. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2017. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2017.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 18/05/2017
Local: Campus VI/CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Irlen Antonio Goncalves • Dra. Claudia Gomes França • Dra. Ana Maria Senac Figueroa • Dr. Mauricio Silva Gino
Resumo
Esta dissertação aborda a análise de objetos museais elaboradas a partir de analogias e modelagem, a fim de contribuir na construção de espaços de divulgação científica informativos e esteticamente adequados. A análise foi feita a partir da escolha de duas atrações, uma elaborada a partir de um complexo roteiro permeado por analogias e comparações: o vídeo Cozinhando com Neka, em exposição no Museu das Minas do Metal. A outra, um modelo ampliado pelo grupo de pesquisa Analogias e Metáforas na Educação Tecnologia e Ciências (AMTEC), do CEFET-MG, que resultou na dissertação de Dêlcio Julião Almeida: O MAES 3DMF. A metodologia foi fundamentada em dois pilares: o primeiro, na pesquisa exploratória nos cinco museus de ciências da cidade de Belo Horizonte, a fim de identificar uma atração que fosse inteiramente elaborada a partir de um conjunto de analogias e comparações. O segundo foi aplicar a Teoria do Mapeamento Estrutural de Dendre Gentner para analisar as paridades entre as comparações tanto do objeto museal baseado em analogias quanto no modelo MAES 3DMF. Os resultados revelaram carência de sistematicidade e inconsistência nas comparações em ambos os objetos utilizados para a divulgação científica, apesar de conterem rico conteúdo informativo. É importante salientar que não é pretensão deste pesquisador apresentar deméritos aos os objetos museais, mas contribuir na construção de atrações elaboradas para museus e espaços não formais adequadas aos princípios da divulgação científica.
ABSTRACT
This dissertation approaches the analysis of museum attractions elaborated from analogies and modeling, in order to contribute in the construction of informative and aesthetically adequate spaces of scientific dissemination. The analysis was made from the choice of two attractions, an elaborate from a complex script that permeated by analogies and comparisons: The video Cooking with Neka. Another, a model expanded by the research group of CEFET-MG, Analogies and Metaphors in Education Technology and Sciences: AMTEC, which resulted in the dissertation of Dêlcio Julião Almeida: MAES 3DMF. The methodology was based on two pillars: the first, in the exploratory research in the five science museums of the city of Belo Horizonte, in order to identify an attraction that was entirely elaborated from a set of analogies and comparisons. The second one was to apply Dendre Gentner's Structural Mapping Theory to analyze the parities between the comparisons of both attraction based on analogies and the MAES 3DMF model. The results showed that both attractions used for scientific

dissemination, although containing rich information content, revealed in both the lack of systematicity and inconsistency in the comparisons. It is important to point out that it is not the intention of this researcher to blur the attractions but rather to contribute to the construction of elaborate attractions for museums and non-formal spaces appropriate to the principles of scientific dissemination.

ALVARENGA, Gilson Rodrigues de. **Análise estrutural de analogias em livros didáticos de química**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadores: Dra. Mariana de Lourdes Almeida Vieira; Dr. Alexandre da Silva Ferry. 2017. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2017.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 27/04/2017
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa: • Dr. Ronaldo L. Nagem (orientador) • Dra. Mariana de L.A. Vieira (coorientadora) • Dr. Alexandre da Silva Ferry (coorientador) • Dra. Fátima de C. O. Gomes • Dr. Ivo de Jesus Ramos
Resumo Este trabalho teve como motivação o problema de pesquisa; quais características nos permitem conceber comparações presentes em livros didáticos de Ciências como sendo analogias adequadamente enriquecidas e apropriadas para o ensino de modelos, conceitos ou teorias científicas na Educação Básica? Essa pesquisa refere-se ao modo como as comparações analógicas são apresentadas, estabelecidas ou construídas para mediar o ensino de conceitos. Esse problema gerou outras questões que nortearam o desenvolvimento da metodologia adotada no presente trabalho, a saber: (i) como distinguir as formas pelas quais autores de livros didáticos estabelecem comparações?; (ii) quais são os aspectos estruturais dessas comparações?; (iii) com quais níveis de enriquecimento autores de livros didáticos de Química têm construído analogias para abordar conceitos, modelos ou teorias científicas na educação básica?. A busca pelas respostas nos conduziu a leitura integral de capítulos e seções sobre o tema estrutura atômica nos livros didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o triênio 2015, 2016 e 2017 (PNLD 2015), e analisamos estruturalmente comparações identificadas nesses capítulos. Como referencial teórico metodológico usamos duas teorias desenvolvidas no campo da Psicologia Cognitiva: a Teoria do Mapeamento Estrutural (Structure mapping theory) de Gentner (1983) e seus colaboradores, e a Teoria das Múltiplas Restrições (Multiconstraint theory) de Holyoak & Thagard (1989). A análise das comparações encontradas evidenciaram: (i) para uma mesma comparação em obras diferentes existem níveis diferentes de enriquecimento, (ii) comparações que o mesmo DB e DA apresentam aspecto contextual diferente para uma mesma obra e entre obras diferentes, (iii) na maior parte das comparações encontradas (7), os autores tiveram como propósito descrever aspectos estruturais.
ABSTRACT This work was developed based on the following research problem: which characteristics allow us to consider comparisons present in science textbooks as properly enriched and appropriate analogies for teaching models,

concepts or scientific theories in Basic Education? This study addresses how comparisons, taken by textbook authors as analogies for science teaching, are presented, established, or constructed. The unfolding of the problem has generated the following guiding questions for the empirical work: (i) how to distinguish the ways in which textbook authors draw comparisons? (ii) what are the structural aspects of these comparisons? (iii) at which levels of enrichment have authors of chemical textbooks constructed analogies to approach scientific concepts, models, or theories in basic education? The quest for answers led us to the full reading of the chapters and sections on the topic of atomic structure in the Chemistry textbooks approved by the National Program of Didactic Book for the triennium 2015-2017. We have performed a structural analysis of the comparisons identified in these chapters. As a theoretical and methodological reference, we adopted the Structural-Mapping theory of Gentner (1983) and his colleagues, and the Multiconstraint Theory of Holyoak & Thagard (1989). The analysis of the comparisons allowed us to conclude that a comparison can only be conceived as a properly enriched and appropriate analogy for science teaching if (i) it is structurally consistent and involves entities with similar contextual meanings, (ii) is adequate to the context and purposes of its establishment and (iii) it is focused on relations placed in correspondence and, (iv) is preferably systematic, in order to increase the interconnectivity of these relations and increase their inferential power over the target domain of understanding.

MURTA, Gláucia de Sousa. **Análise estrutural de analogias e outras comparações em livros didáticos de biologia**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Fátima de Cássia Gomes Oliveira. 2017. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2017.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 29/06/2017
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Mariana de Lourdes Almeida Vieira • Dra. Fátima de Cássia Oliveira Gomes • Dra. Sabina Maura Silva
Resumo
Nossa pesquisa se refere ao modo como as comparações utilizadas por autores de livros didáticos como analogias e metáforas são apresentados, construídas para o ensino de conceitos, fenômenos ou teorias no contexto do ensino de Biologia. Dessa maneira o trabalho foi desenvolvido a partir da seguinte questão: quais as características de comparações explícitas potencialmente analógicas presentes em livros didáticos de Biologia da Educação Básica para o ensino de conceitos, fenômenos ou teorias? E das expressões de caráter metafórico? Nosso problema de pesquisa nos conduziu a análise de livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2015-2017) nos capítulos, seções sobre Citologia. Analisamos estruturalmente as comparações que encontramos nesses capítulos. Utilizamos como referencial teórico metodológico a Teoria do Mapeamento Estrutural proposta por Gentner (1983) e colaboradores, e a Teoria das Múltiplas Restrições Holyoak & Thagard (1989). A análise das comparações evidenciou que: (i) as comparações com mesmo DB e DA em obras diferentes foram exploradas de maneira diferenciada; (ii) os autores de livros didáticos tiveram a intenção de descrever apenas aspectos estruturais e ou funcionais.

ABSTRACT

Our research focus on the way that comparisons used by textbooks authors, like analogies and metaphors are presented and built to concepts teaching, phenomena or theories in the biology teaching context. Accordingly this research was developed based on the following question: What are the characteristics of explicit potentially analogics comparisons present in biology textbooks of basic education to concept teaching, phenomena or theories? And, concerning methaforical expressions? Our research goal made us analyze textbooks approved by National Program of Didactic Book for the triennium 2015-2017, in the chapters and sections related to Cytology. We analyzed, structurally, the comparisons that we have found in these chapters. We used as methodological theoretical referential the Structural Mapping Theory proposed by Gentner (1983) and collaborators, and the Multiple Constraints Theory, Holyoak & Thagard (1989). The analysis of the comparisons indicated that: (i) the comparisons with the same base domain (DB) and target domain (DA) in different books were explored on a different way; (ii) authors of textbooks have intended to describe only functional and structural aspects.

PORTELA, Érica Dinorá. **Possibilidades pedagógicas de uma comparação do corpo humano com uma orquestra musical**: o que pensam os professores de Biologia. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Leila Saddi Ortega. 2017. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2017.

DADOS DA DISSERTAÇÃO	
Data da Defesa da Dissertação: 25/04/2017	
Local: CEFET-MG	
Participantes da Banca de Defesa	
●	Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador)
●	Dra. Andrea Silva Gino
●	Dra. Fátima de Cassia Oliveira Gomes
●	Dra. Leila Saddi Ortega
●	Dr. Ivo de Jesus Ramos
Resumo	
Esta pesquisa teve por objetivo contribuir para a melhoria do ensino de Biologia no que diz respeito ao funcionamento e organização do corpo humano, mediados pelo uso de analogias como ferramenta didática. Analisamos as reflexões de professores de Ciências e Biologia sobre uma comparação entre o funcionamento e organização de uma orquestra musical com o funcionamento e organização do corpo humano. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa em três etapas: i) teste piloto, cujo objetivo principal foi realizar uma sondagem inicial sobre essa comparação percebida pelos professores; ii) análise de livros de Biologia, especificamente os capítulos referentes à Fisiologia Humana, sobre as expressões analógicas estabelecidas sobre o corpo humano; iii) aplicação de questionário e entrevistas por grupo focal, objetivando um aprofundamento sobre a percepção pelos professores acerca da comparação proposta. Os resultados apontam que: a) as percepções dos professores têm uma variação devido à apropriação que eles fazem sobre o tema, ou seja, está relacionada aos conhecimentos e experiências prévias distintas; b) as expressões analógicas analisadas em livros didáticos, na maioria das vezes, são simples e com poucas comparações enriquecidas; c) a comparação sobre a orquestra musical com o corpo humano é uma analogia com um potencial didático considerável que, se aplicada	

por meio de metodologias apropriadas que visem ao uso de analogias como recurso didático, pode contribuir sobremaneira para o ensino sobre o corpo humano.

ABSTRACT

The aim of this research was to contribute to the improvement of Biology teaching with respect to the functioning and organization of the human body, mediated by the use of analogies as a didactic tool. We analyzed the reflections of teachers Science and Biology's teachers about a comparison between the acting and organization of a musical orchestra with the functioning and organization of the human body. For this, a qualitative research was carried out in three stages: i) pilot test, whose main objective was to carry out an initial survey about this comparison perceived by the teachers; ii) analysis of Biology books, specifically the chapters referring to Human Physiology, about the analogical expressions established on the human body; iii) application of questionnaire and interviews in focus group, aiming a deepening on the perception by the teachers about the proposed comparison. The results shows :a) the teachers' perceptions have a variation due to the appropriation that they make on the subject, that is, they are associated with the different previous knowledge and experiences; b) the analogical expressions analyzed in textbooks, mostly, are simple and with few enriched comparisons; c) The Comparison of the musical orchestra with the human body is an analogy with a considerable didactic potential that, if applied through appropriate methodologies that aimed the use of analogies as a didactic resource, can contribute greatly to teaching about the human body.

VICENTE, Eliane Mercês. **Apropriações e táticas de estudantes em processo de ensino com gamificação.** Orientador: Dr. Ivo de Jesus Ramos. Coorientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2017. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2017.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 06/2017
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ivo de Jesus Ramos (orientador) • Dr. Ronaldo Luiz Nagem (coorientador) • Dra. Fabiana da Conceição Pereira Tiago • Dr. Irlen Antônio Gonçalves
Resumo
Esta pesquisa buscou identificar as apropriações e táticas construídas por estudantes do ensino médio técnico integrado participantes de uma atividade gamificada. Embasada na teoria da Invenção do Cotidiano, segundo Certeau (2014), e nos fundamentos da gamificação, buscamos os “modos de fazer” desenvolvidos pelos estudantes participantes ao experienciarem a gamificação de uma das disciplinas da grade escolar. A metodologia buscou identificar por meio de um questionário com questões de múltiplas escolhas e discursivas, observação e entrevista com docentes, o perfil de motivação da turma ao participar de atividades como jogos e captar na forma como participaram da atividade gamificada, as apropriações e táticas dos estudantes participantes. Estas apropriações e táticas foram comparadas com os objetivos do docente a fim de analisar a aproximação ou

distanciamento provocados pela atividade gamificada. A análises das apropriações e táticas revelaram uma tendência à mudança das ações táticas dos estudantes aproximando-as dos objetivos estratégicos do docente.

ABSTRACT

This research aimed to identify the appropriations and tactics built by high school students integrated technical participants from a gamified activity. Based on the Theory of Invention of Daily Life, according to Certeau (2014), and in the foundations of gamification, we seek for the "ways of doing" developed by the participating students when experiencing the gamification of one of the disciplines of the school grid. The methodology sought to identify by means of a questionnaire with multiple choices and discursive questions, observation and interview with teachers, the profile of the group's motivation to participate in activities such as games and capture in the way they participated in the gamified activity, the appropriations and tactics of participating students. These appropriations and tactics were compared and confronted with teaching objectives in order to analyze the approach or detachment caused by the gamified activity. The analyses of the appropriations and tactics revealed a tendency to change the tactics actions of the students approaching the strategic objectives of the teacher.

2016

LIMA, Suryam Guimarães Lima. **Educação corporativa e jogos simuladores: estudo sobre o uso de modelos na formação profissional do executivo.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Raquel Quirino. 2016. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2016.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 17/03/2016
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Raquel Quirino Gonçalves (coorientadora) • Dra. Iris Barbosa Goulart • Dr. Uajará Pessoa Araújo
Resumo
Neste estudo, objetivamos compreender as possibilidades formadoras técnicas e humanas de um jogo de empresas em um curso de formação gerencial. Partimos do pressuposto que os jogos de empresas são modelos de situações reais de trabalho. Ou seja, esses jogos possuem características similares às funções laborais. Entendendo que o papel da educação, formal ou não formal, seja a formação integral dos sujeitos, em cursos de educação gerencial essa característica deve ser preservada. Investigamos se o jogo de empresas analisado contempla a formação integral do ser humano, caracterizando-se, assim, como parte de um processo educativo, ou se atem-se apenas a questões técnicas dos trabalhadores. Para realização deste estudo foram realizadas pesquisas bibliográfica e empírica. Na primeira, dialogamos principalmente com autores que trabalham com os temas educação, educação tecnológica, educação corporativa, jogos de empresas e modelos. Nossa pesquisa empírica foi realizada em uma escola que oferece cursos de formação para executivos. Foram realizadas observações, análise de plano de curso e conversas informais com estudantes, professor e coordenadora do curso. Constatamos que o jogo de empresas de fato representa um modelo das situações vividas pelos estudantes

em seu cotidiano no trabalho, apresentando semelhanças e diferenças e permitindo que os sujeitos fizessem uma relação de similaridade entre os dois domínios – jogo de empresas e trabalho. Além disso, a questão da formação técnica foi cumprida pelo jogo analisado, uma vez que permitiu que os estudantes repensassem suas práticas e processos. No entanto, não se pode afirmar que o jogo caracteriza-se como um processo educativo, por não oferecer uma educação tecnológica, ou seja, integral. Isto porque não possibilita a priori o desenvolvimento de reflexões dos estudantes para além das técnicas de trabalho, como o pensamento crítico sobre si mesmo, a sua função na sociedade, as consequências de suas ações e comportamentos no mundo, entre outros. Isso não exclui, entretanto, a possibilidade de inclusão de itens no jogo que estimulem esse tipo de reflexão. A partir deste estudo, buscamos dialogar com as pesquisas anteriormente realizadas sobre temas correlatos bem como contribuir com as discussões acadêmicas e, conseqüentemente, contribuir com a construção do conhecimento sobre educação corporativa e jogos de empresas, considerando suas possibilidades na formação técnica e, sobretudo, humana dos sujeitos.

ABSTRACT

In this study we aimed to understand the educational possibilities of a business game on a course of management training. We assumed that business games are models of work situations. In other words, those games have similar characteristics to job descriptions. This would enable the game participant to receive training. We understand that the purpose of education, whether formal or non-formal, is the whole formation of human beings. In managers training this must be considered. We investigate if a particular business game includes the integral formation of the human being, as a part of an educational process, or if this game sticks only to technical issues of workers. For this study we conducted literature and empirical research. At first, we studied authors who are specialized in the following areas: education, corporate education and business games. Our empirical research was carried out at an executive training school. We made observations, course layout analysis and informal conversations with students, teachers and the person responsible for the course. We believe that the game is a model of situations experienced by the students in their daily lives at work, with similarities and differences. The situation allows them to establish a relationship between the two spheres – game and work, based on their similarities. Technical training was fulfilled by the analyzed game since it allowed students to rethink their practices and processes. However, there is no evidence that the game is characterized as an educational process in order to offer a comprehensive education. This is because *a priori* it does not allow the development of reflections of students beyond the working techniques, such as critical thinking about themselves, their role in society, the consequences of their actions and behavior in the world, among others. This does not exclude, however, the possibility of including items in the game that encourage this type of reflection. From this study, we seek to dialogue with the research previously conducted on related issues as well as contributing to academic discussions and thus contribute to the construction of knowledge about corporate education and business games, considering their possibilities in technical training and, above all, human subjects.

MACIEL, Gláucia Mara Carneiro. **Analogias, imagens e modelos como recursos didáticos no ensino de geometria plana**. Orientador: Dr. Ivo de Jesus Ramos. 2016. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2016.

DADOS DA DISSERTAÇÃO	
Data da Defesa da Dissertação: 2016	
Local: CEFET-MG	
Participantes da Banca de Defesa	
• • • •	- Dr. Ivo de Jesus Ramos (orientador) - Dr. Andréa Silva Gino - Dra. Leila Saddi Ortega - Dr. Ronaldo Luiz Nagem
Resumo	
Este trabalho é um estudo sobre o uso das analogias, imagens e modelos como recursos didáticos no ensino da geometria plana. Seu objetivo é verificar se favorecem a sua aprendizagem. Com uma metodologia de pesquisa-ação educacional empregou-se a Teoria de Educação Matemática de van Hiele para verificar o nível de maturidade do pensamento geométrico de estudantes do Ensino Fundamental – E. F. -. A partir da verificação utilizou-se a Metodologia de Ensino com Analogias – MECA – na sequência didática denominada Ensino da Matemática com Analogias, Imagens e Modelos – EMAIM -. Após a sequência didática, um teste foi aplicado aos estudantes de 8º ano do E.F. Os resultados da pesquisa apontam que as analogias, imagens e modelos como recursos didáticos propiciam a participação e estimulam a aprendizagem da geometria plana. Indicam que a Teoria de van Hiele auxilia o processo de ensino e de aprendizagem, embora parte dos estudantes tenha demonstrado dificuldades na aprendizagem da geometria. Ao final, traçamos algumas considerações sobre a necessidade de um estudo mais amplo sobre esses recursos didáticos, inclusive com abrangência em outros conteúdos matemáticos, como a álgebra.	
ABSTRACT	
This research is a study on the use of analogies, images and models as teaching resources in the teaching of plane geometry. Your goal is to verify that favor their learning. With a methodology of educational research-action employed to Mathematics Education Theory van Hiele to check the level of maturity of the geometrical thinking of students of Elementary School - E. F. -. From the check used to Teaching Methodology with analogies - MECA - didactic sequence called Mathematics Teaching with Analogies, images and models - EMAIM -. After teaching sequence, a test was applied to students of 8th grade of E. F. The results indicate that the analogies, images and models as teaching resources provide participation and stimulate learning plane geometry. Indicate that the theory of van Hiele assists the process of teaching and learning, although the students have shown difficulties in learning geometry. Finally, we draw some considerations about the need for a broader study of these teaching resources, including coverage in other mathematical content such as algebra.	

2015

AFONSO, Luara Zucolotto. **Máquinas de voo de Leonardo da Vinci:** analogias biônicas e suas potencialidades no processo criativo. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientador: Dr. Maurício Silva Gino. 2015. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2015.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2015
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Maurício Silva Gino (coorientador) • Dr. Mauro Pinheiro Rodrigues • Dr. Dácio Guimarães de Moura • Dr. José Geraldo Pedrosa
Resumo
Essa pesquisa tem por objetivo discutir as potencialidades das analogias biônicas como ferramenta no processo criativo a partir de uma análise documental de alguns estudos de voo de pássaros para projetos de máquinas de voo, presentes no Códice Atlântico de Leonardo da Vinci. Busca também: aproximar conhecimentos advindos da Biologia e da Tecnologia baseado no uso de analogias com vistas a alcançar resultados criativos; “tornar o familiar estranho”, ou seja, fazer com que algo conhecido da natureza seja visto com um novo olhar em busca de propostas e soluções projetuais. Tem por pressuposto que o pensamento por analogia de Leonardo da Vinci no século XVI pode ser adotado como modelo para os estudos de uma área atual como a biônica e instigar novos conhecimentos nessa área para que o processo criativo se aproprie dessa ferramenta na inovação. Da Vinci soube explorar os fatores influenciadores da criatividade, seu momento histórico e científico e sua sensibilidade para olhar a natureza de um modo diferenciado e conseguir extrair dela inspiração para suas criações. Discutir as máquinas de voo, considerando-as mais do que projetos e obras de arte com bases científicas, é possível perceber como se dava seu processo criativo e enriquecer o que já se conhece teoricamente sobre esse assunto. O presente texto trata, no primeiro momento, da definição de analogias biônicas, bem como de sua utilização como uma ferramenta de criação e de sua relação com Educação Tecnológica. A seguir, trata das teorias sobre criatividade e processos de criação, fatores influenciadores e ferramentas no processo criativo. Finalmente aborda um pouco da história de Leonardo da Vinci, sua arte e ciência e importância na história da aviação. Os resultados da análise documental e o confronto com as definições de analogias biônicas e teorias da criatividade nos permitem considerar que Leonardo da Vinci expressava seus pensamentos por meio de analogias biônicas, que estão representadas nas descrições do voo dos pássaros e suas semelhanças e diferenças presentes nos projetos de suas máquinas de voo.
ABSTRACT
This research aims to discuss the potential of bionics analogies as a tool in the creative process from a documentary analysis of some flight studies of birds to flight machines projects present in the Atlantic Codex of Leonardo da Vinci. Search also: bring knowledge derived from biology and technology, based on the use of analogies in order to get creative results; "turn the ordinary into strange", in other words, to make something known from nature to be seen from a new perspective, searching for proposals and project solutions. Assuming that Leonardo da Vinci's thoughts through analogies in the 16th century can be used as model for studies in modern segments such as bionics and instigate new researches in this field, therefore this new innovative tool could aid the creative process. Da Vinci wisely explored the factors that influenced creativity, his historic and scientific moment and his sensitivity to look at nature in a differentiated manner and extract inspiration from it into his creations. Discuss the flight machines, considering the more than projects and works of art with scientific bases, it's possible to notice how his creative process was developed and enhance what is already known theoretically. This text deals with, at first, the definition of bionic analogies as well as its use as a tool of creation and its relationship with Technological Education; succeeding, deals with the theories of creativity and creative

processes, influencing factors and tools in the creative process. Finally we discuss some of Leonardo da Vinci's history, art and science and importance in aviation history. The results of document analysis and the confrontation with the definitions of bionic analogies and creativity theories allow us to believe that Leonardo expressed his thoughts through bionic analogies, which are represented in depictions of the flight of birds and their similarities and differences in the present projects of their flight machines.

CARVALHO, Patrícia Meireles de. **Simbologia algébrica**: a questão do x sob o olhar de estudantes de um curso pró-técnico. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Andréa Silva Gino. 2015. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2015.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 29/04/2015
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa ● Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) ● Dra. Andréa Silva Gino (coorientadora) ● Dra. Irecê dos Santos Barbosa ● Dra. Márcia Gorett Ribeiro Grossi
Resumo O objetivo desse estudo é investigar interferências presentes no desenvolvimento do processo de construção do conhecimento da Matemática a partir da introdução da simbologia algébrica nas séries finais do Ensino Fundamental. Esta pesquisa surge dos estranhamentos vivenciados pela pesquisadora em sua experiência como professora de Matemática, em relação ao desinteresse dos estudantes referente à disciplina de Matemática, bem como a dificuldade na construção do conhecimento matemático e ao baixo rendimento dos estudantes de Ensino Fundamental nessa disciplina especificamente, em relação aos resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Seguindo a linha de pesquisa com abordagem em 'Analogias e Metáforas', disciplina do Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET -MG, que visa auxiliar na construção do conhecimento e aprendizagem de conteúdos complexos, elaborou-se três perguntas investigativas, quais sejam: Como a introdução do fator “x” é visto pelo estudante? Que sentimentos os estudantes apresentam diante do aprender matemática? Como os estudantes explicam a dificuldade em matemática? Para a realização dessa pesquisa, foram realizadas observações não participativas nas duas turmas de 9º ano, do curso pró-técnico do CEFET - MG, bem como aplicação de questionários, buscando saber qual a opinião do estudante sobre a Matemática e sua simbologia algébrica, os sentimentos que ela provoca, quando ele precisa estudar e aprendê-la. Os resultados indicam que a simbologia matemática pode causar uma possível interferência na construção do conhecimento matemático por estudantes do curso.

FREITAS, Felipe Vieira. **Smartscópio**: contribuições de um modelo analógico ao microscópio óptico para o ensino de ciências e biologia. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Gínia Cezar Bontempo. 2015. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2015.

DADOS DA DISSERTAÇÃO	
Data da Defesa da Dissertação: 2015	
Local: CEFET-MG	
Participantes da Banca de Defesa	
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Gínia Cezar Bontempo (coorientadora) • Dra. Fátima de Cássia Oliveira Gomes • Dr. Eduardo Fernandes Barbosa • Dr. Ivo de Jesus Ramos	
Resumo	
Este texto apresenta os resultados preliminares da dissertação de mestrado Intitulada Smartscópio: reconstrução de modelo análogo ao microscópio óptico para o ensino de Ciências e Biologia. O objetivo da pesquisa é realizar um estudo sobre as potencialidades do smartscópio para o trabalho prático no ensino de Ciências e Biologia, na perspectiva de licenciandos em Ciências Biológicas. A escolha dos sujeitos de pesquisa foi baseada na maior familiaridade dos licenciandos com equipamentos eletrônicos e na maior disponibilidade dos mesmos para a realização das atividades de pesquisa quando comparados com professores da Educação Básica. Para auxiliar no desenvolvimento da pesquisa, no mês de fevereiro de 2014, foi conduzido um teste piloto junto a um grupo de quatro alunos do Curso de Formação de Professores do CEFET-MG, que visam obter qualificação para lecionar Biologia na Educação Básica, e dois graduados envolvidos no ensino de Ciências e Biologia. Durante essa atividade de pesquisa foram aplicados dois questionários, uma Oficina de Montagem e Exploração do smartscópio, e o quadro de Modelo de Estrutura Comparativa de Semelhança e Diferença entre Veículo (smartscópio) e o Alvo (microscópio óptico monocular) adaptado de Marcelos & Nagem (2010). O Questionário I foi dividido em duas partes, a primeira tratava-se da caracterização dos sujeitos da pesquisa com quatro questões. A segunda parte trazia cinco questões sobre as experiências dos sujeitos com trabalho prático e microscopia durante sua trajetória escolar. Logo após a aplicação do primeiro questionário deu-se início à Oficina de Montagem e Exploração do Smartscópio, orientada por um roteiro de atividade elaborado pelos pesquisadores. A oficina contava com um microscópio óptico monocular que foi tomado como o veículo, enquanto o smartscópio foi considerado o alvo. O Questionário II e o quadro de Modelo de Estrutura Comparativa de Semelhança e Diferença entre Veículo e o Alvo foram enviados aos alunos via e-mail e recolhidos posteriormente. Os resultados do teste sugerem que o smartscópio, como um modelo análogo ao microscópio óptico convencional, tem potencial para ser usado como recurso mediacional para o ensino de Ciências e Biologia em diversos conteúdos, mas necessita de adaptações e do desenvolvimento de estratégias de ensino para sua implementação. O teste expôs a necessidade de reelaborar os instrumentos de coleta de dados para a pesquisa principal. As principais limitações do teste baseavam-se na falta de experiência dos professores em formação como professores de Ciências e Biologia e a falta de familiaridade com o microscópio convencional, isto restringiu a capacidade dos sujeitos de realizar comparações entre o veículo e o alvo. Observações preliminares apontaram também que a Oficina de Montagem e Exploração do Smartscópio demanda cerca de 2 horas para o seu desenvolvimento satisfatório e a estratégia utilizada de um equipamento por participante da pesquisa pode ser substituída por um equipamento para cada dois participantes, já que o trabalho em grupo facilita o procedimento de montagem do equipamento e promove o diálogo entre os membros da dupla, o que pode contribuir para o melhor entendimento do modelo. Por fim, os resultados preliminares indicam o smartscópio como um auxiliar ponderável para aulas de Citologia.	

LIMA, Juliana. Mattos Souza. **A relevância do ensino de ciências segundo os estudantes da educação de jovens e adultos a luz do projeto ROSE: um estudo de caso.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientador: Dr. Ivo de Jesus Ramos. 2015. 181f. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFETMG, Campus II, 2015.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 30/04/2015
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Ivo de Jesus Ramos (coorientador) • Dr. Nelio Marco Vicenzo Bizzo • Dra. Silvani dos Santos Valentim
Resumo
O objetivo deste estudo é investigar a relevância do ensino de ciências para estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA), por meio de um instrumento de coleta de dados adaptado do questionário ROSE-Brasil, e fornecer subsídios para discussões mais fundamentadas sobre o currículo desta modalidade. Para cumprir tal objetivo, adaptamos o questionário do ROSE-Brasil para estudantes da EJA. Essa adaptação deu origem a dois questionários, com o total de 243 itens, que foram respondidos por 14 estudantes do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica, na modalidade EJA (PROEJA), do Centro Federal de Educação Tecnologia de Minas Gerais (CEFET-MG). Os dados foram analisados e coletados qualitativamente e quantitativamente. Os resultados sinalizaram que os sujeitos da pesquisa consideraram a disciplina de ciências interessante, mas não têm predileção pela mesma e não almejam uma carreira científica. Reconhecem a importância e utilidade da ciência para seu cotidiano, o que possivelmente poderia estimular o interesse e a aprendizagem da mencionada disciplina. Os resultados apontam um sentimento positivo dos respondentes em relação à importância da ciência e da Tecnologia (C & T), porém apresentam uma visão realista e crítica em relação aos limites e capacidades da C & T. Durante a pesquisa, observamos que os participantes do sexo masculino demonstraram um interesse ligeiramente maior que os participantes do sexo feminino com relação à Biologia Humana. Dentre os itens em que os participantes demonstraram maior interesse destacam-se a saúde e o corpo humano e de menor interesse figuram conteúdos de Química e Universo/astrofísica. Os resultados indicam uma preferência dos estudantes da EJA pelos assuntos da Biologia. Nossa pesquisa resultou em descobertas empíricas e perspectivas teóricas que podem fornecer uma base para discussões mais fundamentadas sobre a relevância do ensino de C & T. Consideramos que esta investigação contribui com a EJA no sentido de oferecer novos elementos para serem discutidos a respeito do currículo dessa modalidade e de fomentar uma proposta de inversão na maneira como os conteúdos são abordados nesta modalidade.
ABSTRACT
This study aims at investigating the relevance of the Science teaching for students from Youth and Adult Education program (EJA), by means of an collection data instrument adpated from the ROSE-Brazil questionnaire, and providing subsidies for more informed discussions on the curriculum of this modality. In order to fulfill such aim, a questionnaire was adapted from ROSE-Brazil to students from EJA. From this, two questionnaires have emerged, with a total of 243 itens, which were answered by 14 students from the National

Program of Education Integration with the Basic Education, in EJA modality (PROEJA), from a public school of the state of Minas Gerais. The collected data were analyzed qualitative and quantitatively. The results have highlighted that the subjects of the research have considered the subject Science interesting, but they have no preference for it and they don't aim a scientific career. They recognize how important and useful is the Science for their daily lives, what possibly could encourage the interest and the learning process of the subject in question. The results show a positive feeling of the respondents concerning of the importance of the Science and the Technology (S & T), however they present a realistic and critical view related to the limits and capacities of S & T. During the research, it was observed that the male participants have demonstrated a slightly greater interest compared to the female related to Human Biology. Among the items in which the participants have demonstrated more interest one can highlight the health and the human body, and the items with less interest are the subject of Chemistry and Universe/astrophysics. The results indicate EJA students preference on Biology subjects. This research have resulted in empirical findings and theoretical perspectives that can provide a basis for more informed discussions about the relevance of the S & T teaching. It's considered that this investigation contributes to the EJA in the sense of providing new elements to be discussed concerning of the curriculum of this modality and promoting a change in the way as the subjects are approached.

SA, Natália Luiza de. **A metáfora marcha do progresso e as concepções de evolução para estudantes da educação profissional e tecnológica.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2015. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2015.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 28/05/2015
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa:
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Marcelina das Graças de Almeida • Dr. José Geraldo Pedrosa • Dr. Anderson Arthur Rabello
Resumo
Esta pesquisa teve como objetivo colaborar para o conhecimento a respeito da metáfora conceptual que relaciona os conceitos de evolução e de progresso, por meio da análise da representação da evolução humana, conhecida como <i>Marcha do Progresso</i>. Para tanto, foram discutidos os conceitos de Analogias e Metáforas e sua utilização na ciência, na tecnologia e na educação. Foram abordados também a Teoria Cognitiva da Metáfora e o conceito de evolução biológica e de Educação Profissional e Tecnológica. A pesquisa teve abordagem predominantemente qualitativa de caráter exploratório. A investigação ocorreu por meio da análise documental dos livros "A Origem das Espécies", de Charles Darwin, e "Early Man", de Francis C. Howell. Foi realizada também uma análise de três metáforas inspiradas na <i>Marcha do Progresso</i>, obtidas na página eletrônica <i>Maentis</i>. Por fim, foi realizada uma pesquisa de campo com estudantes da Educação Profissional e Tecnológica, por meio de questionário e grupo focal, para identificar as concepções destes sujeitos em relação à <i>Marcha do Progresso</i> e ao conceito de evolução biológica. Os resultados nos mostraram que a <i>Marcha do Progresso</i> constitui uma expressão metafórica capaz de revelar bases experienciais que permitem a associação entre os conceitos de evolução e de progresso em nosso sistema conceptual. Em relação à análise documental, percebemos no livro "Early Man" elementos

que contribuem para a concepção da evolução biológica como um processo finalista e que visa a melhoria das espécies. Na análise do livro "A origem das espécies", não encontramos relação entre os conceitos de evolução apresentados por Darwin com ideia de progresso ou melhoria. Na pesquisa de campo, observamos grande desconhecimento sobre a evolução humana, por parte dos estudantes. No que se refere à concepção da metáfora, os estudantes demonstraram reconhecer a *Marcha do Progresso* como o próprio conceito científico de evolução, não estabelecendo as diferenças entre o conceito e a metáfora. Por meio da realização do grupo focal e análise das respostas dos estudantes no questionário, consideramos que as bases experienciais que parecem estar associadas à metáfora conceptual em estudo são culturais. Em relação à *Marcha do Progresso*, é importante considerar a relevância desta expressão metafórica para o estudo sobre a metáfora conceptual que relaciona os conceitos de evolução e de progresso.

ABSTRACT

This research aimed to collaborate for the knowledge about the conceptual metaphor that relates the concepts of evolution and progress, through the analysis of the representation of human evolution, known as the March of Progress. To this end, the concepts of Analogies and Metaphors and their use in science, technology and education were discussed. The Cognitive Theory of Metaphor and the concept of biological evolution and Professional and Technological Education were also discussed. The research had a predominantly qualitative approach of exploratory character. The research occurred through the documentary analysis of the books "The Origin of Species" by Charles Darwin and "Early Man" by Francis C. Howell. An analysis of three metaphors inspired by the March of Progress, obtained from the Maentis website, was also conducted. Finally, a field research was carried out with Professional and Technological Education students, by means of a questionnaire and a focus group, to identify the conceptions of these subjects regarding the March of Progress and the concept of biological evolution. The results showed us that the March of Progress is a metaphorical expression capable of revealing experiential bases that allow the association between the concepts of evolution and progress in our conceptual system. In relation to documental analysis, we perceived in the book "Early Man" elements that contribute to the conception of biological evolution as a finalist process that aims at the improvement of species. In the analysis of the book "The Origin of Species", we find no relationship between the concepts of evolution presented by Darwin with the idea of progress or improvement. In field research, we observe great ignorance about human evolution on the part of students. Regarding the conception of the metaphor, the students demonstrated to recognize the March of Progress as the scientific concept of evolution itself, not establishing the differences between the concept and the metaphor. Through the accomplishment of the focus group and the analysis of the students' answers in the questionnaire, we consider that the experiential bases that seem to be associated to the conceptual metaphor under study are cultural. Regarding the Progress March, it is important to consider the relevance of this metaphorical expression for the study of the conceptual metaphor that relates the concepts of evolution and progress.

SOUZA, Luhan Dias. **Produção e análise das imagens visuais de objetos de aprendizagem em anatomia para o ensino de dança**. 2015. 114 f., enc. + 1 DVD. Orientador: Maurício Gino. (Mestrado em Artes). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Belas Artes. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/EBAC-A4JEDF>>

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 10/07/2015
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Maurício Silva Gino (orientador) • Dr. Ronaldo Luiz Nagem • Dra. Lucia Gouvea Pimentel
Resumo
O objetivo desse estudo é a análise da produção das imagens visuais de três Objetos de Aprendizagem (OAs) desenvolvidos para a disciplina Anatomia para o Movimento do curso de Licenciatura em Dança da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (EBA/UFMG). Considerando que a referida disciplina aborda conteúdos sobre o aparelho locomotor humano, o primeiro OA é um Jogo de Aprendizagem destinado a abordar alguns conceitos do sistema esquelético, denominado o Monte o Esqueleto (MOE). Os outros dois OAs são software com players interativos de vídeos, um abordando elementos sobre o sistema articular, de nome Tipos de Articulações Sinoviais (TAS); e outro, o sistema muscular, chamado Coordenação Motora (COM). A pesquisa aqui descrita seguiu três fases distintas: a primeira compreendeu a própria produção do corpus de estudo (os OAs); a segunda fase priorizou a revisão bibliográfica e tessitura da proposta de análise a partir dos instrumentais teóricos utilizados; e a terceira se refere ao desenvolvimento da análise propriamente dita. Foram utilizados como principais instrumentais teóricos o conceito de imagem segundo Jean-Paul Sartre e Josep Maria Català Domènech; a Teoria Cognitiva da Metáfora (metáfora conceptual) de George Lakoff & Mark Johnson; os princípios do design de William Lidwell (e colaboradores); e os de usabilidade organizados por Rubem Pechansky. Neste contexto, a pesquisa seguiu um caminho crítico-analítico cujos processo de produção e resultados dos OAs são descritos e analisados, sendo direcionadora a narrativa interativa. Tal caminho adotado se refere, especificamente, à sequência das telas de interface dos OAs com as quais o aluno-usuário se depara durante sua utilização: tela inicial (título), tela com algum vídeo de transição (como o da dança do bailarino ou do esqueleto), tela de menu dos vídeos ou tela de montagem do jogo e outros. Além disso, a pesquisa gerou uma reflexão sobre as potencialidades das imagens visuais do material produzido, o que pode contribuir positivamente com o processo de criação de novos OAs em diversos outros campos do conhecimento. Assim, espera-se que este trabalho contribua para o campo da pesquisa em produção de OAs, e em especial, para a produção de imagens visuais destinadas a esses objetos.
ABSTRACT
The objective of this study is to analyze the production of visual images from three Learning Objects (LOs) developed for the Anatomy for Movement subject of the Licentiate in Dance at the School of Fine Arts (Escola de Belas Artes – EBA) of the Federal University of Minas Gerais (Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG). Considering that the aforementioned academic subject deals with content referring to human locomotor system, the first LO, called Assemble the Skeleton (“Monte o Esqueleto” – MOE), is a Learning Game aimed at tackling some concepts from the skeletal system. The other two LOs consist of software containing interactive video players. One of them, called Types of Synovial Joints (“Tipos de Articulação Sinoviais” – TAS), deals with elements about the articular system. The other one, called Motor Coordination (“Coordenação Motora” – COM), takes account of the muscular system. The research here described followed three distinct phases: the first one comprehended the production itself of the corpus of study (the Learning Objects); the second phase prioritized bibliographic review and the understructure of the analysis proposal through the theoretical tools that were used; and the third one regards the development of the analysis itself. The main theoretical tools were the concepts of image according to Jean Paul Sartre and Josep Maria Català Domènech, George Lakoff and Mark

Johnson's Cognitive Theory of Memory (conceptual metaphor), William Lidwell's (and his collaborators') design principles and the usability principles as compiled by Rubem Pechansky. In this context, the present research followed a critical-analytical path whose production process and LO results are described and analyzed – interactive narrative being the main guideline. Such path is specifically referred to the LOs sequence of interface screens met by the student-user: initial screen (title), screen containing some transition video (such as the ones showing the dancer's movements or the skeleton), video menu screen or the assemblage screen from the game, among others. In addition to that, the present research brings about a reflection on the potentialities of the visual images from the produced material, which can contribute in a positive manner to the creation processes of other LOs, and specifically, to the production of visual images designed for these objects.

2014

COUTO, Pablo Alves. **Um estudo sobre modelos e educação ambiental:** contribuições do aquário da bacia do Rio São Francisco, em Belo Horizonte – MG. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Ana Maria Senac Figueroa. 2014. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2014.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2014
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Ana Maria Senac Figueroa (coorientadora) • Dra. Patrícia Sanchez Lizardi • Dra. Miriam Stassum dos Santos
Resumo
Essa pesquisa teve como objetivo colaborar para o conhecimento das contribuições que um espaço não formal de educação – o Aquário da Bacia do Rio São Francisco – pertencente à Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte (FZB-BH), oferece para a Educação Ambiental. Para isso, o Aquário foi estudado na perspectiva de um modelo análogo à Bacia do Rio São Francisco. Portanto, foram discutidos os conceitos de Educação Ambiental, analogias e modelos e educação não formal. Foi realizada uma pesquisa de abordagem qualitativa de caráter exploratório e descritivo, dividida em três etapas. Na primeira etapa, fizemos um levantamento dos objetivos e das propostas dos idealizadores e responsáveis pelo Aquário em estudo. Para isso foi realizada uma entrevista com um funcionário da FZB-BH, uma análise documental e uma análise do espaço do Aquário. Para a análise dos dados obtidos nesta etapa, foram criadas categorias de análise baseadas nos referenciais teóricos sobre Educação Ambiental: aspectos educativos, visitacionais, ecológicos, socioculturais, afetivos e científicos. Na segunda etapa, foi realizado um levantamento das contribuições para a Educação Ambiental em relação aos visitantes espontâneos do Aquário. Nesta etapa, os sujeitos participantes responderam a um questionário e a uma entrevista. Por último, analisamos o Aquário como um modelo análogo à Bacia do Rio São Francisco por meio da construção de Quadros Comparativos de Semelhanças e Diferenças entre Veículo e Alvo. Esses quadros foram construídos pelo pesquisador, pelo funcionário da FZB-BH e pelos visitantes espontâneos. Os resultados da pesquisa nos mostraram que o Aquário da Bacia do Rio São Francisco é capaz de oferecer contribuições para em todos os aspectos considerados relevantes para a Educação Ambiental que foram definidos a partir do estudo

bibliográfico. Em relação aos visitantes espontâneos, o Aquário é capaz de contribuir para a Educação Ambiental de formas variadas, dependendo da forma como esses sujeitos aproveitam a visita à exposição. Em relação ao Aquário como um modelo análogo à Bacia do Rio São Francisco, é importante considerar a relevância da existência tanto de semelhanças quanto de diferenças entre veículo e alvo. Além disso, a pesquisa mostrou diferentes pontos de vista podem resultar em diferentes comparações entre veículo e alvo. Portanto, os quadros comparativos podem ser preenchidos com diferentes características e em quantidades variadas.

ABSTRACT

This research aimed to contribute to the knowledge of the offerings that a non-formal education environment – the Aquário da Bacia do Rio São Francisco – belonging to the Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte (FZB-BH), provides for Environmental Education. For this, the aquarium has been studied from the perspective of an analogous model to the Bacia do Rio São Francisco. Therefore, we discussed the concepts of Environmental Education, analogies and models and non-formal education. A qualitative approach to exploratory and descriptive characteristics, divided into three steps was performed. In the first step we conducted a survey of objectives and proposals of masterminds and people responsible for the aquarium studied. For this, it was realized an interview of an employee from FZB-BH, a documentary analysis and an Aquarium space analysis. To analyze that data obtained in this step, categories of analysis based on Environmental Education theoretical frameworks were created: educational, visitation, ecological, socio-cultural, emotional and scientific aspects. In the second step, a survey of contributions to Environmental Education was achieved in relation to aquarium spontaneous visitors. At this stage, the subjects answered a questionnaire and an interview. Finally, we analyze the aquarium as an analogous model to the Bacia do Rio São Francisco through the construction of Comparative Frames of Similarities and Differences Between Vehicle and Target. These frames were built by the researchers, the FZB-BH employee and the spontaneous visitors. The results showed us that the Aquário da Bacia do Rio São Francisco is able to offer contributions in all relevant aspects for Environmental Education that were defined from the theoretical study. Regarding spontaneous visitors, the aquarium is able to contribute to Environmental Education in many ways, depending on how these people enjoy the visit to the exhibition. Regarding the Aquarium as an analogous model to the Bacia do Rio São Francisco, it is important to consider the relevance of the existence of both similarities and differences between vehicle and target. Furthermore, the research has shown different viewpoints may result in different comparisons between vehicle and target. Therefore, different frames may be filled with different characteristics and in varying amounts.

DINIZ, Rafael Henrique Nogueira. **A utilização da robótica educacional lego® e suas contribuições para o ensino de física.** Orientadora: Dra. Miriam Stassum dos Santos. 2014. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2014.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 15/12/2014
Local: Campus VI/CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dra. Miriam Stassum dos Santos (orientadora) • Dra. Leonides Silva Gomes de Mello • Dr. Ronaldo Luiz Nagem • Dra. Ana Lúcia Lopes Correa

Resumo

Neste trabalho será apresentado os resultados de um estudo de caso sobre a Utilização da Robótica Educacional no ensino de Física desenvolvido durante três meses, com estudantes do ensino médio de um colégio técnico da rede particular de Pará de Minas, Minas Gerais. Teve como objetivo analisar as contribuições da robótica educacional LEGO® nas aulas de física através do desenvolvimento da aprendizagem, competências, habilidades, atitudes e valores aos estudantes. É uma pesquisa exploratória, quanto aos objetivos e tem como fonte de dados as aulas teóricas e práticas de física utilizando-se a robótica educacional. A coleta de dados será por meio de questionários e entrevistas aplicadas aos alunos e ao professor e ainda filmagens. Para realizar essa pesquisa foram acompanhadas as aulas de física teóricas e práticas do primeiro ano e aula prática do segundo ano do ensino médio. Como resultados, segundo os alunos e professor foi verificado que a Robótica Educacional LEGO® contribuiu para o aprendizado de física. Durante as atividades envolvendo robótica foi percebido maiores interações e discussões entre professor e alunos, maior participação e interesse dos alunos pela física, aumento da autonomia, de tomadas de decisão, da coragem para desenvolver o projeto, errando, tentando, corrigindo e aprendendo, além de estabelecerem ligação da teoria com a prática e com a realidade deles. Ressalta-se que o professor assume um papel diferente do habitual o de orientador e fomentador de discussão e que possui características de um bom professor de aulas práticas. Percebe-se que os fascículos ZOOM apresentam uma metodologia com características de abordagem CTS, onde há a proposta de discussão, interação, desafios, erros, autonomia, pesquisa, planejamento, tomada de decisão, contextualização e formação de cidadãos com responsabilidade social e ambiental para entender e tomar decisões sobre a Ciência e a Tecnologia.

ABSTRACT

In this paper the results of a case study on the use of Educational Robotics in teaching Physics developed during three months, with high school students from a private technical school in Pará de Minas, Minas Gerais will be presented. It aimed to analyze the contributions of educational LEGO® robotics in physics classrooms through the students' development of learning skills, abilities, attitudes and values. It is an exploratory investigation as to the objectives and its data source the theoretical and practical physics using educational robotics. The data collection will be through interviews and questionnaires applied to students and the teacher and filming. To conduct this research, theoretical physics classes and practices on the first year of high school and practices on the second year of high school were followed. As a result, according to the students and teacher was found that the LEGO® Education robotics contributed to the learning of physics. During activities involving robotics was perceived greater interaction and discussion between teacher and students, greater participation and student interest in physics, increased autonomy, decision-making, the courage to develop the project, making mistakes, trying, correcting and learning, as well establishing the link among theory, practice and the reality of them. It is noteworthy that the teacher plays a different role than usual of the advisor and developer of discussion and that has characteristics of a good teacher of practical classes. It is noticed that the ZOOM fascicles present a methodology characteristics of STS approach, where there is a proposal for discussion, interaction, challenges, mistakes, autonomy, research, planning, decision making, context and formation of citizens with social and environmental responsibility to understand and make decisions on Science and Technology.

FERREIRA, Lindiane Lopes. **Aplicação da metodologia de projetos com abordagem cts na educação profissional técnica em química integrado de nível médio: uma experiência na microbiologia.** Orientadora: Dra. Miriam Stassun dos Santos. Coorientadora: Dra. Fátima de Cássia Oliveira Gomes. 2014. 129f. (Mestrado em

Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2014.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2014
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa • Dra. Miriam Stassun dos Santos (orientadora) • Dra. Fátima de Cássia Oliveira Gomes (coorientadora) • Dr. Ronaldo Luiz Nagem • Dr. Maria Cristina Monteiro de Souza Costa • Dra. Iris Barbosa Goulart
Resumo Este trabalho apresenta a Metodologia de Projetos com abordagem CTS desenvolvida nas aulas da disciplina de Microbiologia Industrial II, durante nove semanas, com estudantes da educação profissional técnica em Química integrado de nível médio, em uma escola Federal de Belo Horizonte, Minas Gerais. Como objetivo geral pretende-se analisar as possíveis contribuições da Metodologia de Projetos com abordagem CTS, nas aulas de Microbiologia e verificar se houve contribuições para o desenvolvimento da aprendizagem, de habilidades, atitudes, competências e valores. Em relação aos objetivos de pesquisa se enquadra nas categorias de estudo descritivo e exploratório combinados, quanto à forma de abordagem qualitativa e quantitativa, os procedimentos foram de intervenção. Para montagem do Projeto foi utilizado o livro de Hernández & Ventura – A Organização do currículo por projetos de trabalho, 1998. Ao final do projeto foi observado um grande envolvimento dos estudantes nas aulas práticas, aumento da curiosidade e a preocupação com os resultados encontrados das análises e uma responsabilidade de voltarem ao local para alertar a população em questão. Diante dos resultados encontrados, ressalta-se que uma educação mais humanizada e mais próxima da realidade do estudante, onde ele consiga participar mais ativamente das aulas, aplicar seus conhecimentos e se sentir útil para a comunidade, favorece o aprendizado. ABSTRACT This work presents the methodology of projects with CTS approach developed in class of Industrial Microbiology II, for nine weeks, with students of professional technical education in chemistry, high school integrated in a Federal School of Belo Horizonte, Minas Gerais. As a general objective is to analyze the possible contributions of the methodology of projects with CTS approach and lessons of Microbiology and check if there's contributions to the development of learning, skills, attitudes, competencies and values. In relation to the objectives of research fits in the categories of descriptive and exploratory study combined, as for the form of qualitative and quantitative approach, intervention procedures were. For mounting of the project was used the book of Hernández & Ventura – the Organization of the curriculum by work projects, 1998. At the end of the project was observed a great involvement of students in practical classes, increased curiosity and concern with the results of the analyses and a responsibility to return to the site to alert the population in question. Before the results, it should be noted that a more humanized education and closer to the reality of the student, where he can participate more actively in school, apply their knowledge and feel useful to the community, promotes learning.

2013

LAUTON, João Rodolfo. **Analogias nas ciências da saúde: um estudo em livro e com profissionais de fisioterapia.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Ana Maria Senac Figueiroa. 2013. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2013.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 12/04/2013
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Ana Maria Senac Figueiroa (coorientadora) • Dr. Adelson Fernandes Moreira • Dra. Laurinda Sousa Ferreira Leite • Dra. Maria Flávia Gazzinelli
Resumo
O uso de analogias para tornar mais clara a apresentação de uma ideia, concepção, estrutura, fenômeno ou processo é frequente. Sua presença e utilização tem sido objeto de estudo constante, principalmente, nas Ciências Naturais. Entretanto, estudos nas Ciências da Saúde ainda são escassos. Assim, esta pesquisa buscou investigar o estado de conhecimento e de utilização de analogia nas Ciências da Saúde, especificamente na Fisioterapia. Partimos da seguinte pergunta: Qual o estado de conhecimento e de utilização de analogia no campo da Fisioterapia? Com caráter descritivo-exploratório e abordagem qualitativa, selecionamos como amostras de pesquisa um livro de Fisioterapia e profissionais da área para aplicação de questionário e realização de entrevista semiestruturada na busca de resposta a essa pergunta. Com essas amostras e as questões de pesquisa levantadas, investigou-se o estado de conhecimento que se tem de analogia em livro didático da área de Fisioterapia, por meio da análise de como a analogia é apresentada, abordada e explorada; o conhecimento que fisioterapeutas têm de analogia; e a respeito da utilização de analogias tanto em livro como pelos profissionais da Fisioterapia. No livro pesquisado identificaram-se 23 analogias. Foi constatada, com os resultados, a necessidade de criar um novo sistema para análise e classificação de analogias encontradas no campo da Saúde, pois a literatura não contemplava alguns aspectos das analogias identificadas no livro pesquisado. Com os instrumentos de pesquisa utilizados e com a amostra de fisioterapeutas, procurou-se coletar informações sobre o conhecimento, a utilização na prática profissional, a percepção e a finalidade de uso de analogias. Para a avaliação dos dados obtidos, utilizou-se como suporte a técnica de análise de conteúdo, modalidade temática. Os resultados demonstraram que 64,3% dos fisioterapeutas pesquisados apresentam um conhecimento básico a respeito de analogia. Quanto à utilização, 78,6% desses fisioterapeutas afirmaram fazer uso de analogia, sendo a frequência de uso mais empregada a quase sempre. Entretanto, a forma de utilização predominante foi a espontânea, ou seja, não planejada. Para a finalidade de uso, os fisioterapeutas participantes desta pesquisa relataram utilizar analogias para clarear ou facilitar o entendimento dos conceitos ou técnicas de Fisioterapia. Em relação à percepção sobre a área de uso da analogia, foi vista e relatada nas seguintes situações: no cotidiano; na faculdade; em livros, dentre outras áreas ou situações. Quanto à percepção em materiais de uso específico de Fisioterapia, metade dos participantes afirmou perceber, mas, no entanto, não relatou qual era o material e nem de que tipo era. Esta pesquisa evidencia que o estado de conhecimento e de utilização de analogia no campo da Fisioterapia se mostra passível de análise e avaliação. Conhecer esse recurso, seus elementos constituintes e sua finalidade

de uso, pelos profissionais da área e pelos autores de livros, constitui um estado a ser alcançado. A partir da melhora no estado de conhecimento de analogia, sua utilização se tornará mais eficiente e com menor possibilidade de se gerar concepções alternativas.

ABSTRACT

The use of analogies to clarify the presentation of an idea, concept, structure, process or phenomenon is frequent. Its presence and use has been the subject of constant study, especially in the natural sciences. However, studies in the Health Sciences are still scarce. Thus, this study sought to investigate the state of knowledge and use of analogy in Health Sciences, specifically in Physiotherapy. We start with the following question: What is the state of knowledge and use of analogy in the field of Physiotherapy? With a descriptive, exploratory and qualitative approach, we selected a book of Physiotherapy as research samples and professionals of the area to answer a questionnaire and semi-structured interviews in search for the answer to that question. With these samples and the raised researched questions, we investigated the state of knowledge we have about analogy in the textbook from the area of Physiotherapy, through the analysis of how it is presented, discussed and explored; the knowledge of analogy physiotherapists have; and about the use of analogies in books and by the professionals in Physiotherapy. In the book researched, we identified 23 analogies. It was found with the results, the need to create a new system for analysis and classification of analogies found in the Health field, because the literature did not include some aspects of those identified in the surveyed book. With the research tools used and the sample of physiotherapists, we sought to collect information on the knowledge, the use in professional practice, perception and purpose of using analogies. For the evaluation of the data we used as support the technique of analysis, thematic content. The results showed that 64.3% of physiotherapists surveyed have a basic knowledge about the analogy. Regarding the use of the analogies, 78.6% of the physiotherapists surveyed reported had made use of analogy, with the frequency of use been very frequently. However, the method of use was the predominant spontaneous, in other words, it was unplanned. For the purpose of use, physiotherapists participating in this study reported using analogies to clarify or to facilitate the comprehension of the concepts and techniques of Physiotherapy. Regarding the perception on the area of the use of the analogy was seen and reported in the following situations: in everyday life, in college, in books, among other areas or situations. Regarding the perception of materials in the specific use of Physiotherapy, half of the participants stated they realized, however, they did not report what was material and what was the type. This research shows that the state of knowledge and use of analogy in the field of Physiotherapy proves amenable to analysis and evaluation. Knowing this feature, its constituent elements and their purpose of use by professionals and by authors of books, is a state to be achieved. From the improvement in the state of knowledge of analogy use will become more efficient and less ability to generate alternative conceptions.

NAVES, Erika Schmidt. **Analogias e metáforas em livros didáticos de matemática:** contribuições para o ensino de geometria. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Ana Maria Senac Figueiroa. 2013. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2013.

DADOS DA DISSERTAÇÃO	
Data da Defesa da Dissertação: 2013	
Local: CEFET-MG	
Participantes da Banca de Defesa	
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Ana Maria Senac Figueroa (coorientadora) • Dr José Geraldo Pedrosa	
Resumo	
O objetivo desta pesquisa foi realizar um diagnóstico a respeito do uso de analogias e metáforas como recurso didático no ensino de Geometria no 6º ano do Ensino Fundamental, tendo como foco os livros didáticos de Matemática dos autores Andrini e Andrini & Vasconcellos no período de 1975 a 2011, com vistas a verificar, classificar e analisar a trajetória dessa estratégia de ensino nas obras investigadas. Os conteúdos da obra desses autores contemplam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e a obra fez parte do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2005 e 2008, sendo uma das obras mais vendidas pela editora do Brasil, liderando a produção editorial brasileira. As analogias e metáforas são suportes na construção de conhecimentos que utilizam conceitos abstratos, pois estabelecem significado entre dois domínios, um conhecido e um novo, o que torna uma abstração compreensível. O questionamento principal da pesquisa é saber como os autores foram modificando as analogias e metáforas nos livros pesquisados. Foi possível compreender por meio da fundamentação teórica que as analogias e metáforas são recursos muito úteis para ensinar e aprender. Os teóricos mostram que esses recursos preenchem a lacuna entre o conceito e uma experiência vivida, permitindo correlacionar conceitos matemáticos à realidade e à construção de conhecimento significativo. A metodologia utilizada é a pesquisa documental interativa de caráter descritivo. Os dados foram classificados dentro das categorias apresentadas por autores da área. Os documentos são os livros didáticos. Os resultados apontam que a cada edição da obra, os autores do livro didático pesquisado foram aumentando e aprimorando o uso das analogias, utilizando metáforas apenas na edição de 1989. Na discussão realizada na análise dos dados foi possível compreender que as respostas para os questionamentos iniciais foram encontradas com o suporte das teorias que norteiam o assunto. Foi possível identificar que há poucos trabalhos que tratam da analogia no ensino da Matemática, sendo escassos os que abordam o ensino da Geometria com o apoio das analogias e metáforas. Por essa razão, esta dissertação abre o caminho para outras pesquisas com essa abordagem.	
ABSTRACT	
The objective of this research was to carry through a diagnosis regarding the use of analogies and metaphors as didactic resource in the education of Geometry in 6º year of Basic Education, having as focus the didactic books of Mathematics of authors Andrini and Andrini & Vasconcellos in the period of 1975 to 2011, to verify and to classify the trajectory of this strategy of education in the investigated works. The contents of the work of these authors contemplate the <i>Parâmetros Curriculares Nacionais</i> (PCNs) and were part of the <i>Programa Nacional do Livro Didático</i> (PNLD) of 2005 and 2008 and it was one of the works more sold by the publishing company of Brazil, leading the Brazilian publishing production. The analogies and metaphors are supports in the construction of knowledge that use abstract concepts, therefore establish meant between two domains, one known and a new, what it becomes an understandable abstraction. The main questioning of the research is to know as the authors had been modifying the analogies and metaphors in searched books. The main questioning of the research is to know as the authors had been modifying the analogies and metaphors in searched books. It was possible to understand by means of the theoretical support that the analogies and metaphors are very useful resources to teach and to learn. The theoreticians show that these resources fill the gap between the concept and a lived experience, allowing correlating mathematical concepts to the reality and the construction of	

significant knowledge. The used methodology is the interactive documentary research of descriptive character. The data had been classified inside of the categories presented for authors of the area. The documents are the didactic books. The results point that to each edition of the book, the authors of the searched didactic book had been increasing and improving the use of the analogies, using metaphors only in the 1989 edition. In the discussion made through in the analysis of the data it was possible to understand that the answers for the initial questionings had been found with the support of the theories that guide the subject. It was possible to identify that it has few works that deal with the analogy in the education of the Mathematics, being scarce the ones that approach the education of Geometry with the support of the analogies and metaphors. Therefore, this dissertation opens the way for other research with this boarding.

RAFACHO, Sérgio. **Analogia e a didática fundamental em sala de aula de administração mediada por jogos empresariais**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2013. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2013.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 21/03/2013
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Maria Rita Neto Sales Oliveira • Dr. Fernando Selmar Rocha Fidalgo
Resumo
Este trabalho apresenta um estudo comparativo cujo objetivo é analisar a prática do uso sistematizado de analogias em sala de aula e suas relações com a Didática Fundamental, buscando contribuir para a compreensão do uso de analogias nos processos de ensino e de aprendizagem. Para tanto, foi realizado um estudo comparativo entre a proposta da MECA e suas relações com a multidimensionalidade proposta pela Didática Fundamental em ambientes educacionais que utilizam contextos simulados por jogos empresariais como prática pedagógica no curso de Administração de Empresas. Considera como ponto inicial para análise a compreensão de que os processos de ensino e de aprendizagem ocorrem sob a perspectiva de três dimensões que envolvem o contexto educacional: dimensões Técnica, Humana e Político-social. A Didática Fundamental considera que, além desta compreensão, o grande desafio da didática atual é assumir que o método didático tem diferentes estruturantes (Elemento Lógico, Sujeito, Contexto e Conteúdo) e que o importante é articular esses estruturantes e não exclusivizar qualquer um deles. A MECA se dispõe como uma metodologia que considera estes aspectos da Didática Fundamental, se apresentando como um método de ensino eficiente sob a perspectiva da própria Didática Fundamental. As duas propostas são comparadas destacando os pontos em comum entre elas. A pesquisa de campo foi aplicada em sala de aula de Administração de Empresas com a intervenção de jogos empresariais. Os resultados indicam possibilidades de diálogo entre o uso sistematizado de analogias e a Didática Fundamental para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem em aulas contextualizadas através de jogos empresariais.

ABSTRACT

The present work features a comparative study whose goal is to analyze the practice of systematized use of analogies in the classroom and their relations with the Didática Fundamental, seeking to contribute to the understanding of the use of analogies in teaching and learning. Therefore, a comparative study was performed between MECA's proposal and its relations with the multidimensionality proposed by the Didática Fundamental in educational contexts using simulated business dynamics as a pedagogical practice in Business Administration. This work considers that the starting point for analyzing and comprehending the process of teaching and learning occur from the perspective of the following three dimensions in the educational context: Technical, Human and Political-Social. The Didática Fundamental considers that beyond this understanding, the challenge of didactics today is to assume that the didactical method has different structures (Logical Element, Subject, Context and Content) and the important thing is to articulate these structures and not to exclude any of them. The MECA is available as a methodology that considers these aspects of the Didática Fundamental, presenting itself as a method of effective teaching from the perspective of the Didática Fundamental itself. These two proposals are compared, highlighting the commonalities between them. The research was applied in the classroom of Business Administration through business dynamics. Results indicate a possibility of interchange between the systematized use of analogies and the Didática Fundamental for the improvement of the teaching and learning process in contextualized lessons through business dynamics.

SANTOS, Eliene Diniz dos. **Analogias na educação em saúde: estudo de livro e prática de enfermeiros**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Ana Maria Senac Figueroa. 2013. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2013.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2013
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientadora) • Dra. Ana Maria Senac Figueroa (coorientadora) • Dra. Laurinda Sousa Ferreira Leite • Dra. Kênia Lara da Silva • Dr. José Geraldo Pedrosa
Resumo
A presente dissertação teve por objetivo investigar o uso de analogias na Educação em Saúde e identificar as analogias no livro específico da enfermagem e na prática de enfermeiros. O delineamento da pesquisa foi descritivo e exploratório, com abordagem qualitativa, estruturado em três fases: 1. Levantamento bibliográfico sobre o termo analogia, a analogia e sua relação com o processo de ensino e de aprendizagem e a analogia e sua relação com a saúde. 2. Identificação e classificação das analogias em um capítulo do livro específico da área de enfermagem. 3. Identificação e classificação das analogias na prática de enfermeiros, por meio de questionário e entrevista semiestruturada. Para a análise dos resultados das analogias identificadas, tanto em livro quanto na prática de profissionais, propôs-se uma nova sistemática com o objetivo de ampliar as possibilidades de classificação das analogias. Os resultados obtidos por meio das entrevistas e dos questionários foram ponderados por meio da análise do conteúdo na modalidade temática. Fizeram parte da pesquisa 16 enfermeiros atuantes

na estratégia da saúde da família da regional Oeste de Belo Horizonte. Foram identificadas 17 analogias no capítulo do livro e 7 analogias na prática dos enfermeiros. Da análise temática e das observações surgiram quatro categorias: o saber dos enfermeiros sobre analogia, o uso das analogias pelos enfermeiros, a finalidade das analogias para os enfermeiros e a percepção dos enfermeiros sobre o uso das analogias em outros contextos. No capítulo do livro analisado e nas respostas dos questionários e das entrevistas com os profissionais, foi possível um planejamento prévio para o uso de analogias identificadas. Percebeu-se que uma analogia descrita no livro é utilizada na prática de forma adaptada e que não evidenciamos a sistematização de estratégias de ensino com analogias na Educação em Saúde. A análise dos resultados indicou a necessidade de atualizações dos profissionais da área da saúde, na temática das analogias. Tais necessidades se justificam pelo papel desempenhado por esses profissionais, tanto na área da educação em saúde como nos contextos clínicos.

ABSTRACT

This work aimed to investigate the use of analogies in Health Education and identify specific analogies in book of nursing and practice nurses. The research design was descriptive and exploratory qualitative approach structured in three phases: 1.Literature on the term analogy, analogy and its relationship to the process of teaching and learning and analogy and its relationship on health. 2.Identification and classification of analogies in a specific chapter of the book of nursing. 3.Identification and classification of analogies in the practice of nurses, using a questionnaire and semi-structured interview. To analyze the results of analogies identified in both the book and practicing professionals, propose a new system with the aim of expanding the possibilities for classification of analogies. The results obtained through interviews and questionnaires were analyzed by analysis of the thematic content. The participants were 16 nurses working in family health strategy of the regional West in Belo Horizonte. 17 analogies were identified in chapter 8 of the book and analogies in nursing practice. Thematic analysis and observations emerged four categories: knowledge of nurses on analogy, the use of analogies by nurses, the purpose of analogies for nurses and nurses' perception on the use of analogies in other contexts. In the chapter of the book and analyzed the responses of questionnaires and interviews with professionals was possible prior planning for the use of analogies identified. It was felt that an analogy described in the book is used in practice appropriately and there are no evidences of systematic teaching strategies with analogies in Health Education. The results indicated the need for updates of health professionals: The theme analogies. Such requirements are justified by the role played by these professionals, both in the area of health education as in the clinical settings.

2012

ALMEIDA, Délcio Julião Emar de. **Multiverso**: modelo análogo ao espaço sideral em 3d em meio fluido. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientador: Dr. Maurício Silva Gino. 2012. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2012.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 09/03/2012
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Maurício Silva Gino (coorientador)

- Dra. Josefina Diosadada Barrera Kalhil
- Dr. Douglas Falcão Silva
- Dr. José Geraldo Pedrosa

Resumo

Esta dissertação aborda a reconstrução de modelo em três dimensões (3D) em meio fluido análogo ao espaço sideral, que foi concebido inicialmente para o ensino de ciências em sala de aula. Ao se almejar estender este modelo para espaços não formais de educação, verificou-se a necessidade de inovações no modelo, com vias a torná-lo mais ajustado a tais espaços, abrangendo público diverso e espontâneo. Tais modificações foram amparadas por aportes teóricos que tratam da conceituação, processos de construção e análise de imagens e sua relação com as analogias e modelos como ferramentas cognitivas e pedagógicas, além dos espaços não formais de educação. A metodologia de pesquisa se subdividiu em três pilares básicos, que foi a reconstrução do modelo, a concepção do espaço de exposição e a pesquisa qualitativa sobre o potencial do modelo como ferramenta de divulgação científica. Possuindo características multimetodológicas, foi possível coletar um número considerável de dados, o que permitiu que se verificassem as percepções dos sujeitos participantes não apenas das analogias e metáforas relacionadas com os modelos, mas também em relação ao potencial dos modelos como ferramentas de divulgação científica. Os resultados demonstraram que o modelo, além de se apresentar como eficaz na divulgação de conteúdos de astronomia, possui características altamente propícias para sua exposição em espaços não formais de educação, como museus e exposições científicas.

ABSTRACT

This thesis addresses the reconstruction of a three-dimensional model, in a fluid medium, analogous to outer space. The original model was developed to teach science in classrooms. Aim of the present study was to adapt this model to places of non-formal education, such as museums and science exhibitions. Improvements to the original model were needed, not only to make it more suited for such places but also for the diverse audience. Literature about conceptualization, construction processes, image analysis and their relationship with analogies and models as cognitive tools, gave support for the changes made. This study was divided into three basic parts, a) the reconstruction of the model, b) the design of the exhibition, and c) qualitative evaluation of the model as a tool for spreading scientific knowledge. Because of the multimethodological characteristic of this study, a considerable quantity of data could be collected. This made it possible to study how subjects perceived the analogies and metaphors, as well as, the potential of the model as a tool for spreading scientific knowledge. The results show that the used model is not only effective for teaching astronomy in classrooms. It also has characteristics that make it very appropriate for places of non-formal education.

2011

FERREIRA, Emanuelle Berenice Marques. **O pesquisador e a produção científica da pós-graduação brasileira:** tendências do debate sobre analogias. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2011. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2011.

DADOS DA DISSERTAÇÃO

Data da Defesa da Dissertação: 30/03/2011

Local: CEFET-MG

Participantes da Banca de Defesa

- Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador)
- Dr. Irlen Antônio Gonçalves
- Dr. Mauro Lúcio Leitão Condé

Resumo

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo capaz de traçar o perfil dos pesquisadores da pós-graduação brasileira que abordam a temática analogia e mapear suas produções. As análises realizadas foram orientadas pelo pano de fundo das políticas públicas de pós-graduação, uma vez que a consolidação deste sistema de ensino reflete no desenvolvimento do ambiente de pesquisa nacional. A abordagem qualitativo-quantitativa dirigiu os estudos que compõem esta pesquisa: estudo exploratório, objetivando delimitar os contornos da pesquisa; estudo bibliográfico, buscando compreender a configuração atual do sistema de pós-graduação brasileiro; e finalmente um estudo de caráter descritivo, traçando o perfil do pesquisador e mapeando a produção científica em analogia. Os dados obtidos por meio do estudo descritivo são decorrentes do levantamento feito na Plataforma Lattes, que possibilitou identificar 639 pesquisadores titulados doutores e 396 pesquisadores titulados mestres que possuem produções científicas que abordam a temática analogia. Em função do volume de dados coletados e do tempo gasto no processo de análise, o estudo concentrou-se nos pesquisadores doutores e em suas produções científicas acerca do tema. Os resultados apontam que os pesquisadores inseridos no debate sobre analogias estão entre os doutores titulados no período de 1956 a 2010. No cenário científico brasileiro, a temática analogia é abordada nas mais diversas áreas de conhecimento, concentrando-se na área da educação. O crescimento da produção científica em analogia implica na constituição de uma literatura nacional especializada na temática, o que muito favorece novos debates e o crescimento do ambiente científico nacional.

ABSTRACT

This work aims to carry out a study able to trace the profile of researchers in Brazilian postgraduate courses related to the analogy thematic and map their productions. The analyses conducted were directed by the backdrop of the postgraduate public politics, once that the consolidation of the education system reflects on the development of national research environment. The qualitative-quantitative approach directed the studies that compose this research: an exploratory study, aiming to delimit the outlines of the research: bibliographical study, aiming to understand the current configuration of the Brazilian postgraduate system, and finally a descriptive study, tracing the profile of the researcher and mapping the scientific productions in analogy. The data obtained by descriptive study are due to a survey on the Lattes Platform, which allowed to identify 639 researchers with doctor degree and 396 researchers with master degree who have scientific studies that approach the analogy thematic. Due to the volume of collected data and time spent in the analysis process, the study focused on doctor researchers and on their scientific studies about the subject. Results indicate that the researchers inserted into the debate about analogies are among the doctors certified in the period from 1955 to 2010. In the Brazilian scientific scenario, the thematic analogy is discussed in several areas of knowledge, but it is concentrated on education area. The growth of scientific production in analogy implies in the establishment of a national literature specialized in the thematic, which encourages further discussion and growth of the national scientific environment.

FONSECA, Eliane Geralda da Silva. **Implicações da teoria de Vygotsky em processo de construção de aprendizagem significativa:** utilização de modelos, analogias e metáforas a partir da mediação simbólica. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2011. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2011.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2011
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Jerônimo Coura-Sobrinho • Dr. Irlen Antônio Gonçalves • Dr. José Geraldo Pedrosa
Resumo
O papel dos modelos, analogias e Metáforas no ensino têm sido extensivamente pesquisado na Educação. O principal propósito desses recursos didáticos como uma estratégia de ensino é que tal procedimento poderá facilitar o entendimento do fenômeno abstrato a partir da referência concreta. O uso de tal recurso no entendimento desenvolvido do fenômeno não é restrito à Ciência da Educação. Dreistadt (1968) cataloga o papel central dos modelos, analogias e metáforas na história das ideias científicas, incluindo os trabalhos de Einstein, Darwin, Borh, Mendellev e Kekule; o que não gera nenhuma surpresa, desde que a explicação do abstrato esteja correlacionada a uma experiência vivida, a fim de interpretar crescentemente as ideias mais sofisticadas.
ABSTRACT
The role of the models, analogies and metaphors in education have been extensively investigated in Education. The main purpose of didactic resources as a teaching strategy is Metodologia de Ensino com Analogias that this procedure may facilitate the understanding of the phenomenon abstracted from the specific reference. The use of the appeal in understanding developed the phenomenon is not restricted to Science of Education. Dreistadt (1968) catalogues the central role of the models, analogies and metaphors in the history of ideas scientific, including the work of Einstein, Darwin, Borh, Mendellev and Kekule; this generates no surprise, provided that the explanation of abstract is correlated to experience, in order to interpret increasingly ideas more sophisticated.

SILVA, Vanessa Corrêa da. **Analogias e metáforas em práticas educativas na educação sexual**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2011. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2011.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 28/03/2011
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa:
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Marcelina das Graças de Almeida • Dra. Maria Aparecida da Silva • Dr. José Geraldo Pedrosa
Resumo
Esta dissertação tem por objetivo analisar a probabilidade de estudantes, na faixa etária de 9 a 12 anos, identificarem conceitos da sexualidade humana no ensino de Ciências, expressos por analogias e metáforas na poesia, partindo do pressuposto de que pensamentos, ideias e comportamentos veiculados por meio de revistas,

filmes, propagandas, peças de teatro, sítios da *internet* e outros, podem vir a desencadear um processo de erotização precoce nos estudantes. Diante desse contexto, a temática da sexualidade tem sido motivo de discussões entre educadores, pais e instituições. De acordo com a situação aponta-se o problema a ser pesquisado: quais conceitos da sexualidade humana podem ser identificados por meio de analogias e metáforas na poesia sobre o corpo humano, quando essa poesia é apresentada aos estudantes do ensino fundamental (9 a 12 anos) da rede pública e privada de ensino? Tendo como base conceitual a Metáfora Conceptual e uma proposta de Metodologia de Ensino com Analogias, optou-se por realizar a pesquisa em duas escolas, com adolescentes da rede pública e privada, sendo uma de suas etapas a utilização de uma poesia sobre o corpo humano. Para a coleta de dados foi realizada uma experimentação por simulação e aplicado um questionário, dividido em quatro partes, cada qual com sua finalidade específica. Dentre os resultados, foi possível verificar o potencial explicativo das analogias e metáforas na Educação Sexual de Adolescentes. Tais resultados podem contribuir para maior valorização e proteção ao próprio corpo, bem como para ampliar a compreensão de conceitos científicos relacionados.

ABSTRACT

This dissertation paper aims to analyse the probability of students between 9 and 12 years of age to identify concepts of human sexuality in the teaching of Science expressed through analogies and metaphors in poetry, assuming that thoughts, ideas and behaviors conveyed in magazines, films, advertisements, plays, websites among others might provoke precocious eroticization in students. Facing this context, the thematic of sexuality has been the object of discussion among educators, parents and in institutions. According to this scenario the problem to be researched is outlined: which concepts of human sexuality might be identified through analogies and metaphors in the poetry about the human body, when such poetry is shown to students from Primary School (9 to 12 years old) from public and private schools. Based on the conceptual metaphor and a proposal of teaching methodology with analogies, it was decided that the research would be carried out with teenagers from two schools, one from the public sector and one from the private sector, having as one of its steps the use of poetry about the human body. To collect the data an experiment was performed and a questionnaire divided into four parts was applied, each with its specific purpose. With the results it was possible to verify how powerful the analogies and metaphors were to teach sexual education to adolescents. These results might contribute to a better appreciation and caring of their own body as well as to broaden their understanding of related scientific concepts.

2010

OLIVEIRA, Alexsandro Jesus Ferreira de. **Construção e aplicação de modelos analógicos no ensino de ciências: o planetário líquido**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2010. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2010.

DADOS DA DISSERTAÇÃO

Data da Defesa da Dissertação: 2010

Local: CEFET-MG

Participantes da Banca de Defesa

- Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador)
- Dr. Maurício Silva Gino
- Dra. Maria Aparecida Silva
- Dr. Roger Andrade Dutra

Resumo
Este trabalho teve por objetivo contribuir para a consolidação de processos de criação e de implementação de ações na construção e no uso de modelos de ensino com recursos analógicos. O modelo do Planetário Líquido 3D teve a finalidade de desenvolver uma melhoria significativa na alfabetização científica e tecnológica bem como possibilitou a assimilação e a reconstrução de conteúdo ou conceitos científicos. O público alvo foi alunos na faixa etária de 10 anos (Ensino Fundamental I). A metodologia utilizada foi a de ensino com analogias, tendo o modelo do planetário líquido 3D como seu veículo de aplicação, sendo o alvo os conteúdos e conceitos como a Teoria Nebular sobre a Formação de Sistemas Planetários no ensino de Astronomia. A coleta de dados ocorreu através de aplicação de questionários e de observações participantes. Para adequação dos processos de coleta de dados foi feito um pré-teste piloto no Grupo de Estudos GEMATEC do CEFET-MG. Este grupo era formado por um público de formação diversificada com idade média de 43 anos. Após a aplicação do pré-teste piloto foram feitas modificações no questionário 01 resultando no questionário 02. O processo de construção do modelo analógico – Planetário Líquido 3D – favoreceu: alfabetização científica e tecnológica; identificação de erros epistemológicos; superação do conceito de analogia e análogo e a criação, como proposta, de um novo modelo analógico para a Teoria de Formação da Lua terrestre. A partir do uso criterioso da Metodologia de Ensino com Analogias (MECA) e mediante a construção e uso de modelos de ensino com recursos analógicos, constatamos que os alunos na faixa etária de 10 anos (5º ano do Ensino Fundamental I) da Escola Estadual Leon Renault em Belo Horizonte – Minas Gerais desenvolveram uma melhoria significativa na alfabetização científica e tecnológica assimilando e reconstruindo conteúdos e conceitos científicos.

WUNDERLICH, Lidia Alves Moreira. **Drogas e prevenção na infância:** representações sociais de estudantes que vivenciaram o PROERD. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2010. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2010.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 27/08/2010
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa • Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Silvani dos Santos Valentin • Dr. José Geraldo Pedrosa • Dr. Maurício Silva Gino
Resumo
A presente dissertação versa sobre um estudo acerca das representações sociais sobre as drogas de um grupo de crianças com faixa etária entre 9 e 11 anos. O grupo amostral é constituído por estudantes de uma escola pública da rede estadual de ensino da cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais. Na pesquisa, de cunho qualitativo, os dados foram coletados durante o segundo semestre de 2009 através de três instrumentos: observação direta, questionários e gravações de áudio. Os questionários foram respondidos pelos estudantes em dois momentos: antes e após a participação em práticas educativas preventivas ministradas através do Programa Educacional de Resistência às Drogas (PROERD). As crianças também expressaram suas concepções através de desenhos e elaboraram metáforas e analogias. A maioria dos estudantes pesquisados manifestou interesse em aprender mais sobre as drogas, motivados pela prevenção, aquisição e difusão do conhecimento. Além disso, verificou-se

nas respostas dos estudantes a ênfase recorrente na dimensão negativa das drogas, o que pode constituir-se em um obstáculo à aprendizagem. Grande parte das dúvidas manifestadas pelas crianças está relacionada às bebidas alcoólicas e ao tabaco, que são drogas atualmente consideradas lícitas pela legislação brasileira e geralmente de fácil acesso no ambiente familiar. A inclusão dos grupos familiares nas ações preventivas mostra-se, portanto, condição necessária (ainda que não suficiente) para o êxito de práticas preventivas ao abuso de drogas. Foi possível identificar também que a maioria das representações sociais do grupo pesquisado relaciona as drogas às alterações que o seu uso indevido pode causar ao organismo, fato que verificou-se antes e após as aulas ministradas pelo PROERD. Outras categorias de representações sociais associadas às drogas também foram identificadas, tais como consequências legais, sociais, econômicas, morais entre outras.

ABSTRACT

The present dissertation is based on a study concerning the social representations of drugs in a group of children aged between 9 and 11 years. The chosen group is constituted by students of a public school of the city of Belo Horizonte, in the state of Minas Gerais. In the qualitative research, the data was collected during the second semester of 2009 through three instruments: direct observation, questionnaires and audio recording. The questionnaires were answered by the students at two moments: before and after the participation in preventive education practice given through the Educational Program of Resistance to Drugs (PROERD). The children also expressed their conception through drawings and elaborated metaphors and analogies. The majority of the researched students revealed interest in learning more about drugs, motivated by prevention, acquisition and diffusion of the knowledge. Moreover, in the answers of the students were verified the recurrent emphasis in the negative dimension of the drugs, what may consist in an obstacle to the learning. The greatest part of the children's doubts revealed were related to alcoholic beverages and the tobacco, that are allowed drugs currently accepted by the Brazilian legislation and generally of easy access in the familiar environment. The inclusion of family groups in the preventive actions are shown, therefore, a necessary condition (even though it isn't enough) for the success of preventive actions to the drugs abuse. It was possible also to identify that the majority of the social representations of the researched group relates the drugs to the alterations that its improper use can cause to the organism, fact that was verified before and after the lessons given at PROERD. Other categories of social representations associated to the drugs were identified, such as legal, social, economic, moral consequences among others.

2009

ASSIS, Ricardo Luís de Aguiar. **A utilização de analogias e metáforas como potencializadores do desenvolvimento cognitivo no ensino de ciências:** um estudo de caso com crianças em idade escolar. Orientador: Ronaldo Luiz Nagem. 2009. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2009.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2009
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Marcus Vinícius de Mello Pinto

• Dra. Iris Barbosa Goutart • Dr. José Geraldo Pedrosa • Dr. Adelson Fernandes Moreira
Resumo
O presente trabalho consiste na elaboração de um estudo exploratório sobre o uso da linguagem analógica e metafórica como método didático potencializador do desenvolvimento cognitivo de educandos com idade escolar entre 11 e 12 anos no âmbito do ensino de ciências. Realizou-se uma revisão na literatura científica contextualizando a linguagem e sua influência estimuladora no desenvolvimento humano. Explorou-se o desenvolvimento cognitivo mediado através da linguagem, influenciando o processamento mental e sua interação na formação do indivíduo e suas potencialidades. Utilizou-se uma metodologia qualitativa, exploratória e descritiva. Os dados coletados sobre a utilização das analogias e metáforas no âmbito escolar apresentam-se nas seguintes categorias: nas interações humanas na sala de aula, na linguagem docente durante explicações de conteúdo de forma didática, a influência das analogias e metáforas no aprendizado do educando. A pesquisa de campo permitiu verificar a falta de conhecimento dos docentes no ensino de ciências frente a utilização de analogias e metáforas de forma didática assertiva. O conjunto dos dados também indicam que as analogias e metáforas utilizadas de forma elaborada didaticamente contribuem para a atenção e percepção dos alunos, além de promoverem uma consolidação da informação ou conhecimento na memória de longo prazo, contribuindo para um melhor aprendizado e consequentemente o aumento do desenvolvimento cognitivo, podendo desta forma considerar a linguagem analógica e metafórica como possíveis potencializadoras da aprendizagem e do ensino quando utilizados de forma adequada.
ABSTRACT
The purpose of the present paper is the elaboration of an exploratory study about the use of an analogical and metaphoric language in order to construct a didactic potentiator of a cognitive development of students in school age between 11 and 12 years under the science teaching environment. A review in scientific literature was made, contextualizing the language and its stimulated influence in the human development. The cognitive development of the language was explored in its environment of mental process and its interaction in the formation of a person. It was built qualitative, exploratory and descriptive methodology, and the collected data was about the use of analogies and metaphors in the school environment, in the human interactions as well as in the teacher language and his relation to the learning. Afterwards, the field research, it can be noticed the lack of knowledge of the teachers in the teaching of science concerning the utilization of analogies and metaphors in a didactic way. Nevertheless, the amount of this analyzed data is about interferences in which the analogies and metaphors contribute to the interest and attention of the students, moreover, it provides a long-term consolidation of information and knowledge, building a better learning as well as an increase of the cognitive development and considering the analogical and metaphoric language as possible didactic potentiators when used in an appropriate way.

MORAIS, Welerson Rezende. **Imagens tridimensionais virtuais no ensino de ciências:** modelos analógicos do olho humano. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2009. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2009.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2009
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Maurício Silva Gino • Dr. José Wilson Costa
Resumo
Este trabalho teve como objetivo verificar se a utilização de modelos tridimensionais virtuais no ensino de ciências, em particular o aparelho óptico humano, forneceria um aprendizado mais significativo que as imagens bidimensionais ou os textos somente. Em estudos desenvolvidos sobre imagens, imagens e educação, modelos e analogias, nós verificamos um campo frutífero para a discussão sobre modelos baseados em imagens visuais, que fazem parte do cotidiano escolar. Com as novas tecnologias poder-se-ia construir modelos interativos tridimensionais com textos e sons. Numa pesquisa feita em livros didáticos de ciências analisamos as representações gráficas bidimensionais do olho humano. Após essa pesquisa, buscamos os modelos do olho humano em 3D na internet. Os modelos encontrados sofreram duas alterações ao longo dessa pesquisa: uma primeira após um teste piloto realizado com os membros do grupo GEMATEC e com alunos do curso de Engenharia da Computação, em que foram utilizados materiais impressos contendo imagens do olho humano em 2D, texto e o aplicativo multimídia com a imagem do olho 3D interativa e textos. A segunda mudança se deu após outro teste piloto realizado com alunos da sétima série do ensino fundamental. Os instrumentos de coleta de dados foram: questionário com questões fechadas e abertas e observação direta. Teve-se então uma terceira versão do modelo que apresentou imagens em 3D interativas, animações, áudio, textos e propostas de exercícios utilizando a Metodologia de Ensino com Analogias (MECA). Essa última versão do modelo foi analisada finalmente por um grupo focal que o manipulou e apontou vantagens e desvantagens. Os resultados apontados pelos dados quantitativos ajudaram a compreender os processos de modelagem e aprendizagem. Os resultados da análise qualitativa apontaram o nosso modelo como potencialmente eficaz, se produzido e trabalhado em conjunto com professores e alunos. O desenvolvimento do modelo do olho humano virtual e interativo 3D durante a pesquisa e o acompanhamento dos alunos no processo de modelagem, permitiu que entendêssemos mais sobre a tecnologia e a linguagem que podem ser utilizadas na produção de modelos didáticos. Isso indica que podemos construir mais modelos em 3D abordando outros temas da Ciência.
ABSTRACT
This work had as objective to verify whether the utilization of the three-dimensional virtual models in the teaching of sciences, in particular the human optic system would supply more significant apprenticeship than two-dimensional images or only the text. In developed studies about images, images and education, models and analogies, we saw a fructiferous field for discussion about models based in visual images that is part of the daily school. With the new technologies we can build interactive models in 3D with text and sounds. In a research made in the didactic books of sciences we analyzed the graphic representations in 2D of the human eye. After this research, we search the models of the human eye in 3D in the internet. The models found had two alterations along this research: the first after a pilot test accomplished with the member of de Studies Group of Metaphor, Analogies and Models in Technology and Science – GEMATEC – and with students of the computation engineering, in which made use of printed matters containing images of human eye in 2D and text and the applicable multimedia with the image of the eye 3D interactive and texts. The second change was after another pilot test realized with students of the seventh grade of the primary school. The instruments of the data collect were: questionnaire with closed and opened questions and direct observations. We had so a third version of the

model that presented images in 3D interactive, animations, audio, texts and propositions of the exercises utilizing the MECA – Methodology of Teaching with Analogies. That last version of the model was finally analyzed by a focal group that manipulated and pointed advantages and disadvantages. The results pointed by quantitative data helped to understanding the process of modeling and apprenticeship. The results of qualitative analyzes pointed our models as potentially efficacious if produced and worked in conjunct with teacher and students. The development of the model of the 3D virtual and interactive human eye during the research and attendance of the students at the modeling process permit that we understood more about the technology and language that can be utilized at the production of the didactic models. This indicates that we can build more models approaching others themes of science.

RAMALHO, Flávia Alves. **Modelos mentais e representações analógicas de alunos da educação de jovens e adultos – EJA – no ensino de ciências**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2009. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2009.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2009
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Jerônimo Coura-Sobrinho • Dra. Letícia Malta Costa • Dr. Dácio Guimarães Moura
Resumo
Este trabalho tem por objetivo contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de ciências por meio de estudos do papel das representações analógicas e modelos na construção e desconstrução do conhecimento sobre o conceito do Modelo Cinético Molecular para o estado gasoso da matéria. Para tanto, utiliza a Metodologia de Ensino com Analogia - MECA - para verificar a compreensão do conceito Cinético Molecular. A abordagem é qualitativa, sendo caracterizada como um estudo descritivo e exploratório. Para tal, realizamos observações de aulas de Química, aplicamos questionários e realizamos atividades empíricas com os discentes, seguidos por discussões sobre o tema. Participaram alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) da 1ª série do ensino médio. Os resultados e as análises foram registrados por meio de representações gráficas dos modelos e analogias estabelecidos, e por meio de anotações escritas. De uma forma geral, os resultados apresentaram concepções distintas a respeito do estado gasoso da matéria. As representações gráficas analógicas e modelos desenvolvidos pelos alunos passam a ser uma ferramenta de grande utilidade para o professor. O processo de ensino pode ser construído em cima das diferenças e semelhanças entre os modelos apresentados pelo professor e pelos educandos. Consideramos que esse trabalho abre perspectivas de estudos sobre o papel das representações analógicas e modelos mentais, especialmente no ensino de Química e na Educação de Jovens e Adultos.
ABSTRACT
This work has as objective to contribute for the improvement of the science teaching - learning process by means of studies of the role of the analogical representation and models in construction and nonconstruction of the

knowledge about the Molecular Kinetics Model to the gaseous state of the matter. For so much, use the Methodology of Teaching With Analogy to verify the comprehension of the Molecular Kinetics concept. The approach is qualitative, being characterized like a descriptive and exploratory study. For such, we accomplished observations in chemistry classes, we applied questionnaire and accomplished empirical activities with the learning, followed by debates about the theme. Participated students of the young and Adult Education of the first grade of the secondary school. The results and analysis were registered by graphic representations of the models and analogies established and writing annotations. As a general rule, the results presented distinct conceptions as regards of the gaseous state of the matter. The analogical graphic representations and models developed by students pass to be a tool of great utility for the teacher. The process of teaching can be built about of differences and similarities between the models presented by teacher and students. Forasmuch as that work opens perspectives of studies about the role of the analogical representations and mental models, especially in teaching of chemistry and in the Young and Adults Education.

2008

FERRY, Alexandre da Silva. **Analogias, metáforas e contra-analogias: uma estratégia auxiliar para o ensino de modelos atômicos.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientadora: Dra. Cátia Rodrigues Barbosa. 2008. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2008.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 28/11/2008
Local: Campus II/CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Cátia Rodrigues Barbosa (coorientadora) • Dra. Rosária da Silva Justi • Dr. Dácio Guimarães Moura • Dr. Yuri Expósito Nicot
Resumo
Este trabalho tem por objetivo contribuir para uma melhor compreensão do uso de analogias e metáforas no ensino de ciências, com vistas à construção de uma concepção sistematizada de comparação com privilégio às diferenças. Discutimos a possibilidade da construção de um novo conceito criado a partir de reflexões em torno do uso de analogias e metáforas dedicadas ao ensino de modelos atômicos, tendo como referencial teórico a epistemologia de Gaston Bachelard. Exploramos a possibilidade do uso de contra-analogias através do modo como determinadas comparações factíveis aos modelos atômicos de Dalton, de Thomson, de Rutherford e de Bohr poderiam ser interpretadas por estudantes de nível médio. Para tal, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa e caráter exploratório, desenvolvida principalmente por meio de duas ações paralelas: aplicação de um questionário a um grupo de 14 alunos da 1ª série do ensino médio; realização de uma dinâmica conhecida como júri simulado com 28 alunos da 3ª série deste mesmo nível de ensino, seguida pela aplicação de questionários. Fizemos uma análise proposicional tanto das respostas destes estudantes aos questionários aplicados, quanto dos diálogos transcritos a partir dos registros em vídeo da dinâmica do júri simulado. Os resultados apontam para um novo horizonte de pesquisas e desenvolvimento de metodologias de ensino com

recurso às comparações – as analogias e as contra-analogias, tendo em vista o potencial que as mesmas oferecem para a construção de modelos mentais coerentes e consistentes com os modelos científicos.

ABSTRACT

The purpose of this work is to contribute to a better understanding of the use of analogies and metaphors in science teaching, which aims at constructing a systematized concept of comparison which privileges differences. We argue the possibility of the construction of a new concept created as of reflections about the use of analogies and metaphors dedicated to the teaching of atomic models, using as reference the epistemology theories of Gaston Bachelard. We explore the possibility that the use of counter-analogies by means of determined feasible comparisons to the atomic models of Dalton, Thomson, Rutherford and Bohr could be interpreted by high school level students. To this end, a qualitative research of an exploratory nature was carried out using two parallel actions: submitting a 14 member first year high school student group to a questionnaire; carrying out a group dynamic referred to as a simulated jury with a 28 member third year high school group of students followed up by questionnaires. A ratio analysis of these students' answers of the questionnaires were carried out, with regards to the dialogs transcribed as of registries made of the simulated juries on videos. The results pointed out a new horizon for research and teaching methodology development – having the resource of comparisons – analogies and counter-analogies, bearing in mind the potential which the same offer for the construction of mental models which are coherent and consistent with scientific models.

LIMA, Niuza Eugênia do Amaral. **Metáforas e interfaces gráficas**: uma contribuição para a aprendizagem significativa da Informática. Orientador: Dr. José Wilson da Costa. 2008. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2008.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2008
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. José Wilson da Costa (orientador) • Dra. Márcia Goretti Ribeiro Grossi
Resumo
O objetivo desta pesquisa é contribuir para o desenvolvimento de metodologias de ensino da informática aplicada à educação para cursos de formação continuada do professor. Neste sentido, procura evidenciar a função cognitiva implícita nos conceitos análogos e metafóricos existentes na linguagem computacional, mais especificamente nas interfaces gráficas, nas imagens ou ícones nelas inseridos bem como a potencialização que estes conceitos adquirem para uma aprendizagem significativa e para a compreensão de suas funções pelo usuário leigo. Para tal realizamos uma pesquisa descritiva exploratória, partindo de um mapeamento e seleção destes conceitos para elaboração de questionário de avaliação qualitativa com índices de probabilidades baseado em escala Likert, aplicado a um grupo de professores em exercício da rede pública estadual de Minas Gerais. Posteriormente, realizamos um grupo focal como apoio aos resultados do questionário de avaliação qualitativa. Os resultados apontam para uma avaliação positiva quanto à função cognitiva de analogias e metáforas para o ensino e aprendizagem da informática, de acordo com índice de respostas e discussão durante o grupo focal.

ABSTRACT

The objective of this research is to contribute to the development of methodologies for teaching of computer applications applied to education for continuing education courses for the teachers. Accordingly, it demands to highlight the cognitive function implicit in the analogous and metaphorical concepts existing in the language of the computer, more specifically in graphical interfaces, in the images or icons inserted in them and the potential that these concepts acquire for a significant learning or to the understanding of their duties for the lay user. To this end we performed a descriptive exploratory research, from a survey and selection of usual concepts for the drafting of a questionnaire with rates of probabilities based on Likert scale, applied to a group of teachers working in a public school of Minas Gerais. Subsequently, we conducted a focus group to exchange experiences, perceptions and interaction on the ideas exposed. The results point to a positive assessment on cognitive function of analogies and metaphors for the teaching and learning of information technology, according to the index of answers and discussion during the focus group.

RÉSUMÉ

Cette recherche a pour but de contribuer au développement des méthodologies d'enseignement pour l'informatique éducationnel dans des cours de formation continue destinés aux enseignants. Elle concerne la fonction cognitive implicite dans les concepts analogiques et métaphoriques qui opèrent dans le langage informatique, plus précisément dans les interfaces graphiques, dans les images ou les icônes y insérées ainsi que la potentialité que ces concepts acquièrent pour un apprentissage significatif ou pour la compréhension de leurs fonctions par l'utilisateur débutant. Pour cela nous réalisons une recherche descriptive exploratoire sur des logiciels, à partir d'une sélection et d'un classement de concepts. Nous élaborons un questionnaire d'évaluation qualitative, avec des indices de probabilités basés sur l'échelle Likert, appliqué à un groupe d'enseignants d'une école publique de l'état de Minas Gerais. À la suite un groupe focal a été réalisé pour permettre des échanges et des interactions sur les questions exposées. Les résultats indiquent une évaluation positive par rapport à la fonction cognitive des analogies et métaphores pour l'enseignement et l'apprentissage de l'informatique, selon les indices de réponses et de discussion pendant le group focal.

2007

RESENDE, Lilian Valim. **Concepções metafóricas sobre a gravidez na adolescência.**

Orientador: Dr. Paulo Cezar Santos Ventura. 2007. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2007.

DADOS DA DISSERTAÇÃO

Data da Defesa da Dissertação: 2007

Local: CEFET-MG

Participantes da Banca de Defesa

- Dr. Paulo Cezar Santos Ventura (orientador)
- Dr. Jerônimo Coura-Sobrinho
- Dra. Cátia Rodrigues Barbosa
- Dr. M. C. Fonseca

Resumo

O presente trabalho visa apreender, através das metáforas do cotidiano, utilizadas por adolescentes, seus conhecimentos e valores relativos às transições associadas à sexualidade, gravidez e maternidade. O estudo foi realizado por meio de técnicas qualitativas no Hospital Maternidade Odete Valadares, localizado em Belo Horizonte, Brasil; local este onde uma das pesquisadoras já desenvolvia trabalhos com gestantes adolescentes. A pesquisa envolveu várias etapas: uma primeira, documental, realizada nos prontuários médicos de acompanhamento da adolescente no pré-natal; uma segunda, com aplicação de questionário auto-administrado para 21 adolescentes grávidas; uma terceira, de entrevista individual; uma quarta, de entrevista em profundidade; uma última etapa, que consistiu de discussão em grupo no período pós-parto. Os resultados, para o grupo estudado, apontaram: (1) Por meio das metáforas, foi possível conhecer as diferentes concepções que as adolescentes têm sobre a sexualidade, gravidez e maternidade, sendo essas formadas por experiências cotidianas nas convivências familiar, escolar e social, com os grupos de pertinência; (2) O período da adolescência foi descrito por eventos marcantes, como a gravidez pela menstruação que atrasa e a transformação de vida gerada pelo estado gravídico. Através das metáforas foi possível entender a trajetória solitária das adolescentes no que se refere aos valores e expectativas de gênero de suas famílias e da sociedade em geral. O estudo sugere, portanto, que as metáforas são ferramentas úteis em educação em saúde sexual e reprodutiva de adolescentes.

ABSTRACT

The present work aims to contribute to be a better understanding on the sexual education na to now the metaphor that participate in te construction of conceptions about adolescent's pregnancy. Based on the Conceptual Metaphor Theory of Lakoff & Johnson (2002), wu analyzed the metaphors conceptions, conernung adolecent's preganancy, presented in twenty one adolecents - pregnant and mothers - attended in a public maternity of reference in prenatal assistance in Belo Horizonte, Minas Gerais. The methodology qualitative, with some quantitative analysis, the data had been gotten throught a documentary resarch, carried throught in medical handbooks, questionnaire, individual interviews, comprehensive interviews and group discussion. The results, whit respect to the studied group, show (1) with the metaphors, we could now the diferente conceptions that the preganancy "transforms" the adolescent into woman and mother. (3) It had not a change in the meaphoric conceptions of the adolescent during the periods of pregnancy and after-childbirth. (4) The metaphors are formed by daily experience that the adolescents bring their familiar, school and social living. This research appoints that the educative practice must attempt to recognize the metaphors in the speeches of the adolescents concerning the pregnancy conceptions, to guide a new pedagogical approach of sexual educativo.

2006

AMARAL, Silvia Eugênia do. **Analogias e metáforas no ensino de ciências: aplicações na Educação Sexual.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2006. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2006
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Prof. Dr. Ronaldo Liuz Nagem • Dra. Maria da Conceição Duarte • Dra. Íris Barbosa Goulart

- Dra. Cátia Rodrigues Barbosa
- Prof. Dr. Jerônimo Coura Sobrinho

Resumo

Esta pesquisa discute o uso das analogias e metáforas no ensino de Ciências, em um estudo aplicado à educação sexual. Sugere as analogias e metáforas como recursos de pesquisa e ensino nessa área. As investigações contemplaram os seguintes campos: a construção da identidade de gênero no Brasil a partir das analogias oriundas das denominações populares (ou metafóricas) dos termos: genitais masculinos, genitais femininos e intercurso sexual; as metáforas das correntes metodológicas da Educação Afetivo-Sexual iluminadas pela teoria da Metáfora Conceptual; e a interpretação das metáforas e analogias por mulheres negras, de campanhas institucionais de DST/Aids. Utilizamos a metodologia de caráter etnográfico e exploratória, visando formas mais adequadas para esta investigação. Os resultados apontam algumas considerações sobre o envolvimento dessas analogias e metáforas na educação sexual e sugerem o uso metodológico das mesmas como ferramentas educacionais, permitindo a revisão de conceitos, comportamentos e crenças morais e contribuindo ainda com a desconstrução de mitos, ideologias discriminadoras e tabus.

ABSTRACT

This research discusses the use of analogies and metaphors, in a study applied to the sexual education. It suggests the analogies and metaphors as research and educations sources in this area. The investigations had contemplated the following fields: the construction of genre identity in Brazil from analogies derived from popular denomination (or metaphorical) of the terms: male genitals, female genitals and sexual intercourse; the metaphors of the methodological chains of sexual-affective education enlightened by the conceptual metaphors theory; and the interpretation of analogies and metaphors from government STDs/AIDS prevention campaigns by black women. We utilized the ethnographic and exploratory methodology to search adequate forms of such investigation. The results point some considerations about the implication of these analogies and metaphors in sexual education, and suggests their methodological use as education tools, allowing a review of concepts, behaviors and moral beliefs, contributing with the deconstruction of myths, discriminating ideologies and taboos.

MARCELOS, Maria de Fátima. **Analogias e metáforas da Árvore da Vida, de Charles Darwin, na prática escolar**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2006. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2006.

DADOS DA DISSERTAÇÃO

Data da Defesa da Dissertação: 21/08/2006

Local: CEFET-MG

Participantes da Banca de Defesa:

- Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador)
- Dra. Maria da Conceição Medeiros Martins Duarte
- Dr. Pedro Alves Campos
- Dr. Dácio Guimarães Moura
- Dr. João Bosco Laudaes

Resumo

Este trabalho tem por objetivo contribuir para a melhoria do ensino de Biologia por meio da análise das analogias e metáforas contidas em teorias científicas. Analisamos as analogias e metáforas presentes na *Árvore da Vida* da Teoria da Evolução darwinista e buscamos verificar como elas aparecem na prática docente, na concepção de alunos de Ensino Médio e em livros didáticos. Para tal, foi realizada uma pesquisa qualitativa em quatro partes: análise da *Árvore da Vida* de Charles Darwin; pesquisa com professores de Biologia de Ensino Médio; pesquisa com alunos de 3º ano de Ensino Médio; análise de livros didáticos de Biologia de nível médio. Nossa análise teve como base teórica a literatura pertinente ao tema, especialmente os conceitos de analogia e metáfora de DUIT (1991) e a teoria da *Metáfora Conceptual* de LAKOFF e JOHNSON (1980). Os resultados apontam: 1- o texto darwinista é complexo, repleto de analogias e metáforas. 2- A prática docente e a forma de abordagem da *Árvore da Vida* em livros didáticos possibilitam interpretações diversas dos alunos e, muitas vezes, não compatíveis com a descrição darwinista. Consideramos que esse trabalho abre perspectivas de pesquisas sobre A&M e Evolução, em especial às representações de teorias por diagramas ou árvores.

ABSTRACT

This work has for objective to contribute for the improvement of the teaching of Biology through the analysis of the analogies and metaphors contained in scientific theories. We analyzed the analogies and metaphors present in the *Tree of Life* of the Theory of the Darwinist Evolution and we looked for to verify how they appear in teacher practice, in High School student 's conception and in text books. For such, a qualitative research was accomplished in four parts: analysis of the Tree of Life from Charles Darwin; researches with High School's Biology teachers; researches with High School's 3rd year students; analysis of text from High School Biology books. Our analysis had as theoretical base the pertinent literature to the theme, especially the analogy and metaphor concepts of DUIT (1991) and the theory of the Conceptual Metaphor of LAKOFF and JOHNSON (1980). The results show: 1 - the Darwinist text is complex, full of analogies and metaphors. 2 - the educational practice and the approach of the Tree of Life in text books make possible the students' several interpretations and, many times, not compatible with the Darwinist description. We considered that this work opens perspectives of researches about A&M and Evolution, especially to the representations of theories for diagrams or trees.

2005

OLIVEIRA, Eliene Freire. **Analogias e metáforas como recursos didáticos para o ensino da matemática.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2005. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2005.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 09/2005
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Dácio Guimarães Moura • Dr. Ewaldo Melo de Carvalho • Dr. João Bosco Laudaes
Resumo

Este trabalho é um estudo sobre analogias e metáforas como recursos didáticos para o ensino da Matemática. Seu objetivo é identificar e analisar diversas linguagens matemáticas presentes em livros didáticos de Matemática, com especial ênfase na utilização de analogias e metáforas. A partir da identificação e análise das analogias e metáforas encontradas na pesquisa qualitativa, utilizou-se a Metodologia de Ensino com Analogias - MECA - para testar o potencial da analogia da balança de dois pratos, como veículo para a compreensão do conceito de equação matemática. Este teste foi realizado com demonstração e questionários dirigidos a estudantes de graduação em Pedagogia e Matemática. Os resultados da pesquisa apontam a utilização de diversas linguagens matemáticas, principalmente a linguagem pictórica, com acentuada presença de desenhos, fotos e figuras. Não foi identificado o uso sistemático de analogias e metáforas, que aparecem, na maior parte das vezes, em espaços secundários. A balança de dois pratos mostrou-se um veículo adequado, embora a maioria dos estudantes tenha demonstrado dificuldades em utilizar o raciocínio analógico. Ao final, traçamos algumas considerações sobre a necessidade de um estudo mais profundo e sistemático das analogias e metáforas como contribuição para a melhoria do ensino da Matemática.

ABSTRACT

This work is a study about analogies and metaphors as didactic resources in Mathematics teaching. Its objective is to identify and analyze the various Mathematical languages found in Mathematics didactic books, with special emphasis on the use of analogies and metaphors. After the identification and analysis of the analogies and metaphors found in the qualitative research, the Teaching Methodology with Analogies - MECA - was used to test the potential of the analogy of the beam balance of two pans, as a vehicle to the comprehension of the concept of mathematical equation. This test was made with demonstration and strict questionnaires directed to graduate students of Pedagogy and Mathematics. The results of the research shows the use of diverse mathematical languages, mainly the picturesque language, with a high presence of drawings, photos and pictures. It has not been identified a systematic use of analogies and metaphors, which appear, most of the time, in secondary spaces. The beam balance of two pans showed to be an appropriate vehicle, although most of the students have shown difficulty to make use of analogical reasoning. At the end, we also outline some considerations about the necessity of a more profound study about the systematic use of analogies and metaphors as a contribution to make Mathematics teaching better.

PEREIRA, Ana Cristina Carvalho. **Linguagem e cognição:** uso de analogias e metáforas no ensino do balé em escolas de belo horizonte. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientador: Dr. Ewaldo Mello de Carvalho. 2005. (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2005.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 29/09/2015
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Ewaldo Mello de Carvalho (coorientador) • Dra. Graziela Estela Fonseca Rodrigues • Dra. Delaine Cafeiro Bicalho • Dr. Heitor Garcia de Carvalho

Resumo

Este trabalho tem o propósito de contribuir para o entendimento do uso de analogias e metáforas - A&M - como instrumentos facilitadores do processo de ensino-aprendizagem no balé. Pretendeu-se verificar como, quando e para que as analogias e as metáforas eram utilizadas nas salas de aulas de balé. Buscou-se assim, esclarecer os usos de A&M e apontar a necessidade de se ampliar o uso intuitivo e implícito, tradicional, por uma metodologia explícita, consciente e sistematizada de transmissão dos conhecimentos técnicos e artísticos do balé. Realizou-se uma investigação aprofundada, cujo universo constituiu-se de 9 professores de balé, de 6 escolas conceituadas de Belo Horizonte. Esse conjunto de professores alcançou, com suas aulas, cerca de 178 alunos, observados, in loco, pela autora, em atividades com seus professores. A dissertação apóia-se em três grandes áreas, isto é, a arte da dança, com ênfase no balé, a educação, com ênfase na didática e a linguagem aplicada, concentrada no uso de A&M como facilitador da aprendizagem, cujos aspectos pertinentes a este trabalho são abordados resumidamente. Os resultados corroboraram a utilidade do uso de A&M no ensino de conceitos e práticas, necessárias à iniciação artística. Constatou-se, ainda, que o seu uso é frequente entre os professores de balé, como recurso facilitador da aprendizagem. O uso corrente de A&M evidenciou a presença de uma linguagem-apoio, cuja função mediadora, busca uma aprendizagem significativa, mesmo não se apresentando explicitamente, mas tacitamente presente. Outra contribuição encontra-se na constatação, a partir da análise de desenhos, que as A&M podem ser utilizadas, também, como recurso para avaliar o grau de entendimento que os alunos têm dos movimentos de dança e como proposta de avaliação processual da aprendizagem de balé.

ABSTRACT

The main purpose of this study was to contribute to the understanding of the use of analogies and metaphors - A&M - as facilitator tools in the process of teaching - learning ballet. It was intended to verify how, when, and what for these analogies and metaphors were used in the classroom environment, thus searching for an understanding of their applications, as well as to point out the need for a substitution of the implicit and intuitive traditional use for the explicit, conscious, and systemized one in the transmission of technical and artistic knowledge of ballet. A group of 09 ballet teachers instructors of 06 renowned ballet schools in Belo Horizonte was thoroughly investigated. This group reached, with its classes, nearly 178 students who were observed in loco, by the author of the study, in activities with their teachers. Three main areas support this study: the art of dance, with emphasis on ballet; the education, which is present in some didactic components; and the applied language, which concentrated on the use of A&M as didactic resources. The results corroborated the usefulness of the use of A&M in the teaching of concepts and practices necessary to the initiation to arts. It was verified that the use of A&M is frequent among ballet teachers as a facilitator resource for learning. The constant use of A&M evidenced the probable manifestation of a support language, whose mediating function search for a meaningful acknowledgement, even when it does not appear explicitly, but it is tacitly present. Another contribution can be found when one verifies, from the analysis of drawings, that A&M can be used, also, as resource to evaluate the degree of understanding the students have of the corporeal movements of the dance, and also as a proposal for process evaluation in the learning of ballet.

2004

FIGUEROA, Ana Maria Senac. **O uso sistemático de analogias:** estudo de um modelo de ensino para o conceito de incompatibilidade sanguínea. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientador: Dr. Ewaldo Melo de Carvalho. 2004. 139 f. (Mestrado em Tecnologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2004.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2004
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dr. Ewaldo Melo de Carvalho (coorientador) • Dr. Eduardo Adolfo Terrazzan • Dr. Antonio Tarciso Borges • Dr. Fábio Wellington Orlando da Silva
Resumo
O presente trabalho discute as estratégias centradas nos <i>modelos de ensino</i> para expressar os conteúdos científicos e propõe uma efetiva aplicação do uso sistemático de analogias nesses modelos. Para tanto, utiliza a Metodologia de Ensino com Analogias – MECA – para tentar verificar a potencialidade do modelo de ensino, que chamamos de <i>café com leite</i>, para a compreensão do conceito de incompatibilidade sanguínea. O tipo de pesquisa utilizado baseou-se nos fundamentos das pesquisas etnográficas aplicáveis à prática escolar. Parte do pressuposto que o recurso para o raciocínio analógico auxilia na compreensão do conhecimento científico na medida em que aproxima dois assuntos de naturezas distintas. Um domínio menos familiar chamado de <i>alvo</i>, é tornado compreensível por semelhança com um domínio mais familiar, denominado <i>veículo</i>. Apresenta reflexões sobre como o modelo de ensino proposto pode ser utilizado em diversas áreas do conhecimento e para diversos temas. Na identificação de novas analogias, elaboradas pelos alunos, para o mesmo modelo de ensino, verifica-se a possibilidade de avaliação da compreensão do conceito a ser compreendido, tanto pelo professor, como também pelo aluno para proporcionar uma reflexão sobre a sua própria aprendizagem. Ainda, com relação à criação de uma nova analogia para o modelo proposto, verificamos que algumas das analogias construídas pelos alunos poderiam ser utilizadas para substituir o modelo de ensino <i>café com leite</i>. Outras, porém, não apontam nenhum indício de que as relações entre o alvo e o veículo poderiam ser estabelecidas. Verificamos dificuldades no estabelecimento das relações de semelhanças e de diferenças entre o alvo e o veículo, principalmente quando não houve a interação do professor, na condução desse estabelecimento. A discussão final mostra alguns dos problemas pedagógicos encontrados quando não se consideram, criteriosamente, o alcance e os limites das analogias utilizadas didaticamente e as perspectivas e expectativas que esse estudo pode apresentar para a melhoria da qualidade do ensino de ciências.
ABSTRACT
The present work discusses the strategies centered in the teaching models to express the scientific contents, and, it proposes an effective application of the systematic use of analogies in those models. For so much, it uses the Methodology of Teaching with Analogies – MECA – to try to verify the potentiality of the teaching model, that we call coffee and milk, for the understanding of blood's incompatibility concept. The research type used was based on the foundations of the ethnographies applicable researches to the school practice. It is a presupposition that the resource for the analogical reasoning aids in the understanding of the scientific knowledge as it approximates two subjects of different natures. A domain less familiar called target is turned comprehensible for similarities with a more family domain, called "vehicle". This work presents reflections on as how the model of proposed teaching can be used in several areas of the knowledge and for several themes. In the identification of new analogies, elaborated by the students, for the same teaching model the possibility of evaluation of the understanding is verified from the concept to be understood, so much for the teacher, as well as for a reflection of the student on his/her own learning. Still, with relationship to the creation of a new analogy for the proposed model, we verified that some of the analogies built by the students could be used to substitute the model of teaching coffee and milk. Others, however, do not point any indication that the relationships between the target and the vehicle could be established. We verified difficulties

in the establishment of the relationships of similarities and of differences between the target and the vehicle, mainly when there was not the teacher's interaction, in the conduction of that establishment. The close discussion shows some of the found pedagogic problems when they are not considered, criteriously, the reach and the limits of the analogies used didactically and the perspectives and expectations that the study can present for the improvement of the quality of the teaching of sciences.

SILVA, Cinthia Maria Gomes e. **Uma proposta de metodologia investigativa para o pensamento e a linguagem metafóricos e sua atividade no sistema cerebral.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2004. 186 f. (Mestrado em Tecnologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2004.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2004
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem • Dr. Fernando Madalena Volpe • Dr. Adelanir Antônio Barroso • Dr. A. Tavares
Resumo
Neste trabalho propõe-se uma metodologia investigativa para o estudo do pensamento e da linguagem metafóricos em comparação com o pensamento e a linguagem lógico-matemáticos. Com base nos estudos da neurociência, em que vários campos do conhecimento convergem, o presente trabalho busca compreender como se processa o pensamento metafórico e objetiva traçar sua topografia cerebral, por meio de imagens cintilográficas. Pretende-se demonstrar o status cognitivo das metáforas no estudo do desenvolvimento cognitivo humano, com foco principal em Piaget, e a importância desse tipo de pensamento e linguagem para o campo da educação e da tecnologia. A nossa proposta fundamenta-se em estudos que indicam ser as metáforas ótima ferramenta pedagógica na medida em que facilitam a compreensão, a criação e/ou a inovação. Além disso, o pensamento metafórico compartilha do mesmo status cognitivo do pensamento lógico-matemático e, ambos estão subordinados ao desenvolvimento cognitivo. Observa-se, portanto, que a linguagem metafórica não é intrínseca à operação cognitiva metafórica. O desenvolvimento da metodologia proposta implicou no trabalho de uma equipe multidisciplinar, composta de médicos nucleares, biólogo, psicólogo, psiquiatras e educadores. Foram utilizados três instrumentos de pesquisa: (1) exame psiquiátrico, para a seleção dos Sujeitos Experimentais; (2) estímulos aos pensamentos lógico-matemático e metafórico, para produzir nos Sujeitos Experimentais os pensamentos em estudo; (3) exames de cintilografia cerebral, para tentar apreender as áreas cerebrais envolvidas com os dois tipos de pensamento. Os resultados mostram eficiências e ineficiências da metodologia criada e a necessidade de seu aprofundamento e, a não diferenciação de atividade cerebral entre o pensamento metafórico e o pensamento lógico-matemático. Secundariamente, demonstram relações significativas na utilização do pensamento e da linguagem lógico-matemáticos e metafóricos. Tais estudos apontam para possibilidades de estudos posteriores relacionados a métodos avaliativos da cintilografia, às metodologias utilizadas nas pesquisas sobre o cérebro e no desempenho dos indivíduos na utilização dos dois tipos de pensamento, considerando-se, inclusive, diferenças entre os sexos.

ABSTRACT

This work proposes an investigative methodology for the study of metaphoric thought and language in comparison with logical-mathematical thought and language. Based on the studies of neuroscience, in which several fields of knowledge converge, the present work seeks to understand how metaphorical thinking is processed and aims to trace its cerebral topography, by means of scintigraphic images. It intends to demonstrate the cognitive status of metaphors in the study of human cognitive development, with main focus on Piaget, and the importance of this type of thinking and language for the field of education and technology. Our proposal is based on studies that indicate that metaphors are an excellent pedagogical tool as they facilitate understanding, creation and/or innovation. Furthermore, metaphorical thinking shares the same cognitive status as logical-mathematical thinking and both are subordinated to cognitive development. It is observed, therefore, that metaphorical language is not intrinsic to the cognitive metaphorical operation. The development of the proposed methodology involved the work of a multidisciplinary team, composed of nuclear doctors, biologists, psychologists, psychiatrists and educators. Three research instruments were used: (1) psychiatric examination, to select the Experimental Subjects; (2) stimuli to logical-mathematical and metaphorical thoughts, to produce in the Experimental Subjects the thoughts under study; (3) brain scintigraphy exams, to try to apprehend the brain areas involved with both types of thinking. The results show efficiencies and inefficiencies of the methodology created and the need for its deepening and the non-differentiation of brain activity between metaphorical and logical-mathematical thinking. Secondly, they demonstrate significant relationships in the use of logical-mathematical and metaphorical thinking and language. Such studies point to possibilities of further studies related to evaluation methods of scintigraphy, methodologies used in brain research and the performance of individuals in the use of both types of thinking, including considering differences between the sexes.

2003

GINO, Maurício Silva. **A expressão e a recepção do pensamento analógico/metafórico por meio da animação cinematográfica.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. Coorientador: Dr. José Tavares de Barros. 2003. (Mestrado em Tecnologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2003.

DADOS DA DISSERTAÇÃO**Data da Defesa da Dissertação:** 25/06/2013**Local:** CEFET-MG**Participantes da Banca de Defesa**

- Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador)
- Dr. José Tavares de Barros (coorientador)
- Dr. Marcello Giovanni Tassara
- Dr. Heitor Garcia de Carvalho
- Dr. Ewaldo Melo de Carvalho

Resumo

Este trabalho teve a finalidade de contribuir para uma melhor compreensão do uso da linguagem metafórica no processo de comunicação por meio dos filmes de animação. Assim, foi realizado um estudo com o objetivo de verificar a identidade entre a expressão do autor e a recepção pelos espectadores do pensamento analógico/metafórico através da animação cinematográfica. Para isso, realizou-se entrevista com Marcos Magalhães, autor do filme *Meow!*, através da qual obtiveram-se informações referentes às intenções na emissão

da mensagem. Posteriormente, organizaram-se três grupos de espectadores, por meio dos quais foram obtidos dados relativos à recepção da mensagem. O primeiro grupo foi formado por crianças de quarta série do ensino fundamental, com idades entre dez e onze anos; o segundo, formou-se por jovens universitários com média de 24,8 anos de idade; o terceiro, foi composto por adultos com formação superior e média de 42,8 anos de idade. Após confrontação dos dados referentes à emissão da mensagem pelo autor e a recepção pelos espectadores pôde-se perceber que a mensagem analógico/metafórica utilizada em filmes de animação não é percebida da mesma forma por todos os receptores. Assim, os análogos presentes no filme foram em geral facilmente interpretados por todos os grupos de espectadores, embora as crianças tenham apresentado grandes dificuldades na percepção do *alvo* das metáforas. Pôde-se concluir que fatores como idade, formação e escolaridade exercem uma influência direta na maneira como cada pessoa interpreta a mensagem veiculada pelo filme. Evidenciou-se ainda que a utilização da mensagem metafórica possibilita diversas interpretações realizadas a partir de filmes de animação, o que amplia as possibilidades de sua utilização como um *texto não escolar* em sala de aula, ao mesmo tempo em que exige do professor uma postura de mediador no sentido de orientar os temas identificados por seus alunos.

ABSTRACT

This piece of research aimed at to contribute to a better understanding of the metaphorical language usage in the communication process by means of animation movies. To accomplish this, a study to verify the identity between the author's expression and the viewers' reception of the analogical/metaphorical thinking through cinematographical animation was carried out. So, Mr. Marcos Magalhães, author of the movie *Meow!*, was interviewed, when information about his intentions on message emission was gathered. Later on, three groups of viewers were organized to provide data on message reception. Ten to eleven year-old children constituted the first group; the second, reunited Young undergraduates, whose average age was 24,8 years old; and graduate adults, whose average age was 42,8, composed the third group. After comparison of data related to author's intentions on emission and those on reception by viewers, it was possible to verify that the analogical/metaphorical message employed in animation movies is diversely seen by viewers. Thus, all groups in general, easily interpreted the analogs present in the movie, although the children had had difficulty in the perception of the metaphor target. It was possible to conclude that factors as age, area of expertise and education level do directly influence the personal interpretation of the message uttered by the movie. It was also possible to emphasize that the usage of the metaphorical message enables several interpretations of the animation movies. This amplifies the possibilities of their usage as a *non-school text* in the classroom. At the same time, this requires that the teacher becomes a mediator to orient themes identified by his/her students.

2002

AMARAL, Fábio José do. **Ensino da trigonometria via resolução de problemas mediado por dinâmicas de grupo, analogias e recursos informáticos.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2002. 138 f. (Mestrado em Tecnologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2002.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2002
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa

- Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador)
- Dr. Eduardo Fernandes Barbosa
- Dr. João Bosco Laudares

Resumo

ARAUJO, Isabel Campos. **A utilização de analogias e metáforas no discurso docente:** um estudo exploratório sobre os recursos didático-mediadores utilizados em um curso técnico do CEFET-MG. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2002. 138 f. (Mestrado em Tecnologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2002.

DADOS DA DISSERTAÇÃO

Data da Defesa da Dissertação: 2002

Local: CEFET-MG

Participantes da Banca de Defesa

- Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador)
- Dra. Maria Rita Neto Sales Oliveira
- Dr. Heitor Garcia de Carvalho
- Dr. Orlando Gomes de Aguiar Junior

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de apontar a possibilidade do uso sistemático de analogias e metáforas² como forma de auxiliar professores e alunos no processo de significação dos conteúdos escolares, principalmente daqueles mais abstratos, a partir das mediações simbólicas geradas pelo processo relacional entre o estranho e o familiar. Defende-se, dessa forma, a significação de conteúdos científicos e técnico-científicos, necessária ao seu entendimento e melhor aproveitamento por meio da utilização de um sistema de representações familiares (lingüísticas ou não), ou seja, adquirido previamente. Nesse sentido, as representações prévias seriam comparadas com as novas informações, viabilizando as relações necessárias à assimilação dos novos significados que lhe estejam sendo apresentados. Esse processo se daria pela interação entre o indivíduo e o seu meio. Interação esta que seria mediada por um sistema de símbolos e signos próprios da cultura na qual se encontra inserido (a linguagem escrita e falada), construídos e aperfeiçoados social e historicamente e, em se tratando do ambiente escolar, seriam veiculados, principalmente, pelo discurso docente. Basicamente o processo analógico ocorre de forma espontânea na cognição humana, a fim de expressar tanto conceitos mais difíceis e complexos quanto aqueles mais fáceis, além de ser utilizado desde a Antiguidade como recurso para diferentes formas de expressão de sentimentos, pensamentos e até da personalidade.

ABSTRACT

This work aims to point out the possibility of the systematic use of analogies and metaphors² as a way to help teachers and students in the process of meaning of school contents, especially those more abstract, from the symbolic mediations generated by the relational process between the stranger and the familiar. This way, the meaning of scientific and technical-scientific contents is defended, necessary for their understanding and better use through the use of a system of family representations (linguistic or not), that is, acquired previously. In this sense, the previous representations would be compared with the new information, making possible the necessary relations for the assimilation of the new meanings that are being presented. This process would take place through the interaction

between the individual and his environment. This interaction would be mediated by a system of symbols and signs proper to the culture in which the individual is inserted (written and spoken language), built and improved socially and historically and, when it comes to the school environment, would be conveyed mainly by the teaching discourse. Basically, the analogical process occurs spontaneously in the human cognition, in order to express both more difficult and complex concepts as well as those that are easier, besides being used since ancient times as a resource for different forms of expression of feelings, thoughts and even personality.

GINO, Andréa Silva. **A utilização de analogias no processo de ensino e aprendizagem e sua interferência como instrumento de construção e significação dos conhecimentos e de avaliação da aprendizagem.** Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2002. 143 f. (Mestrado em Tecnologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2002.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 20/03/2002
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (orientador) • Dra. Iris Barbosa Goulart • Dr. Ewaldo Melo de Carvalho • Dácio Guimarães Moura
Resumo
Esta dissertação buscou avaliar se o uso de analogias no ensino pode contribuir como recurso metodológico na construção e na significação do conhecimento e como instrumento de avaliação no processo de ensino e de aprendizagem. A pesquisa foi realizada com alunos do curso de Pedagogia da FAE-UEMG, durante o 2º semestre de 1999 e o 1º semestre de 2000. A hipótese levantada é de que o uso de analogias é mais significativo para a construção e significação do conhecimento quando a elaboração de analogias é realizada pelo professor na exposição do assunto a partir de questões sinalizadas pelos alunos e, mais sistematicamente, a elaboração de analogias é realizada pelos alunos oralmente ou em produções escritas. A metodologia utilizada nas turmas pesquisadas esteve fundamentada na perspectiva da construção e significação do conhecimento, por meio da elaboração de analogias. A verificação e a análise dos resultados apontam o uso de analogias como recurso favorável à construção e a significação de conhecimentos, fundamentada numa perspectiva sócio-interacionista. Demonstrou a necessidade de adoção de uma sistematização metodológica que possa orientar o processo de ensino e de aprendizagem sem prejuízo ao processo de construção de conhecimento do aluno.
ABSTRACT
This dissertation sought to evaluate whether the use of analogies in teaching can contribute as a methodological resource in the construction and significance of knowledge and as an evaluation tool in the teaching and learning process. The research was carried out with students from the Pedagogy course at FAE-UEMG, during the 2nd semester of 1999 and the 1st semester of 2000. The hypothesis raised is that the use of analogies is more significant for the construction and significance of knowledge when the elaboration of analogies is carried out by the teacher in the exposition of the subject from questions signalled by the students and, more systematically, the elaboration of analogies is carried out by the students orally or in written productions. The methodology

used in the researched classes was based on the perspective of construction and meaning of knowledge, through the elaboration of analogies. The verification and analysis of the results point to the use of analogies as a favorable resource for the construction and significance of knowledge, based on a socio-interactionist perspective. It demonstrated the need to adopt a methodological systematization that can guide the teaching and learning process without prejudice to the student's process of knowledge construction.

GONÇALVES, Vanilda Maria. **Um estudo sobre a presença de analogias e metáforas no processo de ensino e de aprendizagem em um ambiente de informática da educação infantil**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. 2002. 115 f. (Mestrado em Tecnologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2002.

DADOS DA DISSERTAÇÃO
Data da Defesa da Dissertação: 2002
Local: CEFET-MG
Participantes da Banca de Defesa
• Dr. Ronaldo Luiz Nagem (Orientador) • Dra. Rosária Justi • Dr. Paulo César Santos Ventura • Dr. Heitor Garcia de Carvalho
Resumo

Iniciação científica

FONSECA, Rafael Bruno da Cunha. **Multiverso**: reconstrução de um modelo análogo ao espaço sideral para divulgação da ciência. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. (Projeto de Iniciação Científica/Voluntária). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2017

DADOS DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA
Título do Projeto: Multiverso: Reconstrução de um Modelo Análogo ao Espaço Sideral para Divulgação da Ciência
Data do Encerramento do Projeto: 12/2017
Local: CEFET-MG
Resumo
O presente trabalho é uma reconstrução de um modelo que foi desenvolvido inicialmente para a divulgação científica em espaços não-formais de educação pelo pesquisador Délcio Julião Emar de Almeida (Almeida, 2012) sendo um modelo análogo do espaço sideral tridimensional em meio fluido (MAES3D-MF) e apelidado de “Multiverso” devido ao fato de poderem ser colocados vários desses modelos em uma mesma sala sendo cada um deles análogo a um universo diferente. O modelo consiste em um sistema bifásico água/álcool em um

recipiente de vidro. Óleo pigmentado com diversas cores é borrifado, com auxílio de um borrifador de água comum, nesse sistema como um análogo à distribuição de matéria no universo após o Big Bang. O álcool deve ser adicionado com muito cuidado para garantir que as substâncias não se misturem. Além disso, é recomendável que o óleo esteja pigmentado com pigmentos coloridos e fluorescentes e que o modelo seja apresentado em um ambiente escuro com auxílio de luz negra para realçar a fluorescência do pigmento tornando o modelo esteticamente mais belo e tornando-o ainda mais imersivo. Sendo o óleo menos denso que a água e mais denso que o álcool e pelo fato de que este não se mistura com nenhuma das substâncias acima citadas então ao ser borrifado ele ocupa a interface dessas substâncias. O objetivo deste trabalho é permitir a melhor compreensão de conceitos astronômicos complexos e de difícil assimilação entre os alunos por não fazerem parte de seu cotidiano, tais como: poeira cósmica, movimentação de matéria, aglutinação de matéria, formação de astros, formação de galáxias e até mesmo, com intervenção mecânica, simular um Big Bang. Além disso, devido ao caráter estético e contemplativo do modelo, os princípios físicos e químicos presentes na sua elaboração podem ser explorados, tais como: hidrostática, misturas químicas e densidade. O presente modelo já foi apresentado em eventos científicos, museus e esteve no Espaço do Conhecimento da Praça da Liberdade em Belo Horizonte, durante um mês, promovendo oficinas sobre Astronomia para crianças, adolescentes e adultos. Sua última exibição ocorreu na VIII – ESOCITE (Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade) que ocorreu no CEFET-MG em agosto de 2019. A apresentação na ESOCITE teve uma excelente recepção por parte dos visitantes ali presentes e principalmente dos alunos de diversas escolas que estavam em excursão.

FONSECA, Rafael Bruno da Cunha. **Arquitetura e desenvolvimento do repositório de informações do grupo de estudos de metáforas, modelos e analogias na tecnologia, na educação e na ciência – GEMATEC**. Orientador: Dr. Ronaldo Luiz Nagem. (Projeto de Iniciação Científica/Voluntário). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2018

DADOS DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Título do Projeto: Arquitetura e Desenvolvimento do Repositório de Informações do Grupo de Estudos de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência – GEMATEC

Data do Encerramento do Projeto: 07/2018

Local: CEFET-MG

Resumo

Em nossa atual sociedade em que o tempo precisa ser cada vez mais otimizado torna-se fundamental criar medidas administrativas para o controle e gerenciamento de textos, arquivos, imagens, entre outros para evitar perdas de tempo e trabalho com buscas desnecessárias. Tendo esse princípio em mente e a praticidade gerada pelo avanço da internet, foi desenvolvido um sistema online de busca pública, controle e aquisição de informações e conhecimentos produzidos ou pertencentes ao Grupo de Estudo de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia na Educação e na Ciência (GEMATEC) que estão restritos ao plano físico com a finalidade de auxiliar na preservação e permitir a consulta pública auxiliando ainda mais na divulgação do conhecimento e da ciência. São essas informações: a) teses e dissertações; b) artigos, trabalhos e resumos; c) banners / pôsteres; d) sumários de livros; e) convites e resumos de encontros semanais; f) slides de apresentações. O sistema foi criado utilizando as linguagens HTML, CSS, JavaScript e em grande parte a linguagem PHP, e conectada a um banco de dados feito em linguagem SQL gerenciado pelo Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) MySQL onde ficam armazenadas todas as informações cadastradas.

Atualmente apenas os banners foram completamente cadastrados enquanto os outros arquivos serão cadastrados posteriormente. Algumas páginas ainda estão em processo de construção e por isso uma página alertando o usuário é exibida. Essas páginas faltantes serão adicionadas como futuras atualizações do sistema. O sistema foi apresentado para todos os membros do GEMATEC com todos os banners do grupo devidamente cadastrados. Embora o sistema ainda apresente alguns erros relativos principalmente à segurança e da evidente necessidade de um domínio particular ou hospedado nos servidores do CEFET-MG, o sistema está em pleno funcionamento e já está disponível online no endereço <http://gematec.oowebhostapp.com>. O grupo como um todo avaliou positivamente o funcionamento e a praticidade gerada pelo sistema para auxílio em futuras pesquisas.

FONSECA, Rafael Bruno da Cunha. **Base de dados digital sobre estratégias de modelagem empregadas em exposições de museus de ciência & tecnologia.**

Orientador: Dr. Alexandre da Silva Ferry. (Projeto de Iniciação Científica/Bolsista).

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus II, 2018/2019

DADOS DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA
Título do Projeto: Base de Dados Digital sobre Estratégias de Modelagem Empregadas em Exposições de Museus de Ciência & Tecnologia
Data do Encerramento do Projeto: 07/2019
Local: CEFET-MG
Resumo
Após uma investigação pós-doutoral realizado no Instituto de Educação da Universidade do Minho, em Portugal, de março de 2017 a fevereiro de 2018, registrou-se fotograficamente cerca de 650 conjuntos expositivos baseados em modelagem, encontrados em mais de 40 centros e museus de ciências europeus. Devido a extensa quantidade de dados obtidos e diversas imagens fotográficas coletadas dos conjuntos expositivos foi então pensado o desenvolvimento de uma plataforma digital que armazene em um banco de dados as imagens e informações obtidas por meio da análise, categorização e descrição dos conjuntos expositivos baseados em modelagem. Optou-se pelo software Tainacan, um software livre desenvolvido pela Universidade Federal de Goiás (UFG) em parceria com outras universidades e instituições brasileiras para gestão de acervos culturais digitalizados, utilizado em conjunto com a ferramenta para criação de sites WordPress como base para o desenvolvimento do referido sistema. O método de categorização foi desenvolvido pelo orientador desse projeto em sua pesquisa pós-doutoral contemplando diversos aspectos. São eles: a) características do conjunto expositivo; b) características da entidade de interesse científico representada; c) características do modelo no contexto da exposição; d) integração de Tecnologias Digitais (TD); e) curiosidades sobre a exposição e outras considerações sobre o conjunto expositivo. Um dos empecilhos iniciais do WordPress e do plug-in Tainacan era o tempo muito alto de carregamento para executar uma ação. Eram cerca de 20 segundos para realizar cada ação sendo um grande empecilho aprender e configurar a plataforma nessas condições. Um dos motivos pelo qual optou-se em continuar utilizando a plataforma era a promessa dos desenvolvedores de futuras atualizações que poderiam resolver esse e outros eventuais problemas encontrados. O problema do tempo de carregamento alto foi resolvido após atualizar a versão do PHP (ferramenta necessária para o funcionamento do WordPress) de 5.6.40 para 7.3.1. Fazendo isso o tempo de carregamento se tornou muito mais rápido permitindo trabalhar e utilizar a plataforma de forma eficiente. O Tainacan é um software que ainda estava em desenvolvimento, portanto a cada nova atualização eram trazidas novidades que eram implementadas no sistema. Sendo assim, uma das

desvantagens de se utilizar um software que ainda não estava em sua fase final era que essas atualizações mudavam em muito o modo de se operar o sistema. Os conhecimentos adquiridos sobre como operar a plataforma foram se tornando ultrapassados ao longo do desenvolvimento do projeto fazendo com que fosse gasto muito tempo para se adaptar as novidades do software e grande parte do conhecimento adquirido inicialmente se tornasse obsoleto. A base de dados ainda não pôde ser disponibilizada publicamente de forma online pois não foi possível hospedar o software já que este apresentava erros, problemas de conexão com o banco de dados, lentidão entre outros problemas em uma hospedagem gratuita. Sendo assim, ainda é necessário procurar uma hospedagem paga que tenha mais recursos e funcionalidades para abrigar a base de dados ou, o mais indicado, publicá-lo utilizando os servidores da instituição vigente. Os resultados foram apresentados na 14ª Semana de Ciência e Tecnologia, no 7º Seminário de Educação e Formação Humana, ambos ocorridos no CEFET-MG e para os membros do GEMATEC em eventuais palestras sobre a criação, objetivo e funcionamento do software.

A Editora Fi é especializada na editoração, publicação e divulgação de pesquisa acadêmica/científica das humanidades, sob acesso aberto, produzida em parceria das mais diversas instituições de ensino superior no Brasil. Conheça nosso catálogo e siga as páginas oficiais nas principais redes sociais para acompanhar novos lançamentos e eventos.



www.editorafi.org
contato@editorafi.org