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

A & M 20 ANOS

Formação e Atuação de Pesquisadores em Analogias, Metáforas e Modelos







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



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



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



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

9 786559 173730

editora Pfi .org

CC BY SA

A&M 20 anos



Diretor da série:

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

Conselho Editorial:

Alexandre Franca Barreto (Univasf - Pernambuco, Brasil)

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

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

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

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

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

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

Carlos Alberto Batista Santos (Uneb - Juazeiro, Brasil)

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

Carlos Eduardo Panosso (IFTO - Tocantins, Brasil)

Caroline Farias Leal Mendonça (Unilab - Ceará, Brasil)

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

Edson Hely Silva (UFPE - Pernambuco, Brasil)

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

Eliana de Barros Monteiro (Univasf - Pernambuco, Brasil)

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

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

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

Helder Manuel Guerra Henriques (IPP, ESECS - Portugal)

Juracy Marques (Uneb - Paulo Afonso, Brasil)

Leandro de Proença Lopes (Unilab - Ceará, Brasil)

Léo Barbosa Nepomuceno (UFC - Ceará, Brasil)

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

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

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

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

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

Mariana Tavares Cavalcanti Liberato (UFC - Ceará, Brasil)

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

A&M 20 anos

Formação e atuação de pesquisadores em analogias, metáforas e modelos

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



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

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

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

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

420 p.

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

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

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

CDD: 370

Índices para catálogo sistemático:
1. Educação 370

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

Dácio G. Moura

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Carta ao leitor

Ronaldo Luiz Nagem
Siane Paula de Araujo
Maria de Fátima Marcelos

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

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

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

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

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

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

Indice

Apresentação e Breve Histórico 15

Parte 1

1 32

Guarda-chuva de ideias

Ronaldo Luiz Nagem
Maria de Fátima Marcelos
Siane Paula de Araujo

Parte 2

2 103

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

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

3 124

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

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

4 148

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

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

5 **170**

Analogias nas ciências da saúde

Eliene Diniz dos Santos

João Rodolfo Lauton M. de Souza

Ronaldo Luiz Nagem

6 **198**

Jogo de empresas como modelo na educação gerencial

Suryam Guimarães Lima

Ronaldo Luiz Nagem

Raquel Quirino

7 **218**

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

Alexandre da Silva Ferry

8 **236**

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

Cláudia Gomes França

Leila Saddi Ortega

9 **259**

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

Josefina Barrera Kalhil

César E. Mora Ley

10 **274**

O raciocínio lógico no contexto de ensino e de aprendizagem

Tamires Sousa Batista

Marina Chaves Silva

Ronaldo Luiz Nagem

11 **291**

O raciocínio analógico no contexto de ensino e de aprendizagem

Marina Chaves Silva

Tamires Sousa Batista

Ronaldo Luiz Nagem

Parte 3

Catálogo de Resumos **317**

Apresentação e Breve Histórico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[6] Docente efetivo do programa.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8

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

Cláudia Gomes França [1]
Leila Saddi Ortega [2]

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**
Por dentro todos somos iguais! *O corpo é massa!*	Biologia/Sociologia
A tabela periódica no caderno de receitas! *Comunidade Habiotacional* *Alimenteia* *Dominotrófico* *Deu Química!!!*	Biologia/ Meio Ambiente/ Química
Olhar o céu, compreender a Terra! *Antenados* *Minhas constelações*	Astronomia
Admirável mundo micro *Escalafobéticos*	Microbiologia

Denguemia RPG *Denguemia Jogo de Tabuleiro*	Biologia/Sociologia
Jardins suspensos da Babilônia *Rolé por BH* *Meu jardim!* *A cidade que eu vivo, a cidade que eu desconheço!* *Vai uma salada aí?*	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

pessoas, 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 estórias, 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 planificado, 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 *marmitex* (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 planificada 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=S0187-893X2009000100005&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: htpps://www. https://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=S0102-88392002000400004& lng=en&nrm=iso . Acesso em 02 nov. 2020.