



Rangel Benedito Sales de Almeida

**ANALOGIAS E MODELOS: CONSTRUÇÃO DE OBJETOS MUSEAIS
PARA A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

Belo Horizonte

2017



Rangel Benedito Sales de Almeida

**ANALOGIAS E MODELOS: CONSTRUÇÃO DE OBJETOS MUSEAIS
PARA A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem

Belo Horizonte

2017

A447a Almeida, Rangel Benedito Sales de
Analogias e modelos: construção de objetos museais para a divulgação científica / Rangel Benedito Sales de Almeida. – 2017. 120 f. : il, fotos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica.
Orientador: Ronaldo Luiz Nagem.
Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

1. Educação não-formal – Belo Horizonte (MG) – Teses.
2. Analogias – Belo Horizonte (MG) – Teses. 3. Museus de ciência – Projetos e construções – Belo Horizonte (MG) – Teses. 4. Comunicação na ciência – Teses. I. Nagem, Ronaldo Luiz. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título.

CDD 370.7109815

Dedico esta dissertação ao grupo AMTEC, em especial à Fátima Marcelos, Alexandre Ferry e Délcio Almeida, pelo apoio fraterno e incondicional.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem, pela confiança, respeito e apoio nos momentos mais complexos dessa jornada.

Ao Prof. Dr. Alexandre Ferry, por seus conselhos e direcionamentos imprescindíveis para a realização desta pesquisa.

Ao Prof. MSc. Dêlcio Julião Almeida, por sua amizade, comprometimento, companheirismo e pelas horas a fio debruçadas sobre esta pesquisa.

À MSc. Maria de Fátima Marcelos, por todo o carinho e incentivo e principalmente por ter acreditado em mim mesmo quando eu não mais acreditava.

À MSc. Kelly Cristina da Silva, pela força, pela inspiração e pelo carinho.

A todos os colegas de mestrado, especialmente à Gláucia Murta, Eliene Mercês e Érica Portela, que sempre conseguiram tempo para dividirem suas angústias e conquistas durante esse processo.

Aos amigos do grupo de estudos GEMATEC, por me receberem de braços abertos, por suas contribuições e auxílio na definição dos caminhos desta pesquisa.

A todos os sujeitos desta pesquisa, pela participação.

À minha irmã Zenaide, sempre com sua força inesgotável.

À minha mãe Margarida, por interceder com suas orações pelo sucesso de seus filhos.

Aos professores do Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização desta pesquisa, não tenho palavras para expressar minha profunda gratidão.

“Parte do problema de realização é ser capaz de definir metas realistas, mas isso é uma das coisas mais difíceis de fazer, porque você nem sempre sabe exatamente onde você está indo e onde você não deve ir.” (George Lucas)

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 Dendree 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.

Palavras-chave: Modelos. Analogias. Espaços não formais de educação. Mapeamento estrutural. 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 Délcio 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 Dendree 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.

Keywords: Models. Analogies. Non-formal education spaces. Structural mapping. Scientific divulgation.

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

FIGURA 1: Método de Ensino com Analogias proposto por Nagem, Carvalhaes e Dias (2001)	18
FIGURA 2: Atração Matéria Prima: “Somos feitos de estrelas”. A frase de Carl Sagan inspira o conteúdo do objeto museal, que aborda uma das teorias da formação do universo, o Big Bang, e a evolução do Planeta Terra	22
FIGURA 3: Atração Água: Representação do ciclo hidrológico e importância da água, substância química essencial para todas as formas conhecidas de vida, destacando seu uso nos processos da mineração	24
FIGURA 4: Atração Vil Metal: Tabela de conversibilidade em ouro que permite trocar e valorar algumas commodities, como o feijão, o açúcar e o algodão, estabelecendo comparações com séculos passados	25
FIGURA 5: Atração Mesa de Átomos: Recurso tecnológico que permite unir alguns elementos da Tabela Periódica para formação de compostos com características, aplicações e imagens da sua forma física	26
FIGURA 6: Esquema relacional entre os conceitos Modelos, Análogos e Alvo	28
FIGURA 7: Atração Logística: Maquete interativa apresenta o caminho percorrido pelo minério, desde sua extração na lavra até sua chegada ao porto	29
FIGURA 8: Oficina Multiverso: Planetário Líquido, realizada em 2015 no Espaço do Conhecimento UFMG	32
FIGURA 9: Atração Vale o Quanto Pesa, do MM-Gerdau: Balança apresenta uma estimativa da quantidade de substâncias minerais presentes no corpo de acordo com o peso da pessoa	33
FIGURA 10: Para ajudar a desvendar o universo dos minerais, das minas e do metal, o MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal conta com diversas ações gratuitas realizadas por seu Educativo	34
FIGURA 11: Atração Bebê Brasileiro: Estimativa da quantidade de substâncias minerais consumidas por um brasileiro ao longo de sua vida	35
FIGURA 12: Atração Sala das Minas: A história das minas e as particularidades de seus minérios ganham vida por meio de personagens históricos e fictícios. As instalações apresentam fatos conhecidos e curiosidades sobre importantes minas situadas no Estado de Minas Gerais	36
FIGURA 13: Atração Espaço Gerdau: A Gerdau possui forte presença em Minas Gerais, onde estão relevantes investimentos, como a implantação da linha de aços planos e as	

atividades de mineração	37
FIGURA 14: Atração Chão de Estrelas, do MM-Gerdau: Nas lunetas espalhadas pelo chão, algumas das riquezas minerais que compõem o nosso subsolo são ampliadas	38
FIGURA 15: Atração Inventário Mineral: Exposição de parte do acervo do Museu de Mineralogia Professor Djalma Guimarães e das recentes aquisições feitas pelo Museu	39
FIGURA 16: Atração Miragens: Em um jogo de espelhos e reflexões, amostras do acervo mineral parecem estar ao alcance das mãos	40
FIGURA 17: Vista completa da instalação da Atração Matéria Prima	40
FIGURA 18: Vista completa da instalação da Atração Descomissionamento	41
FIGURA 19: Oficina Multiverso: Planetário Líquido, realizada em 2015 no Espaço do Conhecimento UFMG	42
FIGURA 20: Definição esquemática de Museologia	43
FIGURA 21: Os objetos museais que compõem a atração Sala das Minas, que contam as aplicações do elemento Zinco e a história da Mina de Morro Velho, através de um simulador de um elevador	45
FIGURA 22: Definição esquemática das fases do design de exposições	46
FIGURA 23: Oficina Multiverso: Planetário Líquido, realizada em 2015 no Espaço do Conhecimento UFMG	47
FIGURA 24: Fluxograma para o planejamento e elaboração de espaços museológicos.....	47
FIGURA 25: Fluxograma para a instalação de exposições e espaços museológicos	49
FIGURA 26: Museu de Ciências Naturais - PUC Minas	52
FIGURA 27: Museu de História Natural Jardim Botânico - UFMG	53
FIGURA 28: Museu de Ciências Morfológicas - UFMG	54
FIGURA 29: Espaço do Conhecimento UFMG	55
FIGURA 30: O Prédio Rosa: O edifício que abriga o MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal, conhecido como Prédio Rosa, foi inaugurado juntamente com a capital mineira e a Praça da Liberdade, em 1897, projetado para ser a Secretaria do Interior	56
FIGURA 31: O Prédio Rosa: No total, foram restaurados 350 metros quadrados de piso, e outros 220 metros quadrados de forro de madeira, além de 120 janelas e portas	56

FIGURA 32: Infográfico representando o complexo do Circuito Liberdade	57
FIGURA 33: Atração Janelas para o Mundo: Vídeos sobre o uso dos metais no passado, no presente e também seus avanços	59
FIGURA 34: A atração <i>Metais e Ligas</i> : Em uma cozinha diferente, onde ao invés de pratos se cozinham panelas, a chef Neka revela como os processos de fusão de metais e de formação de ligas são essencialmente parecidos com a arte de cozinhar	60
FIGURA 35: Parte do objeto museal MAES-3DMF	61
FIGURA 36: Vídeo do objeto museal <i>Metais e Ligas</i>	62
FIGURA 37: Sequência metodológica adotada para a análise estrutural, estética e funcional de objetos museais mediadas por analogias e modelagem	70
FIGURA 38: Desenho esquemático (corte longitudinal) e perspectiva isométrica do pedestal de apoio	72
FIGURA 39: A atração <i>Metais e Ligas</i> instalada no MM-Gerdau	72
FIGURA 40: Grupo de visitantes em torno do objeto museal <i>Metais e Ligas</i>	73
FIGURA 41: Posicionamento do objeto museal <i>Metais e Ligas</i> junto aos acessos para outros ambientes	80
FIGURA 42: Extintor de incêndio localizado junto à atração <i>Metais e Ligas</i>	81
FIGURA 43: Totem com texto de apoio localizado a 4 metros do objeto museal <i>Metais e Ligas</i>	82
FIGURA 44: Detalhe do texto de apoio em dois idiomas no totem	83
FIGURA 45: Disposição do sistema multimídia e detalhe dos suportes	84
FIGURA 46: Sensação de profundidade causada pela ergonomia da projeção	85
FIGURA 47: Desenho esquemático (corte longitudinal) e perspectiva isométrica do pedestal de apoio	86
FIGURA 48: Demonstração do sistema de inclusão de álcool sobre a água por meio da técnica de vasos comunicantes	86
FIGURA 49: Configurações após a inclusão dos óleos pigmentados no sistema água/álcool	87
FIGURA 50: Primeiro estágio da configuração do MAES-3DMF	88
FIGURA 51: Representação esquemática do primeiro estágio da configuração do MAES-3DMF	88

FIGURA 52: Segundo estágio da configuração do MAES-3DMF	90
FIGURA 53: Representação esquemática do segundo estágio da configuração do MAES-3DMF	90
FIGURA 54: Terceiro estágio da configuração do MAES-3DMF	93
FIGURA 55: Representação esquemática do terceiro estágio de configuração do MAES-3DMF	93
FIGURA 56: A disposição dos MAES-3DMF	98
FIGURA 57: Tenda utilizada durante a exposição do MAES-3DMF no Espaço do Conhecimento UFMG	99
FIGURA 58: Material ilustrativo de apoio do MAES-3DMF	100
FIGURA 59: Conjunto do MAES-3DMF	101
FIGURA 60: Tenda para isolamento da iluminação	101
QUADRO 1: Questões elaboradas para nortear as discussões do grupo focal	63
QUADRO 2: Padrão de transcrição da fala da personagem Neka	64
QUADRO 3: Padrão de representação das correspondências estruturais no mapeamento das similaridades envolvidas numa comparação	66
QUADRO 4: Critérios para a análise museológica das atrações	67
QUADRO 5: Mapeamento estrutural elaborado a partir da transcrição do vídeo	75
QUADRO 6: Análise museológica do objeto museal <i>Metais e Ligas</i>	78
QUADRO 7: Mapeamento Estrutural do MAES-3DMF aplicado ao primeiro contexto de representação	88
QUADRO 8: Mapeamento Estrutural do MAES-3DMF aplicado ao segundo contexto de representação	91
QUADRO 9: Mapeamento Estrutural do MAES-3DMF aplicado ao terceiro contexto de representação	94
QUADRO 10: Análise museológica do objeto museal MAES-3DMF	96

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AMTEC	Grupo de Pesquisas em Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
GEMATEC	Grupo de Estudos em Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência
MAES-3DMF	Modelo Análogo ao Espaço Sideral 3D em Meio Fluido
MM Gerdau	Museu das Minas e do Metal - Belo Horizonte

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 ANALOGIAS NAS CIÊNCIAS	17
2.1 Método de Ensino com Analogias (MECA)	17
2.2 Teoria do Mapeamento Estrutural	19
2.3 Imagem, modelos e analogias	22
3 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS	31
3.1 Museologia e espaços expográficos	41
3.2 Os objetos nos museus de ciências	44
3.3 Abordagem técnica na montagem de uma exposição	45
4 METODOLOGIA	51
4.1 Contexto e campo de investigação	51
4.1.1 Museu de Ciências Naturais PUC-Minas	52
4.1.2 Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG	52
4.1.3 Museu de Ciências Morfológicas da UFMG	53
4.1.4 Espaço do Conhecimento UFMG	54
4.1.5 MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal	55
4.2 Caracterização da metodologia empregada	57
4.3 Critérios para seleção dos espaços	58
4.4 Critérios para seleção dos objetos museais	59
4.5 Procedimentos e estratégias para coleta dos dados	61
4.6 Grupo focal	62
4.7 Etapas e procedimentos adotados para análise das atrações museais baseadas em analogias ou modelagem analógica	64
4.8 Padrão do mapeamento estrutural das analogias e dos modelos analógicos	65
4.9 Análise da abordagem técnica das atrações	67
4.10 Mapeamento estrutural	68

5 DISCUSSÕES E ANÁLISES	71
5.1 Descrição do objeto museal <i>Metais e Ligas</i>	71
5.2 Transcrição	73
5.3 Mapeamento estrutural do objeto museal <i>Metais e Ligas</i>	74
5.4 Análise do grupo focal	76
5.5 Análise museológica do objeto museal <i>Metais e Ligas</i>	77
5.6 Descrição do MAES-3DMF	86
5.7 Mapeamento estrutural do MAES 3D-MF	87
5.8 Análise museológica do objeto museal MAES-3DMF	96
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERÊNCIAS	106
ANEXOS	111
APÊNDICES	115

1 INTRODUÇÃO

As inferências que deram origem a esta pesquisa surgiram em meados de 2012, quando fui convidado para uma apresentação no Grupo de Estudos em Modelos e Analogias na Educação e na Tecnologia e nas Ciências (GEMATEC), que integra o grupo de pesquisas em Analogias e Modelos na Educação, Tecnologia e nas Ciências (AMTEC), ambos mantidos e credenciados pela Linha IV do Programa de Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG. O grupo de estudos GEMATEC é aberto à participação pública e há mais de 15 anos mantém um calendário com encontros semanais para discussões sobre Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e nas Ciências.

A partir deste convite feito pelo pesquisador Délcio Julião Almeida, tive a inenarrável experiência da descoberta da utilização intencional de analogias e metáforas para o ensino de ciências. Por ser graduado em Comunicação Social com ênfase em Publicidade e Propaganda e ter especialização em Projetos Editoriais Multimidiáticos, sempre estive ligado, de certa forma, aos recursos comunicacionais e à divulgação científica pela minha eterna paixão pessoal por museus, em especial pelos Museus de Ciências.

Os objetos museais me fascinavam... E a partir desse fascínio e da descoberta das potencialidades da utilização das analogias e dos modelos nas ciências, começaram a surgir questões que, por sua vez, formaram o *corpus* desta pesquisa: Como essas atrações e modelos eram concebidos? Quem as planejavam? Quais recursos visuais e audiovisuais poderiam ser empregados nelas? A aparente heterogenia dos temas Analogias, Museus, Publicidade e Propaganda e Projetos Editoriais Multimidiáticos se transformou numa proposta ousada, porém de grande contribuição para o campo científico: a utilização consciente e consistente de Analogias em atrações e instalações museais. Dado o ponto inicial para uma série de questões, a pesquisa tomou forma. Muitas delas compuseram o estudo e diversas outras surgiam e sugeriram novas leituras: Os profissionais que elaboram os objetos museais fazem uso de analogias? Seriam esses recursos comunicacionais preponderantes na elaboração de objetos museais e/ou de espaços não formais de educação? Existem atrações elaboradas preponderantemente a partir da utilização intencional de analogias?

Essas e tantas outras questões definiram os destinos desta pesquisa, que tem por objetivo geral evidenciar as características de uma atração museal baseada em relações de similaridade com uma entidade de interesse científico que nos permitem concebê-la como um recurso de divulgação científica. Especificamente, a pesquisa analisou por meio do

Mapeamento Estrutural proposto por Gentner (1983), e ampliado por Ferry e Paula (2015), dois objetos museais, sendo que o primeiro, elaborada a partir de analogias e o segundo, a partir de um modelo proposto para representar uma entidade de interesse científico. Dessa maneira, o objetivo específico consistiu em analisar as contribuições das analogias identificadas no compartilhamento de significados pretendidos pela atração, bem como evidenciar as possíveis metodologias aplicadas ao design que utilizam intencionalmente analogias.

Baseada nos pressupostos apresentados, a presente pesquisa se orienta por algumas questões que serão apresentadas a seguir:

- Como pode-se caracterizar um recurso de divulgação científica concebido para um Museu de Ciências?
- O que torna uma atração museal adequada para um Museu de Ciências?
- Quais são as finalidades de um Museu de Ciências?
- Quais seriam as finalidades de uma atração museal baseada em analogias em um Museu de Ciências?
- Quais seriam as finalidades de uma atração museal baseada em modelagem em um Museu de Ciências?
- Como a literatura dedicada ao estudo dos objetos museais tem lidado com questões relacionadas à modelagem e às analogias?

Portanto, a partir das questões que compuseram a base para os estudos, a pesquisa foi estruturada em quatro capítulos, descritos sucintamente a seguir.

O primeiro capítulo discute as definições de analogias, modelos e a potencialidade de sua utilização no ensino de ciências, sua função na concepção, planejamento e análise de atrações e espaços museais e na modelagem de entidades de interesse científico.

O segundo capítulo apresenta conceitos e definições de Divulgação Científica e de Espaços não formais e suas relações com a Divulgação Científica, as exposições, a Ciência e a Tecnologia. O capítulo aborda também a relação estética e funcional dos objetos museais em sua concepção e instalação.

O terceiro capítulo descreve a metodologia de pesquisa qualitativa e os procedimentos metodológicos utilizados e seguidos sistematicamente para esta pesquisa.

O quarto capítulo reúne resultados das análises e discussões da pesquisa bem como os artigos publicados a partir dela.

Por fim, são apresentadas as considerações finais e as propostas para a continuidade da pesquisa.

2 ANALOGIA E MODELOS NAS CIÊNCIAS

Neste capítulo, pretende-se discutir sobre a utilização de analogias no processo de transmissão de conteúdos e a adaptação de suas teorias para o planejamento, concepção e análise de espaços não formais e objetos museais. A revisão bibliográfica para esta pesquisa sugeriu considerável aplicabilidade de recursos comunicacionais nos sistemas de divulgação científica. Entre eles, destacam-se analogias, modelos e espaços não formais. A seguir, serão apresentadas e discutidas as potencialidades da utilização sistemática das Analogias e sua provável função na divulgação científica.

2.1 Método de Ensino com Analogias (MECA)

O arcabouço teórico desta pesquisa permeia os estudos de analogias, espaços não formais de educação e de objetos museais. Acerca de Analogias, evidenciam Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) autores de uma proposta metodológica de Ensino com Analogias (MECA), a relação entre o conteúdo a ser apresentado ao educando e à sua área de conhecimento. Tal relação deve ser feita ressaltando esse conteúdo e direcionando-o ao público, fazendo o uso de um veículo - que se trata da analogia - para atingir o alvo, representado pelo conteúdo a ser aprendido pelo aluno. Para isso, é feita a descrição da analogia - sendo destacadas suas semelhanças e diferenças -, a proposição de reflexões sobre o tema e, por fim, a avaliação do aprendizado. Nesse sentido, Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) afirmam:

O emprego de analogias busca além da inovação pedagógica representada por uma forma dinâmica e adaptativa de se trabalhar a estruturação de conceitos com o aluno, uma aceitação crescente do recurso à instituição básica, tal como abordada por vários autores em reflexões epistemológicas acerca de processos vitais e processos cognitivos. (NAGEM; CARVALHAES; DIAS, 2001, p.2).

A metodologia proposta elenca o processo de ensino por analogias nas etapas a seguir: 1. Área do Conhecimento; 2. Assunto; 3. Público 4. Veículo; 5. Alvo; 6. Descrição da Analogia; 7. Semelhanças e Diferenças; 8. Reflexões e 9. Avaliação. O método segue o esquema ilustrado pela Figura 1:

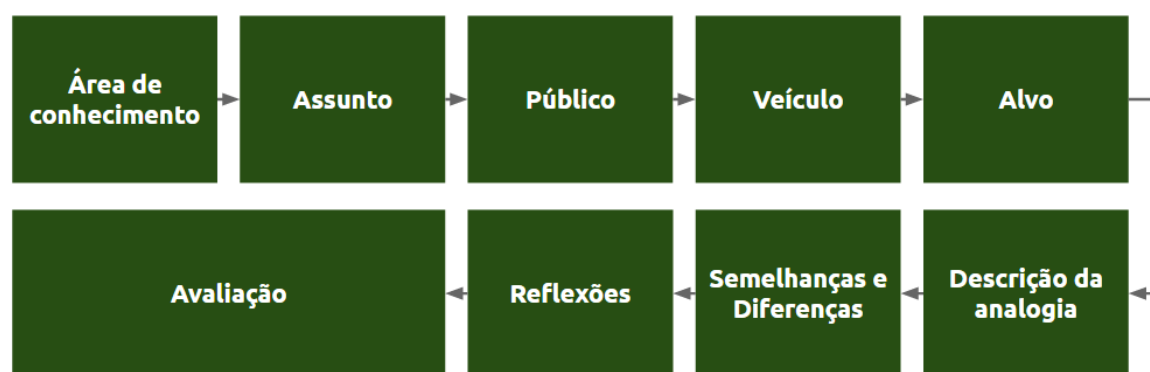


FIGURA 1: Versão esquemática da Metodologia de Ensino com Analogias proposto por Nagem, Carvalhaes e Dias (2001). **Fonte:** Elaborada pelo autor

A seguir, serão definidos, segundo Nagem, Carvalhaes e Dias (2001), cada um dos itens da proposta desenvolvida por eles. A **Área de Conhecimento** diz respeito à definição da área específica que abrange determinado conhecimento a ser trabalhado em diversas disciplinas do currículo, como matemática, física, biologia, química e outras. Nota-se, porém, que o método poderia ser aplicado à divulgação científica em espaços museais.

O **Assunto** refere-se ao conteúdo a ser abordado dentro da área de conhecimento, como o item equações, estudado na matemática. Para esta pesquisa, observou-se sua aplicabilidade em objetos museais.

No item **Público**, Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) visam “definir a pessoa a quem se deseja atingir com a analogia, detalhando seu perfil”. Os autores se mostram preocupados com a contextualização do assunto, bem como com o conhecimento prévio do que denominam aprendiz. Ao contextualizar o assunto e adequá-lo ao conhecimento do público, nota-se sua aplicabilidade também nos museus de ciências.

Ao definir **Veículo**, os autores referem-se ao *familiar content*, tal como definido por Curtis e Reigeluth (1984). Para Nagem, Carvalhaes e Dias (2001), “ele é a própria analogia, que proporciona a compreensão do objeto em estudo”. Identifica-se outra possibilidade de aplicação no objeto desta pesquisa.

O **Alvo**, de acordo com os autores, também é definido como, citando Duit¹ (1991), “[...] o domínio que é explicado ou aprendido” (tradução nossa).

Nota-se, pois, que a entidade de interesse científico pode ser classificada como o Alvo e a utilização de analogias o facilitador para atingi-lo. Identifica-se, aqui, mais uma aplicabilidade da utilização de analogias na produção de objetos museais.

Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) orientam que, na **Descrição da Analogia**,

¹ Texto original: “[...] the domain that is explained or learned”. Cf. DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, 1991, 75(6), p. 649-672.

primeiramente é apresentado e explicado o veículo, e somente depois o alvo é mencionado. Dessa maneira, “tal procedimento procura disponibilizar a analogia para o aprendiz em qualquer fase de seu estudo, funcionando também como elemento motivador”. Infere-se que as analogias poderiam ser agentes facilitadores da compreensão de um público espontâneo em um espaço museal.

Ao se tratar das **Semelhanças e Diferenças**, Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) explicam, de maneira objetiva, “aquelas relevantes para a compreensão do alvo”. É importante ressaltar que, nesse momento, o Veículo é separado do Alvo para que se estabeleça uma relação de proximidade com a entidade a ser interpretada. Infere-se que tais comparações possam ser preponderantes para o processo de modelagem nos objetos museais.

Por fim, no tópico referente às **Reflexões**, os autores propõem a análise junto aos alunos, a validade da analogia e suas limitações, verificando onde ela pode vir a falhar, assim como sua adequação ao conteúdo proposto.

2.2 Teoria do Mapeamento Estrutural

Com o objetivo de estabelecer características funcionais às analogias, Gentner (1983) propõe uma análise minuciosa nas comparações atribuindo uma sistematização para a análise de comparações e analogias. De acordo com sua proposta, entende-se que uma analogia consiste em um tipo de comparação que envolve um mapeamento de similaridades entre relações existentes entre elementos ou atributos desses elementos pertencentes a cada um dos dois domínios comparados – um domínio desconhecido, alvo da compreensão, e um domínio conhecido (base), familiar ao interlocutor da comunicação.

Entende-se que toda comparação estabelece correspondências entre dois domínios de conhecimento: o domínio base ou familiar, que serve de fonte de conhecimentos, e o domínio alvo cuja compreensão constitui o motivo da comparação. Gentner (1983) distingue as analogias de outros dois tipos de comparação chamadas similaridades de mera aparência e similaridades literais. A distinção leva em consideração o tipo de correspondências estabelecidas entre os domínios base e alvo. Nas similaridades de mera aparência, há correspondências apenas entre atributos dos elementos que pertencem a cada domínio (tais como a forma, a cor, o tamanho). Nas similaridades literais, os atributos dos elementos que pertencem ao domínio fonte ainda devem corresponder a atributos de elementos que

pertencem ao domínio alvo. Contudo, também deve haver correspondências entre relações existentes entre os elementos do domínio base e as relações existentes entre os elementos do domínio alvo (tais como relações de hierarquia, oposição e proporcionalidade).

Esta proposta tornou-se um dos trabalhos de maior relevância sobre analogias, seja no campo da Psicologia Cognitiva ou no da Educação em Ciências. Esses trabalhos têm como referencial teórico a Teoria do Mapeamento Estrutural (*Structure-mapping theory*) das analogias de Gentner (1983). Diferentemente de outros tipos de comparação, no caso das analogias, o foco da comparação é relacional, isto é, as correspondências são estabelecidas, exclusiva ou predominantemente, entre relações; não é necessário haver correspondências entre atributos dos elementos que pertencem aos dois domínios. A autora ainda distingue relações entre atributos ou elementos, classificando-as como relações de primeira ordem, das relações entre relações, chamando-as de relações de ordem superior. Além desses aspectos fundamentais da teoria, Gentner e Markman (1997) descrevem ainda três restrições psicológicas no alinhamento estrutural de uma analogia: consistência estrutural, Foco relacional e sistematicidade, que serão definidos e discutidos posteriormente.

Segundo os autores, as pessoas preferem mapear sistemas de relações conectados e governados por relações de ordem superior (relações entre relações), com importação inferencial, em vez de mapear predicados (atributos ou relações de primeira ordem) isolados. Ainda segundo Gentner e Markman (1997), “um conjunto combinado de relações interconectadas por relações restritivas de ordem superior perfaz uma combinação analógica melhor do que um igual número de relações desconectadas entre si”.

Em se tratando de analogias, as correspondências são estabelecidas, exclusiva ou predominantemente, entre relações, conforme Mozzer e Justi (2013). Gentner (1983) atribui às analogias um papel cognitivo superior. Para a autora as comparações por similaridade literal ou por mera aparência podem ser atraentes e úteis, localmente, mas possuem um poder explicativo limitado. Em uma analogia não interessa a quantidade de correspondências entre os elementos ou entre os atributos dos elementos presentes nos dois domínios. Em vez disso, relações estruturais identificadas entre os elementos do domínio base devem corresponder a relações estruturais que são atribuídas aos elementos do domínio alvo. As semelhanças superficiais entre os dois domínios não têm importância. Uma analogia serve para destacar correspondências entre relações.

Em síntese, pode-se dizer que uma analogia estará contextualmente adequada para o ensino de Ciências se, entre outras condições não contempladas neste texto, possuir foco relacional, for sistemática e estruturalmente consistente, como pontuado por Ferry (2016).

Dessa maneira, ao considerar as semelhanças entre o processo de estabelecimento (ou construção) de analogias e o processo de produção ou compreensão de modelos (isto é, processo de modelagem), uma vez que ambos se baseiam em relações de similaridades, pressupõe-se que a adequação contextual de um modelo também possa ser analisada sob esses mesmos aspectos.

Portanto, nesta pesquisa pressupõe-se que um modelo estaria adequado contextualmente para o ensino de Ciências se ele possuir foco relacional, for sistemático e estruturalmente consistente. Os procedimentos para a realização do mapeamento estrutural serão apresentados posteriormente, no capítulo 4.

Percebe-se que a proposta metodológica de Nagem, Carvalhaes e Dias (2001) associada à teoria proposta por Gentner (1983) pode tornar-se uma ferramenta tanto de planejamento quanto de análise de objetos museais. Infere-se que a sistematização de comparações e analogias, bem como sua paridade com o objeto de interesse científico torna os processos de compreensão e representação melhor integrados com seus objetivos comunicacionais.

Serão apresentadas a seguir as possibilidades e conceitos de modelagem no âmbito da representação de entidades de interesse científico. Ao abordar o papel dos modelos na Ciência e na Educação em Ciências, primeiramente deve-se definir, com clareza, qual é a concepção de modelo adequada a esse contexto e que, conseqüentemente, nos interessa para análise. O termo modelo é, como defende Chamizo (2011), bastante polissêmico, o que lhe permite assumir diferentes significados em diversos contextos de aplicação.

Em alguns contextos, os modelos são concebidos como um padrão a ser seguido (modelo de família, modelo de escola, etc.), em outros, como uma marca, um tipo de alguma coisa (modelo de carro, modelo de avião, modelo de geladeira, etc.), ou ainda, como algo a ser reproduzido (molde de alguma coisa). No entanto, nenhuma dessas concepções reflete o significado atribuído aos modelos no contexto da Ciência e, conseqüentemente, no da Educação em Ciências. Um modelo que representa uma entidade de interesse científico em astronomia, que pode ser a formação do universo, e pode ser representado pela atração *Matéria Prima*, instalada no Museu das Minas e do Metal - MM-Gerdau, representada pela Figura 2:

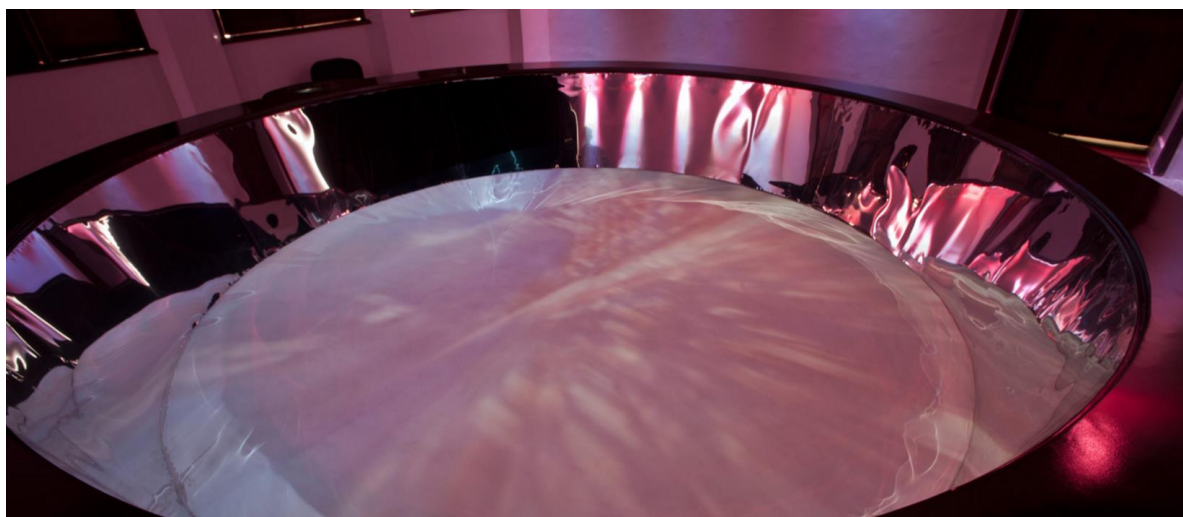


FIGURA 2: Atracção Matéria Prima: “Somos feitos de estrelas”. A frase de Carl Sagan inspira o conteúdo do objeto museal, que aborda uma das teorias da formação do universo, o Big Bang, e a evolução do Planeta Terra. **Fonte:** MM-Gerdau

Em Ciência e na Educação em Ciências, os modelos são concebidos como representações parciais de alguma entidade de interesse científico (partículas, sistemas, objetos, fenômenos, processos, etc.) criadas com finalidades específicas quanto à entidade representada, sendo passíveis de modificações, como argumentam Justi *et al.* (2012). Segundo Giere (1988) e Chamizo (2011), os modelos são representações parciais que estabelecem relações de similaridades com as entidades modeladas. Essas representações também são concebidas (e devem ser compreendidas) como mediadoras entre a realidade e as teorias sobre essa realidade. Em outras palavras, evocando Mozzer e Justi (2015), como mediadoras entre as entidades de interesse científico e as formas pelas quais a Ciências as concebem.

Uma parte da literatura dedicada ao estudo dos modelos na Ciências e na Educação em Ciências tem apresentado uma tipologia de modelos que nos permitem distingui-los em termos de seus diferentes contextos e finalidades. Segundo essa tipologia, inicialmente apresentada por Gilbert e Boulter (1997), pode-se distinguir os modelos científicos consensuais, os modelos curriculares e os modelos didáticos (também chamados de modelos de ensino). Chamizo (2011), em sua revisão bibliográfica sobre modelos e modelagem no contexto da Ciência e da Educação em Ciências, resume diferentes tipologias e classificações apresentadas por diferentes autores: (i) modelos de escala, analógicos, matemáticos e teóricos, concebidos por Black (1962); (ii) icônicos, simbólicos e *enactive models*, expostos por Bruner (1966); (iii) de escala, análogos e teóricos, definidos por Giere (1991); (iv) modelos mentais, expressos, consensuais e de ensino, apresentados por Gilbert e Boulter (1997); (v) analógicos (de escala, icônicos/simbólicos, teórico-matemáticos) e

mentais, demarcados por Harrison e Treagust (2000a e b); (vi) históricos e híbridos, apresentados por Justi (2000); concretos, verbais, visuais, matemáticos e gestuais, definidos por Boulter e Buckley (2000); e (vii) icônicos, fomentados por Harre (2004).

Nos trabalhos desenvolvidos no grupo de pesquisa AMTEC, tem-se adotado a tipologia e as concepções de modelo trabalhadas por Gilbert e seus colaboradores Boulter (1997) e Justi (2000 e 2003), incluindo os trabalhos produzidos por este último e Ferreira (2007 e 2008), Mendonça (2009a) e Souza (2010, 2011 e 2012).

De acordo com esse referencial teórico, os modelos científicos são considerados como produzidos por cientistas, aqueles aceitos e consensuados pela comunidade científica, conforme expõe Raviolo (2009). Os modelos curriculares, por sua vez, constituem parte dos conteúdos a ensinar, selecionados e adaptados a partir dos modelos produzidos pela Ciência. Os modelos curriculares podem ser compreendidos como simplificações dos modelos científicos adequadas para os diferentes níveis e segmentos da educação. Já os modelos de ensino, também chamados de modelos didáticos, são concebidos como representações utilizadas em situações de ensino com o objetivo de facilitar a compreensão sobre algum aspecto do modelo curricular.

2.3 Imagens, Modelos e Analogias

A polissemia que se observa nos caminhos reflexivos na busca de definições do termo imagem demonstra que as mesmas subjazem no cerne de toda estrutura perceptual e, conforme Thibault-Laulan (1971, p. 18), “toda imagem parece, conforme o caso, abstrata e concreta, forma e matéria, signo e traço”. Nesta mesma linha, Moles (1971) coloca a imagem em um patamar de importância vital, de base, suporte para a comunicação, como elemento agregador, o qual materializa os fragmentos do universo perceptivo.

Santaella e Noth (2008) observam a diversidade do campo de significados que permeiam o conceito de imagem, desde a imagem perceptível, física, até a imagem mental, evocada mesmo na ausência de estímulos visuais. Segundo os autores, as imagens são observadas nos signos representacionais do mundo visível e como fruto da mente, criações abstratas, podendo não possuir paralelos na realidade factual. Portanto, o termo imagem refere-se a objetos materiais, imateriais e ainda um hibridismo de ambos, havendo aqueles que possuem natureza material e imaterial. Na sua dimensão material, surge como representações sígnicas, tendo, como exemplo, as ilustrações, fotografias, pinturas, cinema

entre outros. As imagens imateriais se encontram nos produtos da mente, representações mentais, sonhos, estratégias, elucubrações. As imagens híbridas, possuindo natureza material e imaterial, rompem com o limite do que é mental e o que é representacional, já que tudo o que é material possui uma gênese imaterial e, conseqüentemente, ocasionará efeitos imateriais na mente interpretadora, em um ciclo sem fim. Fazendo uma analogia a um poço, observa-se a atração *Água*, do MM-Gerdau representada pela Figura 3:

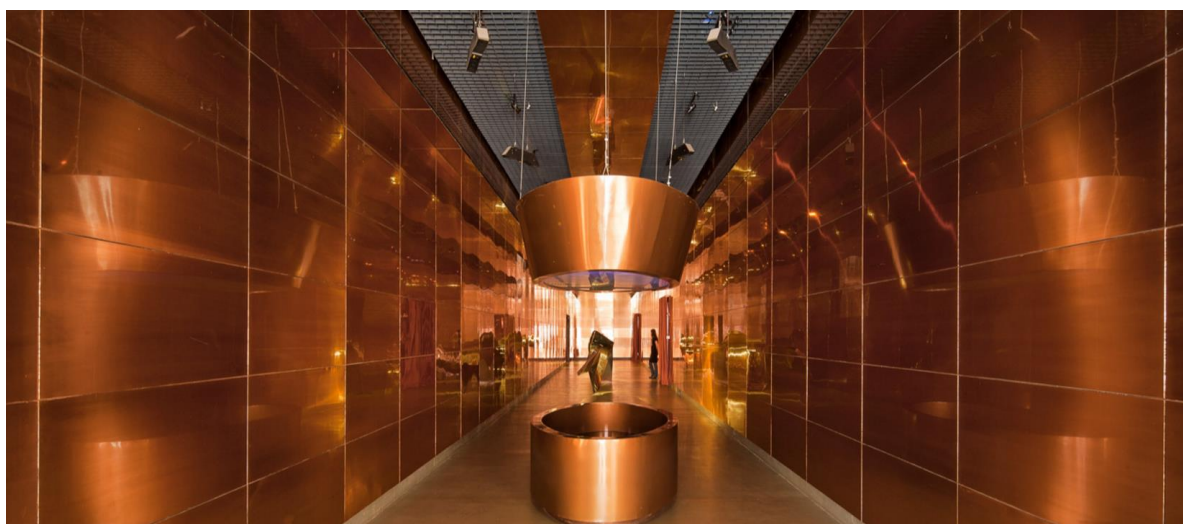


FIGURA 3: Atração Água: Representação do ciclo hidrológico e importância da água, substância química essencial para todas as formas conhecidas de vida, destacando seu uso nos processos da mineração. **Fonte:** MM-Gerdau

O campo para o hibridismo faz-se cada vez mais premente devido ao uso das tecnologias e suas mesclagens, unindo cinema, fotografia, texto, som, holografias, intrincadas diversas e complexas possibilidades midiáticas, como pondera Laurentiz (2004). As reflexões anteriores remetem à argumentação de Sartre (1996) que a imagem é aquilo que permite a conexão entre o que é ausente ou que não existe, com uma existência possível no tempo e espaço. Dessa forma, é o amálgama do universo sógnico, de representação do fenômeno, da materialização do pensamento, por similaridade e analogia com o mesmo. O ser humano é o construtor, consumidor e interpretador desses sistemas comunicacionais, mediados por artefatos visuais os quais compõem o complexo sistema de signos que caracterizam as estratégias comunicacionais. Entretanto, na maioria das vezes, não se dá conta desses processos, pois tão acostumado aos efeitos de transmissão e percepção, que desconhece os mecanismos internos os quais permitem tal dinâmica. Nota-se inúmeros signos e representantes na atração *Vil Metal*, do MM-Gerdau, representada pela Figura 4:



FIGURA 4: Atracção Vil Metal: Tabela de conversibilidade em ouro que permite trocar e valorar algumas commodities, como o feijão, o açúcar e o algodão, estabelecendo comparações com séculos passados. **Fonte:** MM-Gerdau

Essa tentativa de compreensão se encontra na construção de associações entre domínios da realidade e da representação, se portando como relações analógicas. Duarte (2005) fala da inexistência de uma simetria entre domínios, mas antes relações de assimilação entre elas, estruturando e avaliando conhecimentos novos a partir da estrutura cognitiva existente. Nagem (1997) sugere que as analogias podem ser classificadas como estruturais, funcionais, antrópicas e conceituais ou congeladas, cada qual possuindo um grau que dependerá da situação em que se aplica. As analogias vão além da simples figura de linguagem, apresentando-se como imprescindíveis na equilibração das situações em que o indivíduo se encontra. São, portanto, como defendem Gombrich (1995) e Broeck (1989), uma capacidade genuinamente humana, sendo essenciais para a existência da espécie, permitindo a existência da ciência, artes e de todo aparato técnico resultante dessa dinâmica.

As analogias possibilitam que conhecimentos científicos, antes restritos a um grupo especializado, sejam acessíveis a um número maior de indivíduos, segundo Glynn (1994) e Terrazan *et al.* (2005). Nagem *et al.* (2001, p. 198), argumentam que “a linguagem, a motivação e a bagagem de experiências de cada indivíduo exercem importante papel na criação, transferência e aprendizagem de conhecimentos. Nesse contexto, inserem-se as analogias”. Quanto à intencionalidade, as analogias são, algumas vezes, utilizadas de forma sistemática, mas em outras ocasiões, puramente de maneira intuitiva. Se, em todas as suas aplicações, seguissem um planejamento prévio, muitos equívocos epistemológicos poderiam ser evitados, já que o aprendizado eficaz se dá no momento em que o sujeito consegue fazer conexões entre conceitos novos e os já existentes em sua estrutura cognitiva, como argumentam Oliva *et al.* (2005) e Harrison e Treagust (2006).

A discussão do papel das analogias vai ao encontro dos conceitos de imagem e sua relação com os processos mentais dos sujeitos, já que se prestam como representações da realidade sensível, modelos representacionais de sistemas físicos. O conceito de modelos engloba várias dimensões. Podem-se observar, como em Krapas *et al.* (1997) e Johnson-Laird (1983), desde modelos mentais, ou seja, aqueles que se formam na mente do indivíduo, acessível apenas por meio de proposições ou imagens, mas nunca completo, até os processos que envolvem a construção de modelos físicos, matemáticos e teóricos, no sentido da compreensão e construção do conhecimento. Normalmente baseados em analogias, não são precisos, o que pode abrir possibilidades interpretativas equivocadas, conforme comenta Gentner (2002).

Pode-se, portanto, seguindo Moreira (1996) e Johnson-Laird (1983), representar uma ideia, um conceito ou teoria por meio de imagens visuais, representando estruturalmente, significados contidos na mente, representações análogas de sistemas físicos. Verifica-se aqui a similaridade nos conceitos semióticos de signo e modelo, já que são representantes, substitutos dos fenômenos naturais. Tais modelos, afirmam Elias *et al.* (2007), se encontram envolvidos nos processos de divulgação científica, processos esses que não acontecem apenas em espaços formais de educação, mas antes nos museus e exposições científicas, nomeados como espaços não formais de educação. Os signos, imagens visuais e a teoria podem ser identificados na atração *Mesa de Átomos*, do MM-Gerdau, representada pela Figura 5:

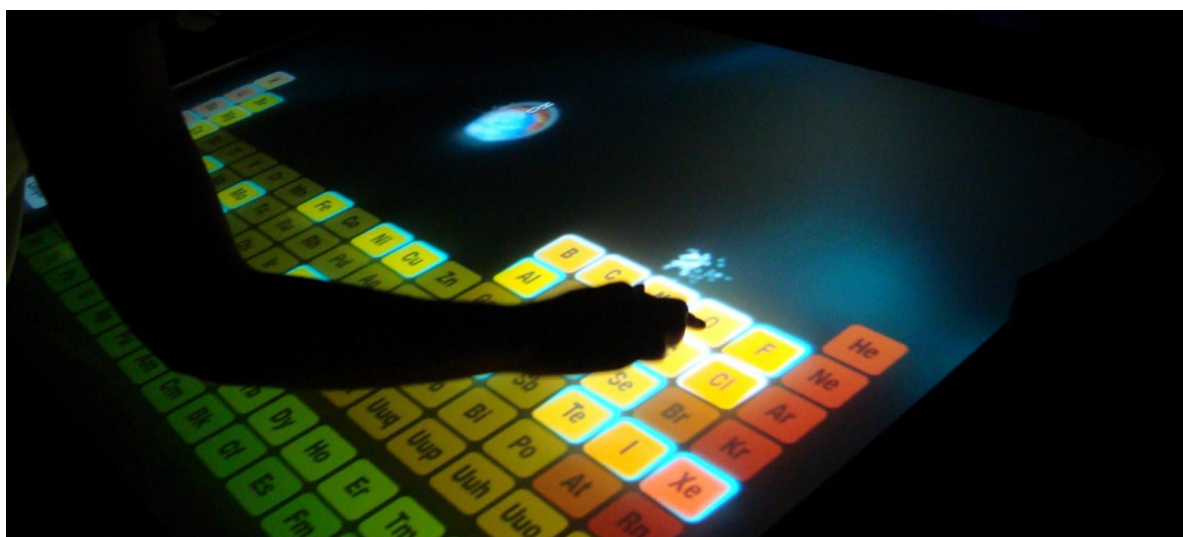


FIGURA 5: Atração Mesa de Átomos: Recurso tecnológico que permite unir alguns elementos da Tabela Periódica para formação de compostos com características, aplicações e imagens da sua forma física. **Fonte:** MM-Gerdau

Ao tratar das relações entre modelos e analogias no contexto da Educação em Ciências, Mozzer e Justi (2015) primeiramente destacam o papel mediador dos modelos

entre as entidades de interesse científico e os conjuntos de afirmações sobre essas entidades, afirmando que os modelos estabelecem com as entidades representadas uma relação de similaridade. Nesse contexto, as autoras reafirmam as considerações de Duit (1991) ao dizer que “o que faz um modelo ser um modelo são as relações analógicas que o originam”, estabelecidas entre certos aspectos estruturais do domínio representado pelo modelo e do domínio base, familiar àquele que elabora o modelo. Baseadas no trabalho de Duit (1991), as autoras afirmam que “modelos são representações parciais e estruturalmente análogas aos domínios comparados”. Além dessas colocações, Mozzer e Justi (2015) também afirmam que: (I) analogias seriam as relações de similaridade estabelecidas entre tais domínios, a partir dos quais os modelos são construídos; e que, (II) dado os objetivos dos modelos de ensino, as analogias se constituíram como um dos modelos mais comumente empregados no ensino de Ciências.

Tendo em vista o nosso referencial teórico para a compreensão e análise das analogias na Educação em Ciências, pode parecer incoerente concebê-las como modelos de ensino (modelos utilizados para o ensino, modelos criados com finalidades didáticas) ao mesmo tempo em que são concebidas como processo cognitivo. Considera-se mais coerente e adequado concebê-las como processo ou recurso cognitivo que, no contexto da Educação em Ciências, pode ser compreendida como recurso de mediação didática utilizado para explicar ou compreender aspectos de uma entidade de interesse científico que, por sua vez, foi modelada, simplificada e incorporada ao currículo de Ciências (modelo curricular).

Entende-se que a afirmação de Duit (1991) a respeito dos modelos como “representações parciais estruturalmente análogas” se refere à relação de similaridade, enunciada por Giere (1988), mantida entre as entidades de interesse científico e os seus modelos. No entanto, de acordo com as concepções de Gentner (1983) sobre as analogias e os outros tipos de comparação (p. ex.: similaridades por mera aparência e similaridades literais), pode-se considerar que nem toda relação de similaridade entre um modelo e sua entidade representada implica, necessariamente, em uma relação analógica. Nesse sentido, a autora aponta que:

Analogias e similaridades são centrais no processamento cognitivo. Elas são frequentemente vistas como conceitos bastante distintos: a analogia consiste em um processo sofisticado e inteligente, usado em processos de descoberta criativa, ao passo que similaridade é um processo perceptivo bruto que compartilhamos com todo o reino animal. Esta visão da similaridade possui implicações importantes na maneira em que modelamos o pensamento humano, uma vez que é possível demonstrar a importância da similaridade em várias áreas da cognição. (GENTNER e MARKMAN, 1997, p. 45-56).

Ou seja, as relações de similaridades existentes entre os modelos e suas entidades de interesse representadas nem sempre se configuram como analogias, embora o estabelecimento de analogias possa sim, constituir o processo de elaboração de modelos. A Figura 6 reúne tais conceitos e resume as suas relações.

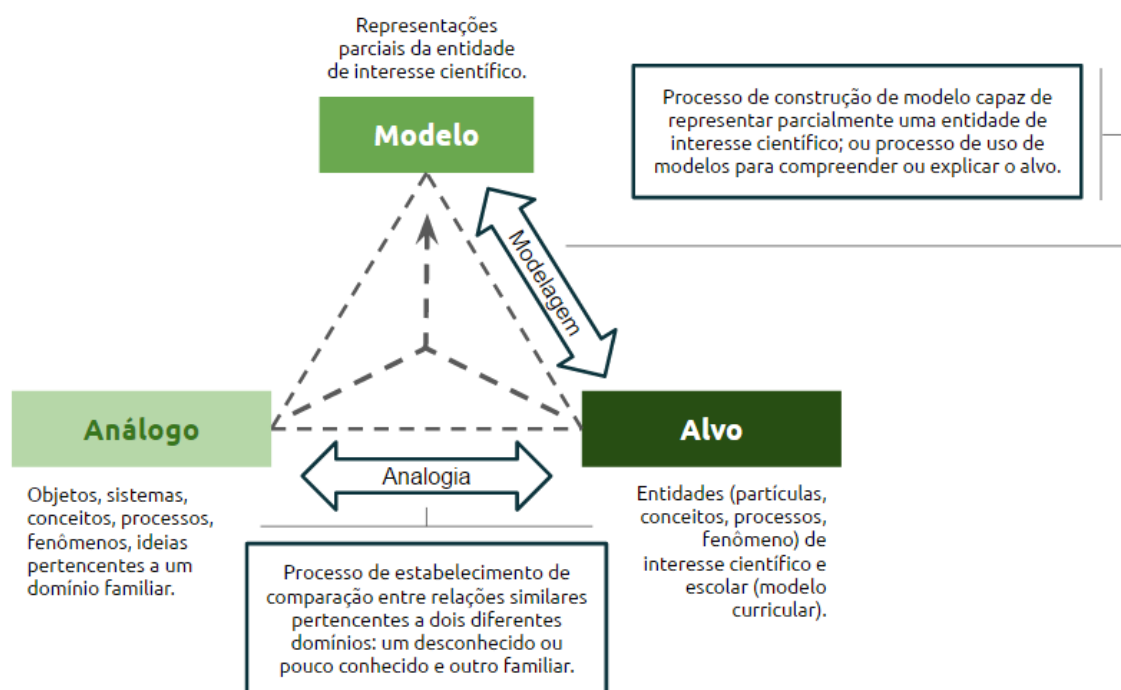


FIGURA 6: Esquema relacional entre os conceitos Modelos, Análogos e Alvo. **Fonte:** Adaptado pelo Autor.

Em síntese, concebem-se os modelos de ensino como representações parciais criadas por professores ou autores de livros didáticos com a finalidade de permitir a compreensão de aspectos das entidades científicas de interesse (conceitos, processos, fenômenos, partículas), simplificadas e adequadas ao currículo. Analogias, por sua vez, concebem-se como processo de estabelecimento de comparações relacionais, e não como representação parcial da entidade de interesse. Analogias são recursos de mediação didática utilizados por professores ou autores de livros didáticos com finalidade semelhante à dos modelos de ensino. Tem-se, pois, um modelo utilizado para representar um todo um sistema na atração *Logística*, instalada no MM-Gerdau, representada pela Figura 7.



FIGURA 7: Atracção Logística: Maquete interativa apresenta o caminho percorrido pelo minério, desde sua extração na lavra até sua chegada ao porto. **Fonte:** MM-Gerdau

A fim de contribuir para o esclarecimento das diferenças entre a nossa concepção de analogias, fundamentada nos trabalhos de Gentner (1983, 1997 e 2002) e seus colaboradores, e a forma como são compreendidos os modelos didáticos, talvez seja pertinente adotarmos os seguintes princípios: (1°) os princípios da representatividade e da dependência aplicados ao papel dos modelos em relação à entidade modelada; e (2°) os princípios da familiaridade e da independência aplicados ao papel dos análogos (domínio base das analogias) em relação à entidade alvo da comparação.

Segundo o princípio da representatividade, modelos são construções humanas elaboradas com a finalidade de representar entidades de interesse, sendo inevitavelmente parciais em relação aos aspectos de qualquer entidade representada. Há que se dizer ainda que os modelos são construções dependentes do que se conhece a respeito das entidades de interesse científico, tornando-os passíveis de modificações. Isso significa que o nosso conhecimento a respeito das entidades de interesse científico pode modificar os modelos que foram elaborados para representá-las. Esse seria, portanto, o princípio da dependência (as formas como representadas parcialmente as entidades dependem das formas como as concebemos, dependem do nosso conhecimento sobre elas).

Segundo o princípio da familiaridade, os análogos são entidades pertencentes a um domínio de conhecimento familiar para quem estabelece as analogias e, geralmente, familiar aos seus interlocutores (p.ex., os estudantes). Os objetos, processos, fenômenos e ideias tomados como domínio base para a construção de analogias também estabelecem com o domínio alvo uma relação de similaridade. No entanto, o conhecimento sobre o domínio base, a princípio, independe das formas como as entidades de interesse científico, tomadas

como alvo da compreensão por meio de uma analogia, são concebidas. Esse seria, portanto, o princípio da independência que se aplica à relação entre o análogo e o alvo. Isso significa que o nosso conhecimento a respeito das entidades de interesse científico não modifica as entidades escolhidas como análogos para a construção de uma analogia. O conhecimento sobre a entidade de interesse científico pode provocar mudanças nas escolhas que são feitas acerca dos objetos, processos, fenômenos ou ideias para constituírem o domínio base das analogias.

Seriam os modelos e analogias ferramentas ou estratégias comunicacionais aplicáveis para a aproximação dos sujeitos à produção acadêmica? Para fomentar tal discussão, serão apresentadas as definições de Divulgação Científica e Espaços não formais no capítulo a seguir.

3 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS

As produções dos mais variados campos da ciência necessitam de metodologias, iniciativas e espaços para que atinjam o público que não necessariamente estaria ligado a esta produção. Tem-se, de acordo com Lins de Barros (1992), o princípio da divulgação científica. Desde a produção de textos científicos à elaboração de espaços cujos fins estejam ligados com a interlocução entre o público espontâneo e a produção acadêmica, a divulgação científica possui o desafio de tornar os conteúdos mais palatáveis para este público, por meio da utilização de diversos recursos.

A ciência aparece, para ele [o público], pulverizada em certos tópicos isolados [...]. Certos conceitos mais elaborados ou são deixados de lado, pois exigiriam um conhecimento mais profundo e mais abstrato, ou são tratados a partir de uma linguagem cheia de termos imprecisos procurando-se fazer analogias com ideias do senso comum. (LINS DE BARROS, 1992, p. 60).

Estaria a Divulgação Científica objetivada exclusivamente em publicar tais produções? No que diz respeito à relação com a educação, pode-se afirmar que sua relação é também permeada pela contribuição com a cultura, com a formação escolar mesmo que esta ocorra em espaços não formais ou informais.

A outra se relaciona à característica heterogênea deste tipo de discurso. De fato, o DDC, que no processo de publicização da ciência a transporta do seu próprio meio levando-a a ocupar um lugar no cotidiano do público, singulariza-se pela maneira como constrói e delimita a si mesmo. De acordo com Authier-Revuz (1982), a estrutura enunciativa que se estabelece a partir da organização ternária: “eu vos (lhes) digo que eles dizem que P” (p. 12), ou, eu (divulgador) digo a vocês (público leigo) que eles (cientistas) dizem, pode ser entendida como característica de um processo que oferece um campo privilegiado para o estudo dos mecanismos do dialogismo. Nota-se a relevância da Divulgação Científica no tangente a aproximar o público leigo e externo aos limites geográficos das universidades, dos desenvolvedores de ciência e tecnologia, assim como apontam Torres *et al.* (2012):

A universidade é, por excelência, um espaço de produção de conhecimento científico sobre os mais variados temas. A importância dessa produção científica não se restringe ao âmbito acadêmico, pois o conhecimento científico é cada vez mais necessário à sociedade. Para o cidadão comum, constitui um recurso ao qual se recorre para auxílio e para orientação nas decisões cotidianas. É, portanto, um instrumento para a compreensão da natureza e da vida social. Sendo assim, a divulgação científica é de extrema relevância para a sociedade. (TORRES *et al.*, 2012, p. 198).

Percebe-se, nesse sentido, a relevância da divulgação científica para a construção da sociedade bem como suas implicações na formação dos sujeitos em processo de

escolarização ou àqueles que de toda feita, buscam informações que os auxiliem em suas ações cotidianas. Por não exigirem dos sujeitos algum tipo de formação educacional específica, ou até mesmo vinculados a quaisquer instituições ou programas educacionais, os espaços não formais de educação tornam-se uma opção palatável para divulgação científica.

O ambiente ou espaço não formal de educação exprime-se por aquele no qual o indivíduo pode ter chegado até ele por livre escolha, sem cumprir formalidades educacionais ou acadêmicas e que pode ali, gerar uma experiência de aprendizado. Tais ambientes são descritos por Marandino e Mônaco (2007). A exemplo da proposição das autoras, tem-se uma explanação sobre a formação dos astros e, sobretudo, a montagem do *Modelo Analógico do Espaço Sideral 3D em Meio Fluido - MAES-3DMF*, realizada por Almeida (2015) no Espaço do Conhecimento UFMG e retratada pela Figura 8. O trabalho é representado por um experimento não formal utilizado para fins educativos, tendo em vista não estar vinculado às devidas formalidades curriculares.



FIGURA 8: A Oficina Multiverso: Planetário Líquido, realizada em 2015 no Espaço do Conhecimento UFMG, na qual Almeida demonstra a montagem do modelo **Fonte:** Almeida (Arquivo Pessoal)

Nesse sentido, infere-se, no que observam Marandino e Mônaco (2013), que o processo de aprendizagem não ocorre somente no espaço formal ou espaço escolar, e que os demais espaços no quais os indivíduos convivem seriam considerados informais, ao passo em que não estão vinculados a nenhuma espécie de componente curricular. Ademais, a utilização de espaços não formais de educação, tendo em vista sua possibilidade de extensão de componentes curriculares e sendo utilizados como apoio à educação escolar é um dos pilares dessa pesquisa. É necessário evidenciar sua relevância no processo educacional, bem

como a utilização de seus benefícios à educação formal. Vieira *et al.* (2005) demonstra alguns dos propósitos dessa utilização:

Os museus e centros de ciências estimulam a curiosidade dos visitantes. Esses espaços oferecem a oportunidade de suprir, ao menos em parte, algumas das carências da escola como a falta de laboratórios, recursos audiovisuais, entre outros, conhecidos por estimular o aprendizado. É importante, no entanto, uma análise mais profunda desses espaços e dos conteúdos neles presentes para um melhor aproveitamento escolar. (VIEIRA *et al.*, 2005, p. 21).

Pode-se afirmar que a possibilidade com a interação dos visitantes com os objetos museais dos museus de ciências, despertam neles interesse pela descoberta de novos temas e conhecimentos. Nesta mesma linha, Falcão e Gilbert (2005) completam:

A visita à exposição de um museu de ciências proporciona indícios sobre o ambiente bem diferentes para cada visitante, no que diz respeito à ambientação, unidades expositivas, ações realizadas por outros visitantes, pessoas ao redor, entre outros. (FALCÃO e GILBERT, 2005, p. 112).

A partir das afirmações de Vieira (2005) e Falcão e Gilbert (2005), nota-se que tais espaços podem promover a interação entre visitantes e atrações a partir de recursos digitais para exibir os conteúdos a serem explorados. Uma dessas possibilidades é tratada na atração *Vale o Quanto Pesa*, instalada no MM-Gerdau e representada pela Figura 9:

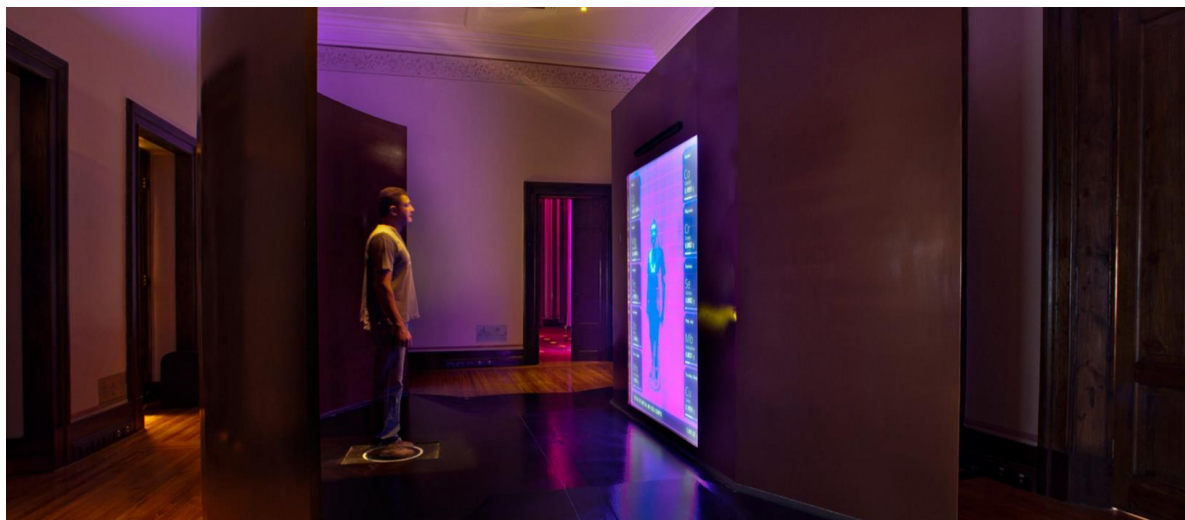


FIGURA 9: Atração Vale o Quanto Pesa: Balança apresenta uma estimativa da quantidade de substâncias minerais presentes no corpo de acordo com o peso da pessoa. **Fonte:** MM-Gerdau

Para a pesquisadora, a utilização dos espaços estimula o processo de aprendizado ao passo em que o aprendente está em um meio profuso de informações, ambientes, exemplos virtuais e táteis. Corroborando com Vieira (2005), Marandino e Mônaco (2013) salientam a função dos espaços não formais no processo formal educativo.

Em resumo, os educadores e os profissionais de museus têm que entender que esses espaços são utilizados como acessórios para o processo formal educativo, mas que eles não têm este papel fundamental, embora muitas vezes o museu precise disso para ganhar mais dinheiro para se estruturar melhor. É importante entender que o museu deve ser percebido como um lugar onde é possível se ter a livre opção de se chegar lá e aprender. (MARANDINO e MÔNACO, 2013, p. 23).

Apesar de categorizados como espaços não formais, a capacidade educacional de museus e demais espaços expositivos podem ser, em linhas gerais considerados espaços de educação, ao se considerar a potencialidade que tais espaços possuem no processo educacional. É o que discute Marandino (2013):

Mas, serão os museus ambientes de educação? Se a resposta para essa pergunta for positiva, que processos educativos ocorrem nos museus, especialmente naqueles dedicados a ciências naturais? Serão as visitas familiares e escolares aos museus de ciências momento de aprendizagem? Essas perguntas fazem parte de um rol de problemas aos quais investigações no campo da educação vêm se dedicando, ora enfocando temas educacionais amplos relacionados ao papel social educacional dos museus, ora tomando por foco questões específicas de aprendizagem ou sobre processos de transposição do conhecimento científico nos espaços expositivos e nas demais atividades educativas. (MARANDINO, 2013, p.173).

Acerca da discussão proposta por Marandino (2011), observa-se que os programas de visitas guiadas oferecidos pelos setores educacionais dos museus, sobretudo nos de ciências, promovem complementação, exploração, experimentação e modelagem dos temas abordados em salas de aulas formais, com o auxílio de suas atrações expositivas ou interativas. A Figura 10 demonstra a visita dos alunos do Ensino Fundamental de Belo Horizonte durante suas visitas ao MM-Gerdau.



FIGURA 10: Para ajudar a desvendar o universo dos minerais, das minas e do metal, o MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal conta com diversas ações gratuitas realizadas por seu Educativo. **Fonte:** MM-Gerdau

Dessa maneira, Marandino (2011) defende que tais espaços são considerados

espaços educacionais, a partir do momento que estiverem ligados às ciências:

Consideramos os museus de ciências espaços educacionais. Neles, as experiências vivenciadas se projetam para além do deleite da diversão. Programas e projetos educativos são gerados, com base em modelos sociais e culturais. (MARANDINO, 2013 p.173).

Contemporaneamente, a utilização de recursos digitais tornou-se uma alternativa na disposição de atrações dos espaços não formais de educação. No cenário tecnológico, tal alternativa pode gerar no indivíduo que visitar esses espaços uma experiência multissensorial que não é, como aponta Vieira (2005), uma unanimidade nos espaços formais. Dessa maneira, Marandino (2013) sugere a mudança do atual cenário dos museus:

É ainda bastante comum a associação da palavra museu a locais com a função de “guardar coisas velhas”. Por outro lado, é crescente a percepção, por parte do público, do papel de local de lazer, deleite, contemplação e diversão que os museus possuem. (MARANDINO, 2013 p.173).

O que antes eram definidos como lugares para “guardar coisas velhas”, como relata Marandino (2013), contemporaneamente vem se tornando um conjunto híbrido de espaços modernos repletos de recursos tecnológicos em paralelo com peças autênticas, restauradas ou em seus estados originais. A Figura 11 retrata a atração *Bebê Brasileiro*, instalada no MM-Gerdau.



FIGURA 11: Atração Bebê Brasileiro: Estimativa da quantidade de substâncias minerais consumidas por um brasileiro ao longo de sua vida. **Fonte:** MM-Gerdau

Bertoletti (2013) concorda com Marandino (2011) e descreve o novo cenário dos museus e espaços não formais de educação, no qual a interação deverá ser promovida a fim de proporcionar ao visitante uma experiência educativa.

Ao se falar em museu, muitas pessoas pensam em um espaço com artefatos antigos e colecionáveis. A ideia de transformar o espaço do museu em um local para promover uma aprendizagem não formal e principalmente onde os visitantes possam tocar, experimentar, observar e compreender os fenômenos das mais diversas áreas de conhecimento humano tomou forma a partir das últimas décadas. (BERTOLETTI, 2013, p. 61).

A respeito da proposição de Bertoletti (2013), observam-se as atrações interativas do museu de ciências e tecnologia MM-Gerdau, representadas pela Figura 12: O tema mineralogia e siderurgia são representados por um conjunto de seis atrações interativas, que abordam questões históricas, técnicas e funcionais.

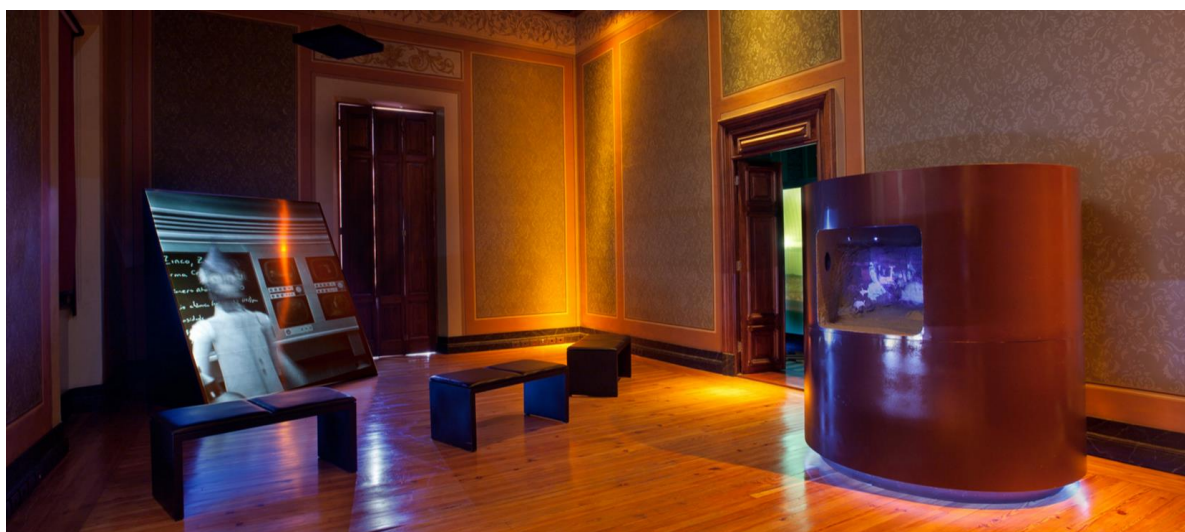


FIGURA 12: Atração Sala das Minas: A história das minas e as particularidades de seus minérios ganham vida por meio de personagens históricos e fictícios. As instalações apresentam fatos conhecidos e curiosidades sobre importantes minas situadas no Estado de Minas Gerais. **Fonte:** MM-Gerdau

Mesmo categorizados como não formais, percebe-se, à luz das pesquisas de Vieira (2005), Marandino e Mônaco (2013), Marandino (2011) e Bertoletti (2013), que tais espaços podem proporcionar o aprendizado por estarem diretamente ligados a experiências que, associadas às ciências, complementam e até influenciam no processo educativo.

Entretanto, há de se refletir que o aprendizado não é o principal objetivo dos museus de ciências, mas sim a divulgação científica. Para isto, recursos digitais podem ser utilizados para atrair os visitantes, bem como características estéticas do objeto museal. Não é pretensão desta pesquisa estabelecer parâmetro de análise tais que garantam quantificar o quanto visitantes aprendem ao circularem pelos corredores de um museu de ciências, mas sim, discutir sua potencialidade no processo comunicacional da divulgação científica. Nesse sentido, nota-se que algumas atrações como a *Espaço Gerdau*, instalada no MM-Gerdau e representada pela Figura 13, têm como objetivo informar aos visitantes sobre o que a

empresa produz no território nacional e permite que os visitantes insiram mensagens para o público espontâneo. Esta e mesmo outras atrações que representem entidades de interesse científico primam pelo caráter informativo e não necessariamente, no educacional.



FIGURA 13: Atração Espaço Gerdau: A Gerdau possui forte presença em Minas Gerais, onde estão relevantes investimentos, como a implantação da linha de aços planos e as atividades de mineração. **Fonte:** MM-Gerdau

Nos periódicos do campo de estudos da Educação em Ciências de maior relevância no Brasil, foram encontrados alguns trabalhos com enfoque na análise de analogias presentes em museus e espaços não formais de educação. Percebeu-se que tais pesquisas são transversais ao tema proposto por este estudo, por não abordarem especificamente o tema recursos digitais. Entre esses trabalhos, destacam-se os de Figueroa e Marandino (2009), Caffagni e Marandino (2011) e Almeida (2012).

Acerca do tema, identifica-se a atração *Chão de Estrelas*, instalada no MM-Gerdau e representada pela Figura 14. A atração faz uma analogia à observação dos astros e utiliza lunetas para este ato. Contudo, ao invés de olhar para o céu, o visitante é convidado a olhar para o chão, no qual as estrelas que são representadas pelas pedras preciosas encontradas em solo mineiro. Associa-se a utilização de analogias propostas pelos estudos de Figueroa e

Marandino (2009), Caffagni e Marandino (2011), e Almeida (2012) a uma das atrações encontrada neste museu de ciências.



FIGURA 14: Atração Chão de Estrelas: Nas lunetas espalhadas pelo chão, algumas das riquezas minerais que compõem o nosso subsolo são ampliadas, revelando seus detalhes. **Fonte:** MM-Gerdau

Figuerola e Marandino (2009) apresentam uma revisão de literatura a respeito dos objetos pedagógicos nos museus de ciências, com o objetivo de compreender como os alunos constroem suas ideias sobre tais objetos, na perspectiva da aprendizagem por meio das analogias. Krapas *et al.* (1997) e Duit e Glynn (1996) abordam as questões dos modelos no ensino da ciência e entendem o raciocínio analógico como elemento fundamental no processo de aprendizagem construtiva.

Em contrapartida, também são identificados objetos pedagógicos que não são meras representações, mas sim, a entidade como um todo ou amostra. É o caso do objeto museal *Inventário Mineral*, do MM-Gerdau, que reúne parte do acervo do Museu de Mineralogia Professor Djalma Guimarães. Nela, todas as representações mentais, analogias e modelagens se concretizam na apresentação da entidade, como retrata a Figura 15:



FIGURA 15: Atracção Inventário Mineral: Exposição de parte do acervo do Museu de Mineralogia Professor Djalma Guimarães e das recentes aquisições feitas pelo Museu. **Fonte:** MM-Gerdau

Figuerola e Marandino (2009) apontam para a relação entre a utilização de modelos para o ensino de ciência e a utilização de analogias como objetos pedagógicos presentes nos museus. Infere-se que a relevância dessa relação seja fundamental para a comunicação científica nesses locais, ao passo em que as adaptações e associações entre o veículo e o alvo sejam eficazes. Caffagni e Marandino (2011) apresentam uma análise de analogias utilizadas como recurso didático por monitores em um centro de ciência, discutindo a passagem do discurso científico para o discurso de vulgarização ou popularização, tornando-o acessível à compreensão do visitante.

A partir das discussões, as autoras observam as implicações educacionais dos resultados obtidos no contexto museal. Indo ao encontro das discussões propostas por Figuerola e Marandino (2009) e Caffagni e Marandino (2011), Almeida (2012) discute a (re)construção de modelos análogos a sistemas naturais e seu papel na divulgação científica. Propõe um olhar atento a respeito do papel dos profissionais da imagem - *designers*, artistas plásticos dentre outros - no processo de concepção e construção de modelos para espaços não formais de educação, no sentido do estreitamento das relações entre arte e ciência.

Contudo, as analogias podem ser aplicadas tanto na elaboração do conteúdo dos objetos museais quanto em algum dos seus aspectos ou como por exemplo na nomenclatura. O título das atrações pode desencadear uma série de comparações de domínio base dos visitantes e serem confirmadas ou não, após seu contato com o objeto museal. É o caso das atrações *Miragens* e *Matéria Prima*, ambas instaladas no MM-Gerdau e representadas pelas Figuras 16 e 17. A primeira demonstra, através de recursos holográficos, parte do acervo mineral do museu (Figura 16). A segunda faz uma alusão com o processo de formação do

universo, cujo nome do objeto museal indica que ali tem-se a base para a manufatura de algum elemento (Figura 17).



FIGURA 16: Atracção Miragens: Em um jogo de espelhos e reflexões, amostras do acervo mineral parecem estar ao alcance das mãos. **Fonte:** MM-Gerdau



FIGURA 17: A Atracção Matéria Prima, batizada a partir de uma analogia ao processo de criação do universo. **Fonte:** MM-Gerdau

As pesquisas de Almeida (2012), Figueroa e Marandino (2009) e Caffagni e Marandino (2011) estão diretamente ligadas à comunicação científica mediada por analogias. Contudo, nota-se que, ao se relacionar com o tema proposto nesta pesquisa e por

serem referências nas publicações do gênero, não foram identificadas congruências com a utilização de recursos digitais, tampouco foi utilizada a metodologia do mapeamento estrutural de Gentner (1983). Isso mostra que apesar de ser um tema largamente explorado no estudo das ciências biológicas e exatas, tal metodologia ainda é pouco explorada no que diz respeito à museologia ou à comunicação científica feita em museus.

Apesar de não identificar normas ou estabelecer regras para a utilização de recursos comunicacionais mediados por recursos digitais, é percebido que tais recursos tendem a compor cada vez mais os espaços não formais, sobretudo os museus de ciências e tecnologia. A respeito disso, identifica-se a atração *Descomissionamento* (Figura 18), baseada numa projeção 3D que representa o processo de exploração mineral em todas suas etapas.

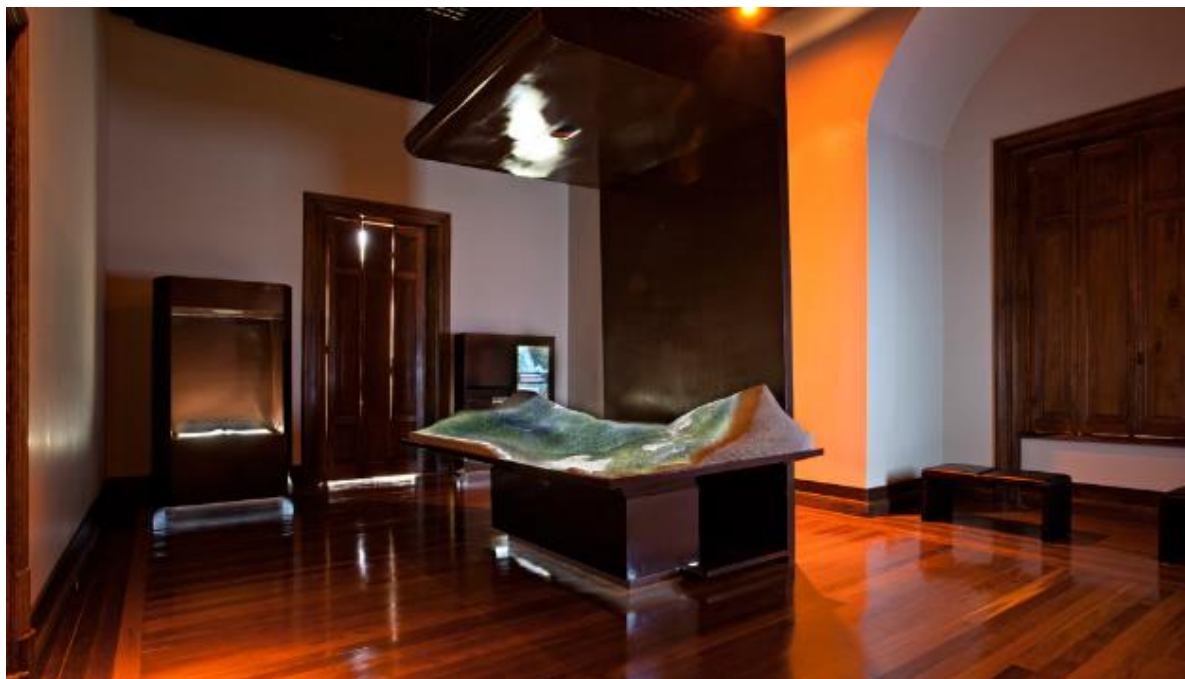


FIGURA 18: Vista completa da instalação da Atração Descomissionamento. **Fonte:** MM-Gerdau

Entretanto, confirmando com os princípios apresentados por Almeida (2012), Figueroa e Marandino (2009), Caffagni e Marandino (2011) e Nagem (2001), observa-se que a produção de objetos museais mediada por analogias aproxima o visitante do domínio alvo a partir do conhecimento de seu domínio base. Tal familiaridade com o tema a partir do domínio base dos visitantes pode contribuir para a função comunicacional do objeto museal, mesmo que não utilize de recursos digitais, como pode-se observar na Figura 19, que retrata MAES-3DMF.



FIGURA 19: Oficina Multiverso: Planetário Líquido, realizada em 2015 no Espaço do Conhecimento UFMG **Fonte:** Almeida (Arquivo Pessoal)

3.1 Museologia e espaços expográficos

Museologia é entendida como disciplina aplicada e sua cientificidade está construída. Mensch (1994) mapeou essa construção a partir da revisão de documentos produzidos anterior e posteriormente à criação oficial do International Committee for Museology (ICOFOM), em 1977. O autor (1994, p. 3) divide a produção teórica em museologia em cinco ideias fundamentais a seguir:

- Museologia como estudo da finalidade e organização de museus;
- Museologia como o estudo da implementação e integração de um conjunto de atividades visando a preservação e uso da herança cultural e natural;
- Museologia como o estudo dos objetos de museus;
- Museologia como o estudo da musealidade;
- Museologia como o estudo da relação específica do homem com a realidade.

Esta pesquisa se propõe no enfoque da museologia como “estudo dos objetos de museus”, citado por Mensch (1994), ao passo em que apenas as atrações serão analisadas em torno de seus aspectos comunicacionais, estruturais, semânticos e pragmáticos. O autor, parafraseado por Cury (2006) define o objeto museológico:

O objeto museológico é o objeto institucionalizado. É o objeto integrado a um museu e sendo atenção de um contínuo processo técnico, científico e administrativo que garanta a sua preservação, documentabilidade e comunicação. Esses objetos são selecionados por sua musealidade - propriedade do objeto como documento. (MENSCH, 1994: p. 10-11).

Dessa maneira, contemporaneamente, os profissionais dos museus pensam e trabalham na ótica da preservação do patrimônio cultural para a construção e reconstrução, individual e coletiva, da memória e da identidade considerando que tanto a memória quanto a identidade não estariam prontas em algum lugar do passado aguardando serem resgatadas como elos perdidos cristalizados, segundo Cury (2006). Nesse sentido, esquematicamente, tem-se a definição de museologia na Figura 20:

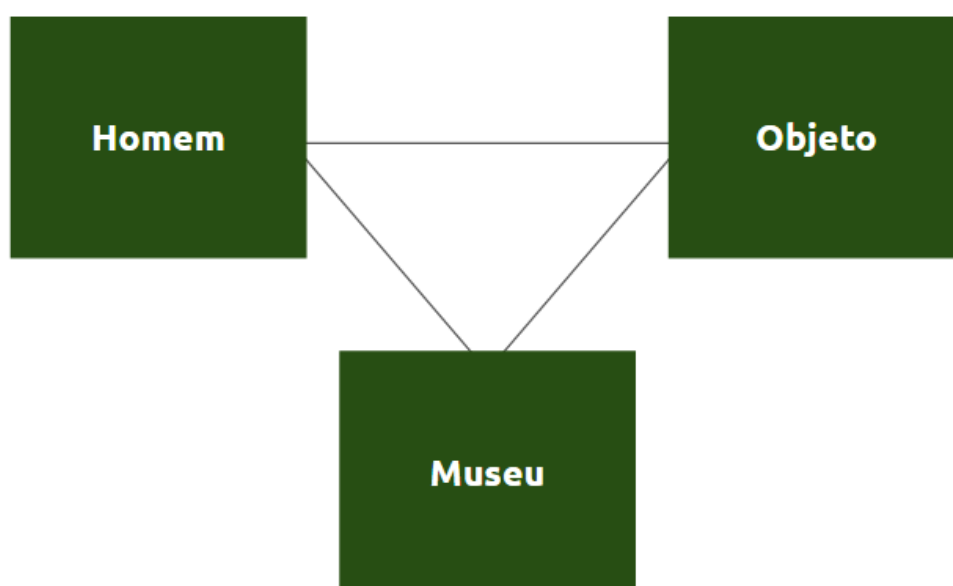


FIGURA 20: Definição esquemática de Museologia. **Fonte:** Cury, 2006, p. 32 (Adaptado pelo autor)

Observa-se que os três pontos da definição são unidos, criando, segundo Cury (2006), “a especificidade da disciplina”. A relação entre Homem e o Objeto ocorre em uma situação provocada institucionalmente. O cenário institucionalizado, que segundo a autora é denominado como museu, contemporaneamente assume inúmeras formas. A ideia consensual que se tem dessa instituição a partir dos seus estudos pode ser relacionada a seguir:

- Está instalado e um prédio que abriga um acervo depositado em reserva técnica;
- Possui fonte de recursos que, mesmo que sejam insignificantes;
- Possui quadro de pessoal, mesmo que pequeno ou insuficiente;
- Possui conjunto de procedimentos técnicos e científicos;
- Possui exposição, serviço educativo e inúmeros outros itens.

No entanto, segundo a autora, a visão consensual sobre museus em seu cenário institucionalizado vem se alterando contemporaneamente, ao passo que os conceitos de musealização e musealidade se atualizam, a partir da seleção de objetos que são retirados de seus contextos e integrados a um acervo. Nesse sentido, as definições atuais de museus e contrapontos com suas definições consensuais são apresentadas a seguir:

- O prédio pode ser uma casa, no ambiente natural, numa escola, em uma oficina de trabalho, dentre outros espaços;
- O acervo pode ser composto por objetos que apenas possuam sua musealidade, ou qualidade histórica, antropológica, sociológica, técnica, artística econômica, dentre outras;
- A ideia de acervo se amplia e passa também a ser constituída por conceitos como Patrimônio Comunitário, Patrimônio Integral e Referência Patrimonial.

Para esta pesquisa, as definições elencadas por Cury (2006) foram utilizadas para validar as escolhas dos espaços a serem visitados, seus aspectos físicos, espaciais e organizacionais, bem como a apresentação de seu acervo e sua relação com os espaços e com a comunidade científica.

3.2 Os objetos nos museus de ciências

Há de se salientar a função atrativa e educacional dos objetos nos museus de ciências. Como menciona Burcaw (1983), esses espaços conhecidos no século XVI como “salas de curiosidades”, obtiveram popularidade em diversas regiões da Europa, com o objetivo de exibir as coleções daqueles que se interessavam pelo mundo natural a um público interessado e motivado. Esses espaços promoviam o contato e a experimentação por parte dos visitantes às suas áreas de interesse. No que tange a experimentação, Figueroa (2012) discute:

A ideia de experimentação parece estar na origem de vários museus interativos de ciências. Como lembra Barry (1998 *apud* COLINVAUX, 2005), este é um legado de Frank Oppenheimer (1969). Este, questionando a “glorificação das conquistas de cientistas do passado a expensas de permitir que visitantes se engajem em um processo de descoberta”, afirmava que um museu de ciências, ao contrário, deveria oferecer ao público a “possibilidade de interagir com objetos assim como um cientista experimental o faz no mundo natural do laboratório”. (FIGUEROA, 2012, p. 41).

Seriam os objetos museais necessariamente atrativos? No que diz respeito à comunicação, infere-se que sim. Se for levada em conta que os objetos museais podem ter

funções educacionais, mas foram elaborados a partir de funções ligadas à divulgação científica, tais objetos necessitam gerar empatia com seus visitantes despertando neles a necessidade de interação.

Dessa forma, ainda para a autora, a ação do sujeito sobre o objeto corresponde à reação do objeto, configurado propriamente uma interação entre sujeito e objeto. (FIGUEROA, 2012, p. 42).

Noutro contexto, nota-se a necessidade não só comunicacional dos objetos museais, mas também sua integração entre si. O planejamento de um espaço não formal não parte apenas, segundo Figueroa (2012), de um agrupamento de objetos, mas de um conjunto de objetos que esteja contextualizado ao museu, auxiliando assim na interpretação do visitante:

No que se refere às teorias de comunicação aplicadas ao contexto de museu, Hooper-Greehill (1994a) afirma que o sentido do objeto na exposição é condicionado pela relação que ele estabelece com os outros objetos e com os recursos utilizados, através de etiquetas e textos, para auxiliar na interpretação pelo visitante. (FIGUEROA, 2012, p. 49).

O planejamento de um espaço não formal não parte apenas da atratibilidade de seus objetos, mas na sua relação com o espaço, o visitante e o contexto a ser tratado. Nesse sentido, exemplifica-se a atração *Sala das Minas*, instalada no MM-Gerdau e representada pela Figura 21, que conta parte da história da exploração dos minerais no estado de Minas Gerais por meio de um conjunto de recursos multimidiáticos.



FIGURA 21: Os objetos museais que compõem a atração Sala das Minas, que contam as aplicações do elemento Zinco e a história da Mina de Morro Velho, através de um simulador de um elevador. **Fonte:** MM-Gerdau

3.3 Abordagem técnica na montagem de uma exposição

Existiriam procedimentos técnico-metodológicos para a montagem de exposições e objetos museais? A retórica apresentada neste questionamento vai ao encontro dos estudos

de Cury (2006). A autora relaciona as cinco fases do design de exposições que, na percepção deste pesquisador, podem ser ampliadas e aplicadas na concepção de cada uma das atrações de um espaço não formal, apresentadas esquematicamente pela Figura 22 e descritas a seguir:

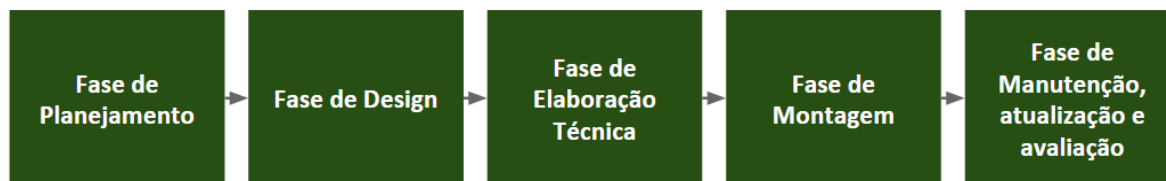


FIGURA 22: Definição esquemática das fases do design de exposições. **Fonte:** Cury, 2006, p. 99 (Adaptado pelo autor)

1. *Fase de Planejamento:* caracterizada pelo surgimento da proposta conceitual da exposição, podendo partir de variados indivíduos (educadores, diretores, pesquisadores, museólogos, dentre outros). A proposta aprovada é sustentada pelo aporte científico para a definição do enunciado central.
2. *Fase de Design:* caracterizada pela utilização de recursos bidimensionais como ilustrações, ou tridimensionais como modelos e maquetes, esta fase é baseada em conceituação, estudo, preparação e apresentação detalhada do circuito e da exposição em parte e no todo.
3. *Fase de Elaboração Técnica:* caracterizada pela elaboração do plano técnico, do mobiliário e de todos os recursos necessários para a instalação no espaço expositivo.
4. *Fase de Montagem:* caracterizada pela união e produção de todos os recursos expográficos, instalação e montagem do espaço físico, culminando na exposição como produto.
5. *Fase de Manutenção, atualização e avaliação:* caracterizada pelo princípio da manutenção preventiva e constante, o que garante a boa apresentação da exposição. As atualizações resultam de necessidades científicas ou comunicacionais.

Corroborando as proposições de Cury (2006), nota-se Almeida (2015) em sua oficina sobre o MAES-3DMF, realizada no Espaço do Conhecimento UFMG e retratada pela Figura 23. O pesquisador consegue por meio de seu modelo demonstrar, para além da representação da entidade de interesse científico, as fases de planejamento, design, elaboração técnica, montagem, manutenção, atualização e avaliação. Todas as fases que a autora propõe na montagem de uma exposição se aplicariam à montagem do MAES-3DMF. Essa análise será feita com maior profundidade no Capítulo 5.



FIGURA 23: Oficina Multiverso: Planetário Líquido, realizada em 2015 no Espaço do Conhecimento UFMG **Fonte:** Almeida (Arquivo Pessoal)

No âmbito da concepção de exposições, entende-se que tais fases resultam num espaço como um todo e que faz interlocução com suas atrações. É necessário ressaltar que tais procedimentos podem garantir a unidade do espaço exposicional ou museal proporcionando assim, uma experiência significativa ao visitante. Há ainda a necessidade de observar atentamente as etapas de planejamento e elaboração dos espaços museológicos, que são listados por Cury (2006). Segundo a autora, as etapas também servem de orientação para possíveis processos de avaliação. Os itens serão listados de maneira esquemática pela Figura 24 e listados a seguir.



FIGURA 24: Fluxograma para o planejamento e elaboração de espaços museológicos **Fonte:** Cury, 2006, p. 103 (Adaptado pelo autor)

1. *Concepção museológica*: caracterizada pela discussão do tema da exposição e seu recorte conceitual, seja do geral para o particular, bem como pela definição do mapa cognitivo temático e sua inter-relação com os outros temas e áreas do conhecimento. Esta etapa também é responsável pela definição do desenvolvimento conceitual, pela definição das possíveis chaves conceituais, pela seleção dos objetos e execução do laudo técnico do estado de conservação. Além disso, nessa etapa é feita a definição dos objetos e a justificativa da exposição, bem como os adjetivos que justifiquem a proposta.
 - *Concepção espacial*: é pautada pela definição da planta conceitual, pela criação de áreas conceituais em planta arquitetônica, distribuindo e valorizando os tópicos do desenvolvimento conceitual e suas relações hierárquicas. Nesta etapa também é estabelecido o circuito da experiência do público.
 - *Concepção da forma*: caracterizada pela criação do padrão de composição visual iniciando a construção da visualidade tridimensional da exposição, criando-se valores visuais a partir dos adjetivos relacionados ao tema. Neste contexto, é definido o padrão expográfico, ou seja, são definidos os principais recursos expográficos, incluindo a linguagem de apoio.
2. *Concepção expográfica*: caracterizada pelo cruzamento entre os dois momentos anteriores estabelecendo as bases para o design da exposição, ou seja, as bases para a composição visual do todo e das partes, num determinado espaço físico. Além disso é feita a elaboração dos estudos experimentais das unidades expográficas, bem como a preparação dos esboços para o conceito central e para as unidades expográficas.
 - *Concepção do sistema das vitrinas e mobiliário*: caracterizada pela concepção do mobiliário visando a apresentação de conservação dos objetos.
 - *Concepção do sistema de iluminação e outros recursos sensoriais*: caracterizada pela concepção da iluminação e outros recursos que, associados ao espaço museal, forma do acervo, visam a interação do público e conservação dos objetos.
 - *Concepção do sistema de segurança*: visa a interação do público e a conservação dos objetos.
 - *Concepção do sistema de controle ambiental*: define desde o controle da temperatura ambiental à umidade relativa do espaço expositivo.
3. *Elaboração do projeto museológico*: caracterizada pela reunião da documentação produzida, pela redação, pela preparação da planta arquitetônica e de desenhos para

a descrição em termos tridimensionais. Nesta etapa, também são elaborados o orçamento e o cronograma para implementação do espaço museal.

As discussões de Cury (2006) apontam ainda para o passo seguinte, que é a montagem da exposição. Para isso, a autora propõe um fluxograma que sintetiza todas as etapas, representado pela Figura 25 e descrito a seguir.

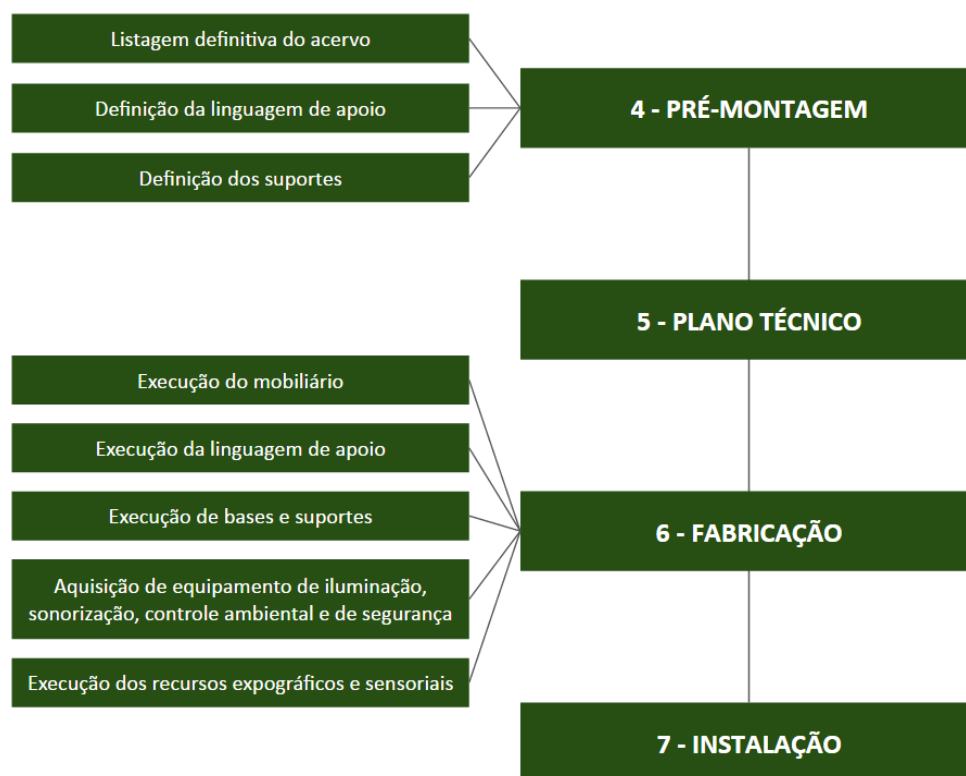


FIGURA 25: Fluxograma para a instalação de exposições e espaços museológicos **Fonte:** Cury, 2006, p. 107 (Adaptado pelo autor)

4. *Pré-montagem:* é definida pela discussão conceitual realizada junto com o estudo da distribuição espacial das peças e linguagem de apoio.
 - *Listagem definitiva do acervo:* nesta etapa são definidas de maneira integral todas as peças que farão parte da mostra.
 - *Definição da linguagem de apoio:* nesta etapa são definidas as temáticas a serem abordadas por linguagem de apoio, como sinalização e iluminação.
 - *Definição de suportes:* é realizado um estudo de adequação de bases e suportes, dentro do espaço expositivo, visando melhor distribuição espacial do conjunto de destaques específicos das peças.
5. *Plano técnico:* realizado a partir do plano executivo na sequência da concretização da exposição. Nesta etapa, são elaborados os desenhos técnicos de construção, definidas as especificações técnicas e feitas as contratações de pessoal e serviços.

6. e 7. *Fabricação e instalação*: a montagem da exposição inicia-se muito antes da montagem no espaço propriamente dito, ou seja, no momento da execução de diversos serviços a fabricação e a criação de infraestrutura para a montagem no espaço, ou seja, a instalação.

- *Execução do mobiliário*: constrói-se o mobiliário a partir dos desenhos técnicos.
- *Execução da linguagem de apoio*: tomando por base as orientações científicas, desenhos técnicos e as especificações técnicas, a linguagem de apoio é executada. Nesse sentido, são executados os textos a partir da discussão de sua forma verbal, linguagem e como estes são apresentados ao público.
- *Execução de bases e suportes*: a sustentação dos objetos é então definida, bem como feita a seleção de materiais, desenho e execução de suportes para cada um destes objetos, visando a conservação e comunicação.
- *Aquisição de equipamento de iluminação, sonorização, controle ambiental e de segurança*: nesta etapa são feitos os levantamentos, aquisições e instalações necessárias do equipamento antirroubo e fogo. Ademais, é feito o levantamento e aquisição de aparelhos de controle de umidade relativa e temperaturas. É comum que a instalação dos aparelhos de controle de temperatura exija adaptação do espaço físico do prédio, gerando obras.
- *Execução dos recursos expográficos e sensoriais*: nesta etapa final são instalados os recursos expográficos e sensoriais como cenários e ambientações.

Percebe-se que a pesquisa de Cury (2006) reúne considerável conjunto de ações, critérios e procedimentos para o planejamento e a montagem de espaços expográficos. A autora defende que tais critérios apresentados por sua pesquisa possam ser subdivididos em inúmeros outros. Por conseguinte, as etapas aqui descritas e ilustradas podem ser, de acordo com a autora, utilizadas para nortear o processo de avaliação dos espaços expositivos. Nesse sentido, obtém-se aporte teórico para futura análise dos objetos museais selecionadas para esta pesquisa.

A partir deste arcabouço teórico, foram estabelecidos os critérios para seleção e análise dos objetos de pesquisa, representados por uma série de procedimentos metodológicos que serão descritos no capítulo a seguir.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo, será apresentada a metodologia desenvolvida para o trabalho empírico, aplicada aos dois objetos de pesquisa. Definiu-se Pesquisa Qualitativa com Caráter Exploratório para ambas as análises. Para a primeira, a atração *Metais e Ligas*, incluindo referências sobre o contexto da pesquisa, os critérios para seleção do espaço não formal, os critérios para seleção do objeto museal, a sequência metodológica para audição e visualização, a transcrição, o mapeamento estrutural e a análise das comparações. Para o segundo, o MAES 3D-MF, foi realizado o levantamento de três diferentes contextos de uso do modelo com suas respectivas finalidades, o mapeamento estrutural para cada entidade de interesse científico e a análise de suas características em termos da consistência estrutural, do foco e sua sistematicidade.

4.1 Contexto e campo de investigação

A cidade de Belo Horizonte abriga grande variedade de museus e espaços não formais, desde espaços direcionados à arte e entretenimento aos especializados em divulgação de princípios científicos. São aproximadamente 30 estabelecimentos, segundo dados atualizados apresentados pela Prefeitura de Belo Horizonte (2017). Para o direcionamento desta pesquisa, optou-se pela escolha dos Museus de Ciências e Tecnologia, pois infere-se que tais espaços por lidarem com públicos variados, possuam grande conjunto de atrações elaboradas a partir de comparações e modelagens.

Dentre os espaços disponíveis na capital mineira, foram selecionados por sua diversidade de acervo cinco museus de ciências e tecnologia na cidade: o Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (Figura 26), o Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais (Figura 27), o Museu de Ciências Morfológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (Figura 28), o Espaço do Conhecimento UFMG (Figura 29) e o MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal (Figura 30), sendo que os dois últimos fazem parte do Circuito Liberdade. Os espaços serão apresentados a seguir.

4.1.1 *Museu de Ciências Naturais PUC Minas*

Criado em 1983, o Museu de Ciências Naturais PUC Minas reabriu suas exposições à comunidade em agosto de 2002, no novo prédio especialmente projetado para o desenvolvimento de suas atividades de pesquisa, educação e lazer cultural, como informou seu setor Educativo. O MCN-PUC Minas abriga um importante acervo de zoologia e paleontologia, destacando-se pelas descobertas de mamíferos do Pleistoceno da América do Sul. As coleções de vertebrados da fauna atual contemplam anfíbios, répteis, aves e mamíferos. A equipe do Museu é composta de profissionais qualificados e de estudantes universitários que participam de diversos projetos.



FIGURA 26: Museu de Ciências Naturais-PUC Minas. **Fonte:** MCN-PUC Minas

4.1.2 *Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG*

O Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG (MHNJB/UFMG) está instalado em uma área com aproximadamente 600.000 m², possui vegetação diversificada e típica da Mata Atlântica, que reúne, além das nativas, espécies exóticas. De acordo com pesquisas realizadas nos setores Administrativo e Educativo, o Museu dispõe de um acervo formado por aproximadamente 270.000 itens, entre peças e espécimes científicos preservados e vivos (coleção científica de plantas e reserva vegetal) e contextualizados nas áreas da Arqueologia, Paleontologia, Geologia, Botânica, Zoologia, Cartografia Histórica, Etnografia, Arte Popular e Documentação Bibliográfica e Arquivística.

Integrando as áreas citadas também podem ser mencionados livros e periódicos, nacionais e estrangeiros, que se encontram na biblioteca do MHNJB/UFMG, assim como

um expressivo conjunto de fotos e de documentos do museu, incluindo aqueles relativos ao Presépio do Pipiripau. Parte desse acervo encontra-se exposto e pode ser visitado.



FIGURA 27: Museu de História Natural Jardim Botânico-UFMG. **Fonte:** MHNJB-UFMG

4.1.3 Museu de Ciências Morfológicas da Universidade Federal de Minas Gerais

De acordo com informações cedidas pelo seu setor Museológico, o MCM focaliza o organismo humano em abordagem sistêmica e interdisciplinar e busca, através da integração ensino/pesquisa/extensão, ser um espaço de intercâmbio entre a Universidade e a comunidade. Com acervo peculiar, o Museu de Ciências Morfológicas mostra, através de exposições didático-científicas permanentes, peças anatômicas, esculturas em gesso e resina, fotomicrografias de células e tecidos aos microscópios de luz e eletrônicos, embriões e fetos em diferentes estágios de desenvolvimento, além de equipamentos de áudio e vídeo, que facilitam o trabalho didático e de divulgação científica realizados no Museu.

Através do desenvolvimento de programas de divulgação científica e de projetos sociais, visando a educação para a saúde e a solução de problemas da vida diária da comunidade, o MCM tem estreitado laços entre UFMG e sociedade, ampliando também sua atuação junto ao ensino fundamental e médio, com o objetivo de incentivar uma nova consciência frente ao ensino das Ciências.



FIGURA 28: Museu de Ciências Morfológicas da UFMG. **Fonte:** MCM-UFMG

4.1.4 Espaço do Conhecimento UFMG

O Espaço do Conhecimento UFMG é um espaço cultural diferenciado, que conjuga cultura, ciência e arte simultaneamente. De acordo com informações cedidas pelo setor Educativo, o espaço é atualmente fruto de uma parceria entre o governo do Estado de Minas Gerais e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Neste ano de 2017, recebe o patrocínio da Unimed-BH pela Lei Federal de Incentivo à Cultura.

Em 21 de março de 2010, o Espaço do Conhecimento inaugurou oficialmente o Circuito Cultural Praça da Liberdade, hoje Circuito Liberdade, considerado atualmente o maior complexo cultural do país. Desde sua inauguração, o Espaço do Conhecimento UFMG recebeu mais de 350 mil visitantes. Conta com uma exposição de longa duração intitulada *Demasiado Humano* e já apresentou cerca de dez mostras temporárias sobre os mais diversos temas e curadorias.



FIGURA 29: Espaço do Conhecimento UFMG. Fonte: EC-UFMG

4.1.5 MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal

O MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal abriga importante acervo sobre mineração e metalurgia, documentando duas das principais atividades econômicas de Minas. Segundo informações do setor Educativo, o MM Gerdau foi construído com o esmero de quem lapida uma pedra e a transforma em algo precioso, tendo sido concebido para destacar a marcante relação da história e das expressões culturais do Estado de Minas Gerais com a riqueza de suas minas e recursos naturais. Também nasceu para celebrar a identidade do Estado e do seu povo, uma vez que traduz a formação e o desenvolvimento de uma região, revelando duas das principais atividades econômicas de Minas Gerais: a mineração e a metalurgia.

A proposta é colocar a mineração e a metalurgia em perspectiva histórica e desvendar o papel do metal na vida humana, ilustrando sua diversidade, características, processos produtivos e sua inserção no imaginário coletivo. Os metais são os elementos de maior diversidade no universo químico: entender o metal, os minerais e os seus componentes significa entender o motor fundamental, não somente da industrialização e do desenvolvimento de uma sociedade, mas também da vida. Além disso, descobrir a riqueza do nosso solo e a diversidade dos minerais é um convite a um passeio especial pelas Minas Gerais, literalmente no que se refere ao significado do nome do nosso estado. A seleção deste espaço como foco para a elaboração de uma dissertação para um programa de

mestrado em Educação Tecnológica, foi coroada com o fato histórico que marca as instalações do chamado “Prédio Rosa”. Em 1930, o espaço passou a abrigar a Secretaria de Educação, até a década de 90, quando incorporou também o Centro de Referência do Professor e o Museu da Escola.



FIGURA 30: O Prédio Rosa: O edifício que abriga o MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal, conhecido como Prédio Rosa, foi inaugurado juntamente com a capital mineira e a Praça da Liberdade, em 1897, projetado para ser a Secretaria do Interior. Em 1930, passou a abrigar a Secretaria de Educação, até a década de 90, quando incorporou também o Centro de Referência do Professor e o Museu da Escola. **Fonte:** MM-Gerdau

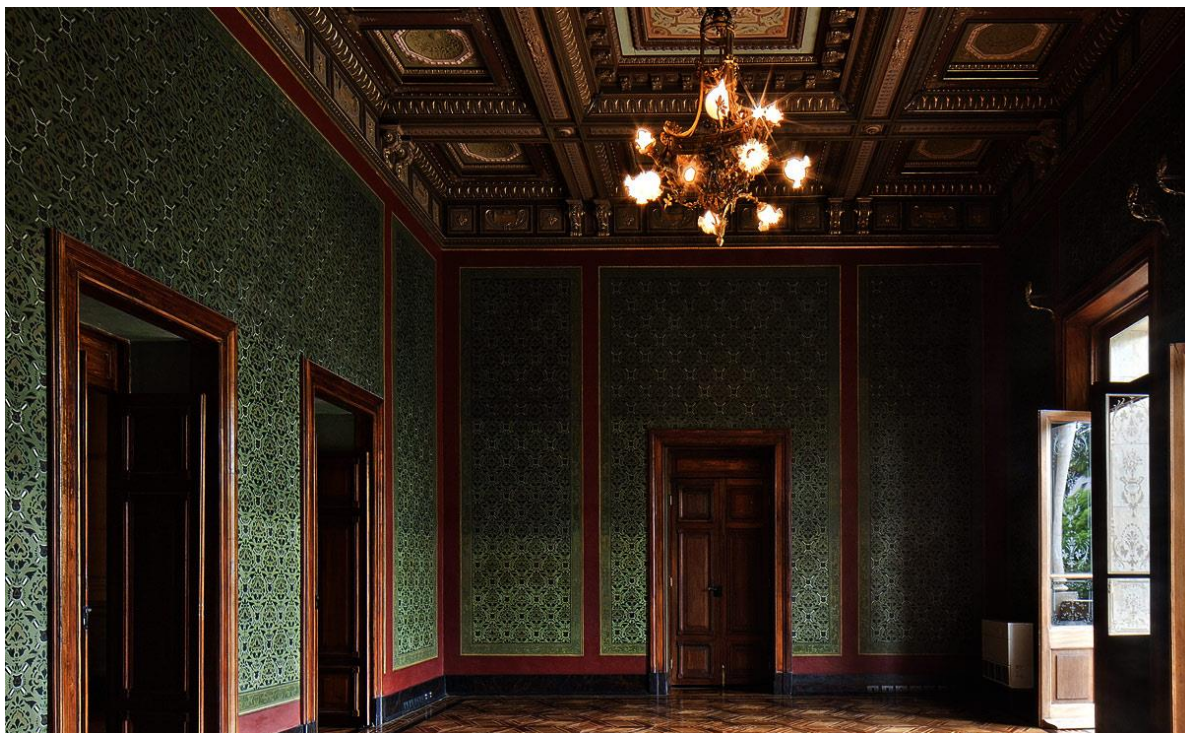


FIGURA 31: O Prédio Rosa: No total, foram restaurados 350 metros quadrados de piso, e outros 220 metros quadrados de

forro de madeira, além de 120 janelas e portas. **Fonte:** MM-Gerdau

O Circuito Liberdade foi inaugurado em 2010 e já é reconhecido como um importante corredor de cultura do País. Localizado na região central de Belo Horizonte é, atualmente, o maior complexo cultural do país. Ao todo, são onze espaços e museus em funcionamento: Arquivo Público Mineiro, Biblioteca Pública Estadual Luiz de Bessa, Centro de Arte Popular Cemig, Centro Cultural Banco do Brasil, Espaço do Conhecimento UFMG, Horizonte Sebrae – Casa da Economia Criativa, Cefar Liberdade, Memorial Minas Gerais - Vale, Museu das Minas e do Metal, Museu Mineiro e Palácio da Liberdade. A Figura 32 descreve a localização dos espaços do Circuito Liberdade.

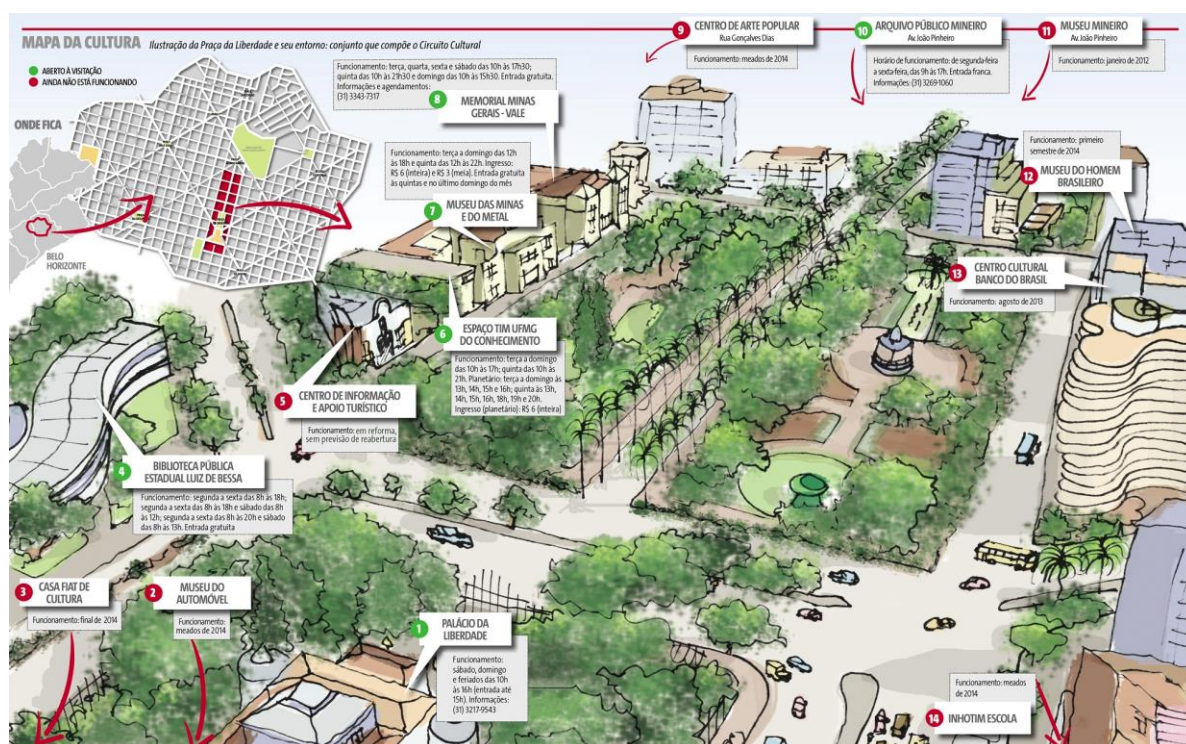


FIGURA 32: Infográfico representando o complexo do Circuito Liberdade. **Fonte:** MM-Gerdau

4.2 Caracterização da metodologia empregada

Tanto as pesquisas quantitativas quanto as qualitativas são empregadas nos estudos direcionados a museus. Marandino (2012) considera que, enquanto a primeira é direcionada à análise dos números obtidos a partir das visitas e ações nos espaços museais, a segunda é direcionada para as experiências obtidas durante as exposições das atrações e os visitantes. Para essa pesquisa, foi selecionada a metodologia qualitativa de caráter exploratório, por demonstrar ser mais apropriada ao cenário encontrado. Compreende-se que a opção pela

pesquisa qualitativa exploratória se apresenta relevante para a pesquisa pois, conforme justifica Moresi (2003),

a investigação exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que, todavia, poderão surgir durante ou ao final da pesquisa. É, normalmente, o primeiro passo para quem não conhece suficientemente o campo que pretende abordar. (MORESI, 2003, p. 68).

Em um segundo momento, foi realizado um grupo focal com público espontâneo, com o objetivo de identificar a percepção dos visitantes ao conteúdo discutido pela atração *Metais e Ligas*, que faz parte do conjunto de atrações audiovisuais do MM Gerdau - Museu das Minas e do Metal, que integra o Circuito Liberdade situado em Belo Horizonte. Esta atração foi criada para ilustrar o processo de fabricação de metais a partir da comparação do processo de cocção e preparação de alimentos. Para a análise do MAES 3D-MF, optou-se por não utilizar o grupo focal, mas acompanhar todo o processo de produção do modelo em conjunto com o pesquisador responsável pelo projeto, bem como registrar detalhadamente cada um dos estágios de suas representações.

Por fim, para uma análise detalhada de ambas as atrações selecionadas para esta pesquisa, foi utilizada a Teoria do Mapeamento Estrutural de Gentner (1983) ampliada por Ferry (2015), sendo, portanto, direcionada para a análise das comparações entre o domínio base, que é o conteúdo conhecido pelo indivíduo e o domínio alvo - conteúdo que se pretende expor. Acerca do tema modelagem, segue-se os princípios propostos por Nagem e Condé (2011), que sugerem a utilização dos modelos de forma cotidiana, tendo por escopo facilitar a construção do conhecimento.

Um modelo é uma construção analógica articulando teorias e leis. Muitos modelos podem ser expressos em uma concretude capazes de materializar uma ideia ou um conceito. Tal fato torna as teorias e as leis científicas mais assimiláveis pelo entendimento humano. (NAGEM e CONDÉ, 2011, p. 13).

A análise perpassa pela avaliação da aplicabilidade do modelo em questão na divulgação científica e na representação de entidades de interesse científico. O padrão de análise desenvolvido por Ferry (2015) se mostrou adequado para estabelecer a paridade entre os domínios tanto na análise de uma analogia quanto na análise de um modelo.

4.3 Critérios para seleção dos espaços

A partir das visitas feitas nos cinco museus de ciências selecionados para esta pesquisa, foram identificadas que todo possuíam atrações que sugeririam algum tipo de

comparação. Dentre os espaços visitados, destacou-se o Museu das Minas e do Metal. Considerado uma das referências do estado de Minas Gerais na utilização de recursos tecnológicos para a divulgação científica, o espaço concentra grande diversidade no formato das atrações, bem como apresentou o maior número de possibilidades de atrações que continham em seu discurso ou exemplificação um conjunto de analogias e/ou comparações. Um exemplo do montante de recursos digitais utilizados pelo MM-Gerdau é a atração *Janelas para o Mundo*, representada pela Figura 33.



FIGURA 33: Atração Janelas para o Mundo: Vídeos sobre o uso dos metais no passado, no presente e também seus avanços. **Fonte:** MM-Gerdau

4.4 Critérios para seleção dos objetos museais

Para essa pesquisa foram selecionadas duas atrações que obedecessem a pelo menos dois dos critérios definidos por Gentner e Markman (1997) para o processo da analogia. De acordo com os autores, é necessário fazer suposições não somente a respeito dos processos de comparação, mas também sobre a natureza das representações cognitivas conceituais e sobre como essas representações e processos interagem.

A atração *Metais e Ligas* foi selecionada a partir de pesquisa realizada nos espaços não formais de educação localizados em Belo Horizonte. Já a escolha do MAES-3DMF, se deu devido à necessidade de uma análise mais aprofundada dos modelos concebidos a partir dos estudos sobre modelagem realizadas pelo grupo de pesquisa Analogias e Metáforas na Tecnologia, na Educação e na Ciência - AMTEC, que integra o programa de Mestrado em Educação do CEFET-MG.

A partir da exploração feita no MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal, percebeu-se que a incidência de comparações se concentrava nas atrações que utilizavam

recursos audiovisuais, entre as 44 atrações do referido museu. Dessa forma, a atração *Panela da Neka* foi escolhida após análise de todas as que utilizavam recursos audiovisuais. A atração para a análise foi escolhida a partir da exploração das 44 atrações que utilizavam recursos audiovisuais no Museu, sendo realizada em cada uma delas a audição para a identificação de comparações. Cada objeto museal foi visto cinco vezes consecutivas com o objetivo de identificar comparações em seu conteúdo. O tempo médio de duração dos vídeos de cada objeto museal é de quatro minutos, totalizando aproximadamente 14 horas de audições. Notou-se que, de todas as atrações mediadas por recursos audiovisuais ou não, a *Metais e Ligas* (Figura 34), foi a que apresentou o maior número de comparações.



FIGURA 34: A atração *Metais e Ligas*: Em uma cozinha diferente, onde ao invés de pratos se cozinham panelas, a chef Neka revela como os processos de fusão de metais e de formação de ligas são essencialmente parecidos com a arte de cozinhar. **Fonte:** MM-Gerdau

A segunda atração museal analisada foi o Modelo Analógico do Espaço Sideral 3D em Meio Fluido - MAES-3DMF, foi criado com o propósito de representar parcialmente aspectos e entidades do espaço sideral e faz parte da exposição itinerante Espaço Multiverso. Tal modelo surgiu a partir da proposta de remodelagem do Simulador de Planetário Líquido proposto para o ensino da formação de sistemas solares objetivando alfabetização e assimilação de conceitos científicos, como apresentam Oliveira e Nagem (2010). A primeira versão do modelo, desenvolvida por Oliveira (2010), também no grupo de pesquisa AMTEC, era “composta por água, óleo e álcool, passou pelo processo de remodelagem com o objetivo de expandi-lo para espaços não formais de educação, tais como museus e exposições científicas” (ALMEIDA, 2012, p. 71). Mais detalhes a respeito do referido modelo (Figura 35) serão apresentados posteriormente.



FIGURA 35: Parte do objeto museal MAES-3DMF. **Fonte:** Almeida (2015) (Arquivo pessoal)

4.5 Procedimentos e estratégias para coleta dos dados

A seguir, serão apresentadas as estratégias para a coleta de dados desta pesquisa. Após a seleção do objeto museal *Metais e Ligas* no MM-Gerdau, o vídeo que a compunha foi assistido por 5 vezes seguidas *in loco* pelo pesquisador, observando sua duração, as comparações utilizadas pela personagem bem como os recursos audiovisuais utilizados no decorrer do vídeo. A atração foi fotografada em detalhes a fim de reproduzi-la esquematicamente para uma possível análise estética. O vídeo (Figura 36) exibido pela atração encontra-se disponível na web (www.youtube.com/watch?v=P0GkmCRKADc) proporcionando maior possibilidade para sua audição e posterior transcrição.

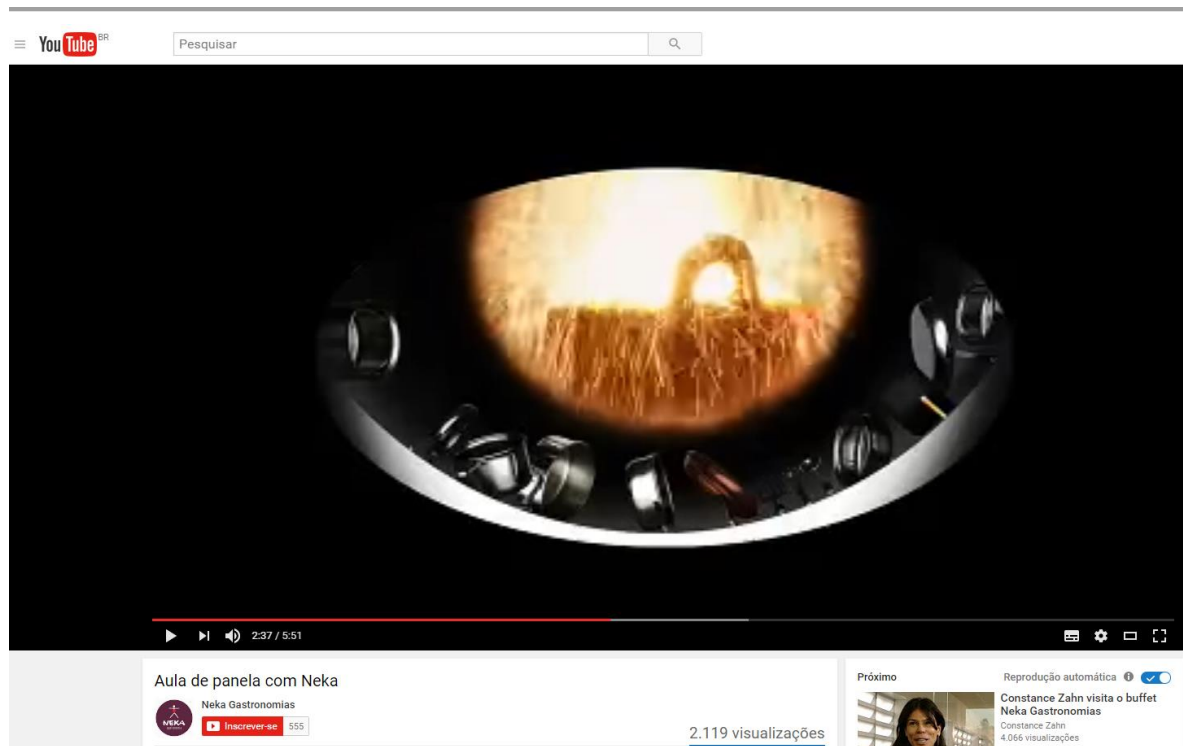


FIGURA 36: Vídeo do objeto museal *Metais e Ligas*. Fonte: Neka Gastronomias

4.6 Grupo focal

Seguindo o modelo proposto na pesquisa de Iervolino e Pelicioni (2001), foi realizado um grupo focal, registrado por áudio, logo após a visita ao museu. O grupo discutiu os detalhes do roteiro durante 44 minutos e foi dado a cada participante a oportunidade de expor seu ponto de vista a partir de questões semiestruturadas. O termo de consentimento livre e esclarecimento, bem como a transcrição na íntegra dos relatos dos participantes encontram-se disponíveis na seção de Apêndices desta dissertação.

Foram selecionados cinco sujeitos participantes para a coleta de dados, com idades entre 20 e 30 anos, que ainda não tinham visitado o MM Gerdau. Foi enunciada a intenção da pesquisa e apresentado o termo de consentimento. Os participantes assinaram o termo e, por fim, assistiram uma vez ao vídeo exibido na atração. Após o término da exibição, foi realizado o grupo focal com questões semiestruturadas, relacionadas no Quadro 1. As discussões resultaram em 44 minutos de gravações, que foram transcritas seguindo o padrão adotado por Buty e Mortimer (2008), adaptado para esta dissertação. Este procedimento teve o objetivo de mapear percepções do público em relação às comparações enunciadas pela atração. As questões abordadas pelo procedimento estão listadas no Quadro 1.

QUADRO 1: Questões elaboradas para nortear as discussões do grupo focal

<i>Tema</i>	<i>Questão discursiva</i>
Sobre o entrevistado	Gênero
	Idade
	Formação acadêmica
Sobre a instalação do objeto museal	O vídeo faz parte de uma das atrações de um museu de ciência e tecnologia. Quais são as condições de iluminação e audiovisuais desta atração?
	As condições do local permitiram sua compreensão do conteúdo do vídeo? Descreva sua percepção do local.
	O que mais chamou sua atenção na instalação na qual o vídeo é exibido?
Sobre o enredo	Aproximadamente, qual é o tempo de duração do vídeo?
	Qual é o assunto principal do vídeo?
	Quem é a personagem principal do vídeo?
	Qual é o cenário utilizado pela personagem durante sua narrativa?
	O que mais lhe chamou atenção no vídeo e por quê?
	Que recursos visuais e linguísticos foram utilizados no vídeo?
Sobre os recursos de linguagem	Você percebe a utilização de algum recurso de linguagem para facilitar a compreensão do conteúdo? Qual foi?
	Explique como as comparações identificadas por você na questão anterior facilitaram sua compreensão sobre o tema proposto
	Você percebeu a utilização de analogias e/ou metáforas durante o vídeo? Se sim, quais lhe chamaram mais atenção?
	Na sua opinião, como seria a experiência do objeto museal caso os recursos de linguagem fossem diferentes ou não fossem utilizadas as comparações?

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o MAES 3D-MF foi realizada uma visita guiada por seu idealizador, Prof. Msc. Dêlcio Julião Almeida, ao Planetário instalado na sede do Grupo AMTEC, que integra o programa de Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG. Foi acompanhado todo o processo de montagem do modelo bem como seu comportamento nas condições ideais para

a transição dos elementos. As etapas foram registradas em vídeo e fotografadas para proporcionar uma análise mais detalhada de cada um dos estágios de transição dos elementos.

4.7 Etapas e procedimentos adotados para análise dos objetos museais baseados em analogias ou modelagem analógica

A audição do objeto museal *Metais e Ligas* foi realizada no local na qual está instalada, o MM Gerdau. Para maior precisão na audição, foi utilizado o vídeo exibido na atração, disponível na web (www.youtube.com/watch?v=P0GkmCRKADc), e este utilizado para a transcrição. A fala da personagem Neka foi transcrita a partir de uma adaptação do padrão adotado por Buty e Mortimer (2008), demonstrado pelo Quadro 2:

QUADRO 2: Padrão de transcrição da fala da personagem Neka

/	Indica uma breve pausa na articulação da fala
[]	Indica discursos simultâneos
//	Sinaliza a interrupção do discurso de um sujeito por uma enunciação de outro sujeito
(())	Insere comentários e interpretações do que foi transcrito
[...]	Indica que a fala continha um trecho que não foi transcrito, por exemplo, por ter ficado inaudível na gravação
(!) e (?)	Indica mudanças de entonação na formulação de afirmações assertivas ou de perguntas

Fonte: Elaborado pelo autor

A análise das características estruturais do MAES-3DMF, realizada com a finalidade de se discutir a sua adequação contextual como representação parcial de aspectos, entidades e fenômenos de interesse no estudo da Astronomia, foi conduzida sequencialmente em três partes:

1. *Levantamento de três diferentes contextos de uso do modelo com suas respectivas finalidades:* (1) representar parcialmente o processo de formação de uma nebulosa, que é uma gigantesca nuvem de poeira e gás interestelar. Essas nuvens são conhecidas como berçários de estrelas, já que as mesmas se originam nessas regiões do espaço; (2) representar aspectos da estrutura de galáxias em espiral, que são aglomerados de estrelas, nebulosas e outros objetos siderais; (3) representar aspectos do processo de formação dos sistemas planetários. Quando uma nebulosa é afetada por algum fenômeno, como por exemplo a explosão de uma estrela supernova,

começará a girar cada vez mais rápido, com sua matéria entrando em colapso em direção ao centro. Esse processo resultará em um disco protoplanetário, ou disco de acreção, gerando uma estrela recém-nascida no centro e um sistema de jovens planetesimais que colidem para formar planetas maiores, como a Terra e os demais componentes do Sistema Solar. Esse processo é conhecido como acreção.

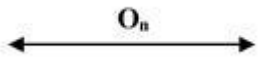
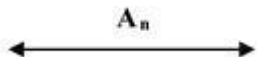
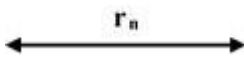
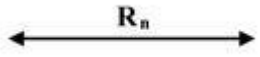
2. *Mapeamento estrutural do modelo* para cada entidade de interesse científico identificada nesses três contextos de uso, a fim de identificar a abrangência e as limitações do modelo em cada caso. Esse mapeamento foi conduzido conforme o padrão de análise estrutural de modelos apresentado a seguir.
3. *Análise de suas características* em termos da consistência estrutural, do foco e a da sistematicidade do modelo, discutindo sua potencialidade e adequação contextual para o ensino de Astronomia, de acordo com o nosso referencial teórico.

4.8 Padrão do mapeamento estrutural das analogias e dos modelos analógicos

A partir das considerações teóricas e a representação inicialmente proposta por Gentner (1983) para as correspondências entre os domínios comparados, optou-se por um padrão representacional mais simples e mais explícito das entidades (objetos, atributos ou relações) em correspondência. Portanto, foi proposto mapear estruturalmente os objetos, os atributos dos objetos e as relações entre esses atributos (ou entre os próprios objetos) por meio de um esquema explicitamente codificado. Neste esquema, foram representadas as correspondências entre os objetos de cada domínio por setas bidirecionais acompanhadas pela letra O (maiúscula), identificada por um número de ordem. As correspondências entre os atributos desses objetos também foram representadas por setas bidirecionais, acompanhadas, porém, pela letra A, com um número de ordem e endereçada ao objeto diretamente relacionado. Esse padrão representacional decorre da seguinte afirmação dos autores: “necessitamos de um esquema representacional capaz de expressar não somente objetos, mas também as relações e ligações que existem entre eles, como relações causais” (Gentner e Markman, 1997, p. 46).

As relações foram representadas pelo mesmo sinal gráfico, acompanhadas pela letra r (minúscula) ou R (maiúscula). A letra minúscula representa uma relação de primeira ordem, enquanto a maiúscula representa uma relação de ordem superior. O Quadro 3 apresenta esse padrão de representação do Mapeamento Estrutural elaborado para a análise das comparações encontradas na atração *Metais e Ligas* e no MAES 3D-MF.

QUADRO 3: Padrão de representação das correspondências estruturais no mapeamento das similaridades envolvidas numa comparação

DOMÍNIO BASE	REPRESENTAÇÃO DAS CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Objeto análogo		Objeto alvo
Um dos elementos que compõem o DB	<i>Correspondências entre objetos serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra O</i>	Um dos elementos que compõem o DA
Atributos do objeto		Atributos do objeto
Predicados de um objeto do DB baseados em uma única característica	<i>Correspondências entre atributos serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra A</i>	Predicados de um objeto do DA baseados em uma única característica
Relações de 1ª ordem		Relações de 1ª ordem
Relações entre dois ou mais objetos do DB ou entre suas características	<i>Correspondências entre relações de menor complexidade serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra r</i>	Relações entre dois ou mais objetos do DA ou entre suas características
Relações de ordem superior		Relações de ordem superior
Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DB	<i>Correspondências entre relações de maior complexidade serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra R</i>	Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DA

Fonte: Ferry (2015)

O Quadro 3 apresenta os símbolos gráficos criados por FERRY, 2015 para representar as correspondências entre os domínios base (DB) e alvo (DA). Essas correspondências podem incidir sobre objetos, atributos dos objetos ou relações estabelecidas em cada domínio. Qualquer correspondência com ênfase negativa, isto é, que privilegie uma diferença, será representada por uma seta bidirecional marcada com um X, denotando uma correspondência contra-comparativa ou contra-analógica, como delineado por Ferry e Nagem (2008).

4.9 Análise da abordagem técnica das atrações

A partir das proposições de Cury (2006) e Figueroa (2012), destacam-se uma diversificada rede de possibilidades de análises para os objetos museológicos. Contudo, esta dissertação restringe-se a analisar os aspectos descritos a seguir pelo Quadro 4:

QUADRO 4: Critérios para a análise museológica das atrações

CONCEPÇÃO MUSEOLÓGICA	Concepção espacial
	Concepção da Forma
CONCEPÇÃO EXPOGRÁFICA	Concepção do sistema das vitrinas e mobiliário
	Concepção do sistema de iluminação e outros recursos sensoriais
	Concepção do sistema de segurança
	Concepção do sistema de controle ambiental
PRÉ-MONTAGEM	Definição da linguagem de apoio
	Definição de suportes
FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO	Execução do mobiliário
	Execução da linguagem de apoio
	Execução de bases e suportes
	Aquisição de equipamento de iluminação, sonorização, controle ambiental e de segurança
	Execução dos recursos expográficos e sensoriais

Fonte: Elaborada pelo autor

É importante salientar que não é pretensão deste pesquisador estabelecer critérios definitivos para a pesquisa relacionados a questões estéticas e funcionais de objetos expográficos, tampouco esgotar tais critérios. Contudo, observou-se a pertinência ao adotá-los para auxiliar e validar as categorias propostas por esta dissertação.

4.10 Mapeamento estrutural

De acordo com o mapeamento estrutural, uma analogia consiste em um tipo de comparação que envolve um mapeamento de similaridades entre relações existentes entre objetos ou atributos desses objetos pertencentes a cada um dos dois domínios comparados – um domínio desconhecido, alvo da compreensão, e um domínio conhecido (base), familiar ao interlocutor da comunicação. Gentner (1983) distingue as analogias de outros dois tipos de comparação chamadas similaridades de mera aparência e similaridades literais.

Nas similaridades de mera aparência, há correspondências apenas entre atributos dos objetos que pertencem a cada domínio (forma, a cor, o tamanho). Nas similaridades literais, os atributos dos objetos que pertencem ao domínio fonte ainda devem corresponder a atributos de objetos que pertencem ao domínio alvo. Contudo, também deve haver correspondências entre relações existentes entre os objetos do domínio base e as relações existentes entre os objetos do domínio alvo (tais como relações de hierarquia, oposição e proporcionalidade). No caso das analogias, conforme Mozzer e Justi (2013), as correspondências são estabelecidas, exclusiva ou predominantemente, entre relações.

Segundo Gentner e Markman (1997), para capturar o processo da analogia é necessário fazer suposições não somente a respeito dos processos de comparação, mas também sobre a natureza das representações cognitivas conceituais e sobre como essas representações e processos interagem. Os autores descrevem três restrições psicológicas no alinhamento estrutural de uma analogia:

- *Consistência estrutural*, na qual uma analogia deve ser estruturalmente consistente, ou seja, deve haver uma conectividade em paralelo e uma correspondência “um a um” entre os elementos de cada domínio comparado. Essa conectividade em paralelo requer que as relações correspondentes possuam argumentos correspondentes, e a correspondência um a um limite qualquer elemento em um domínio a no máximo um elemento correspondente no outro domínio.
- *Foco relacional*, no qual uma analogia deve envolver relações comuns, mas não precisa envolver descrições de objetos em comum; isto é, o foco de uma analogia deve estar nas relações, e não nos atributos dos elementos que constituem os domínios comparados.
- *Sistematicidade*, princípio de uma analogia que diz respeito a uma “preferência tácita por coerência e poder preditivo causal no processamento analógico” (GENTNER e MARKMAN, 1997, p. 47).

Considerados os pressupostos, descrições dos mapeamentos e das características museológicas, serão discutidos os significados consistência das comparações propostas pelos modelos aqui analisados a partir do discurso do objeto museal *Metais e Ligas* e das representações realizadas pelo MAES-3DMF. A Figura 37, na página seguinte, apresenta uma síntese da sequência dos procedimentos metodológicos desta dissertação.

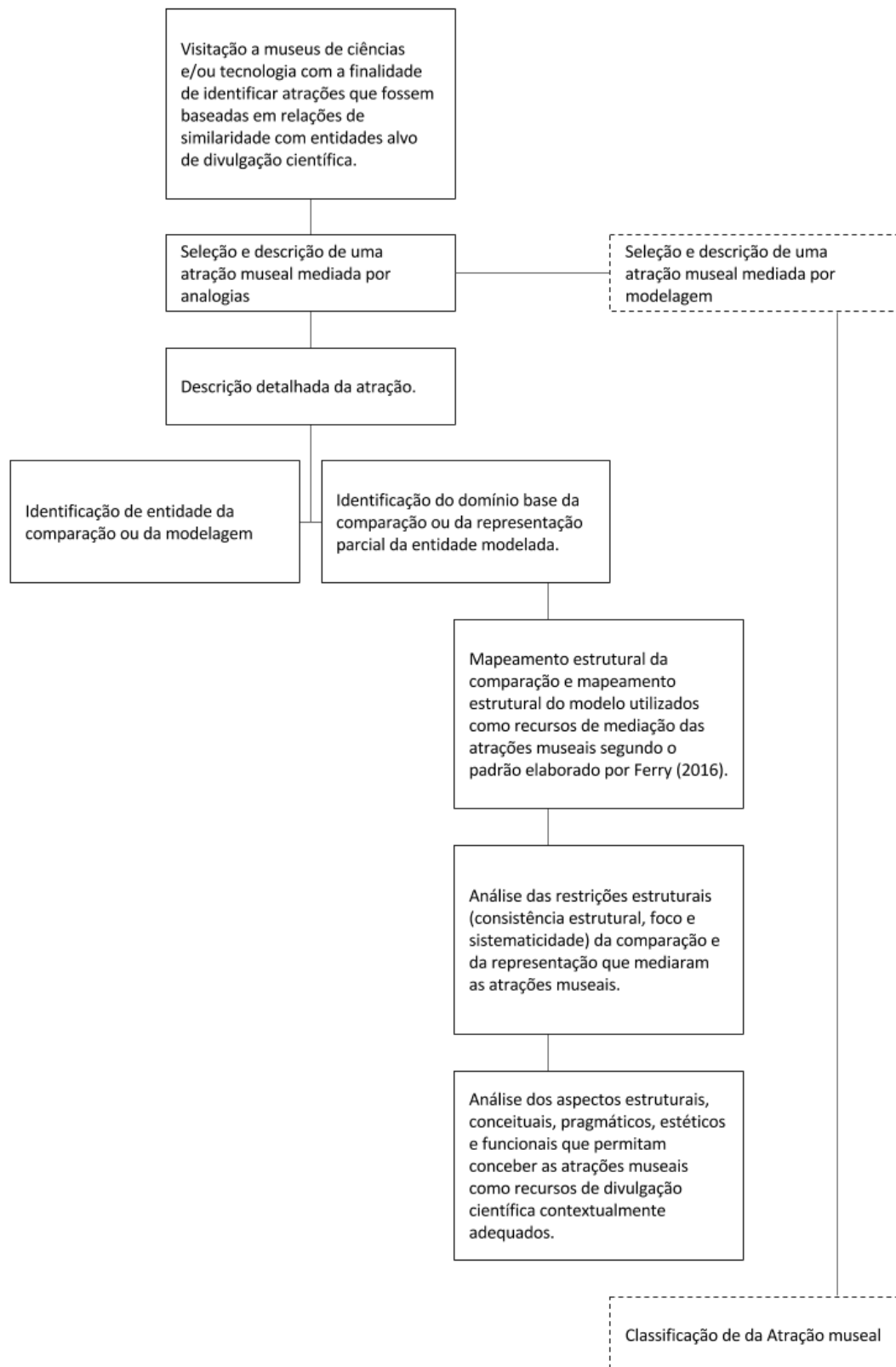


FIGURA 37: Sequência metodológica adotada para a análise estrutural, estética e funcional de objetos museais mediadas por analogias e modelagem. **Fonte:** Elaborada pelo autor

5 DISCUSSÕES E ANÁLISES

A seguir será apresentada a sequência adotada para a análise dos dados. Para a atração *Metais e Ligas*, foi feita a descrição detalhada do objeto museal, a transcrição das falas da personagem do vídeo, o Mapeamento Estrutural desta transcrição, a análise das comparações identificadas pelo Mapeamento com o objetivo de analisar características em termos da consistência estrutural, do foco e a sistematicidade do objeto museal. Para o MAES-3DMF, foi executado o levantamento dos contextos de uso do modelo e suas respectivas finalidades, foi realizado o Mapeamento Estrutural e, por fim, foi realizada a análise de suas características em termos da consistência estrutural, do foco e a sistematicidade do modelo, discutindo sua adequação contextual para o ensino de astronomia de acordo com o referencial teórico desta dissertação.

5.1 Descrição do objeto museal *Metais e Ligas*

A atração *Metais e Ligas*, é composta por um conjunto de recursos de projeção, texto de apoio, sonorização e ambientação como mostra a Figura 38. Percebe-se a intencionalidade de simular que a apresentadora do vídeo pareça estar dentro de uma panela, graças ao formato ovalado e ao material que reveste a instalação de concreto: chapas de bronze. Os visitantes são forçados a olhar para baixo para manter contato visual com a apresentadora (Figura 40). Para melhor visualização do vídeo, o ambiente é mais escuro do que os demais do MM-Gerdau.

A parte interna situada ao fundo recebeu revestimento acrílico na qual é feita a projeção do vídeo com duração aproximada de cinco minutos, por meio de um projetor instalado no teto da sala. A sonorização do objeto museal é feita por meio de duas caixas acústicas instaladas junto ao projetor. Assim como em uma cozinha convencional, o vídeo relaciona o preparo dos pratos à fabricação de painéis por meio do discurso da *chef* Neka, que demonstra como os processos de fusão de metais e geração de ligas metálicas são essencialmente semelhantes à arte de cozinhar.

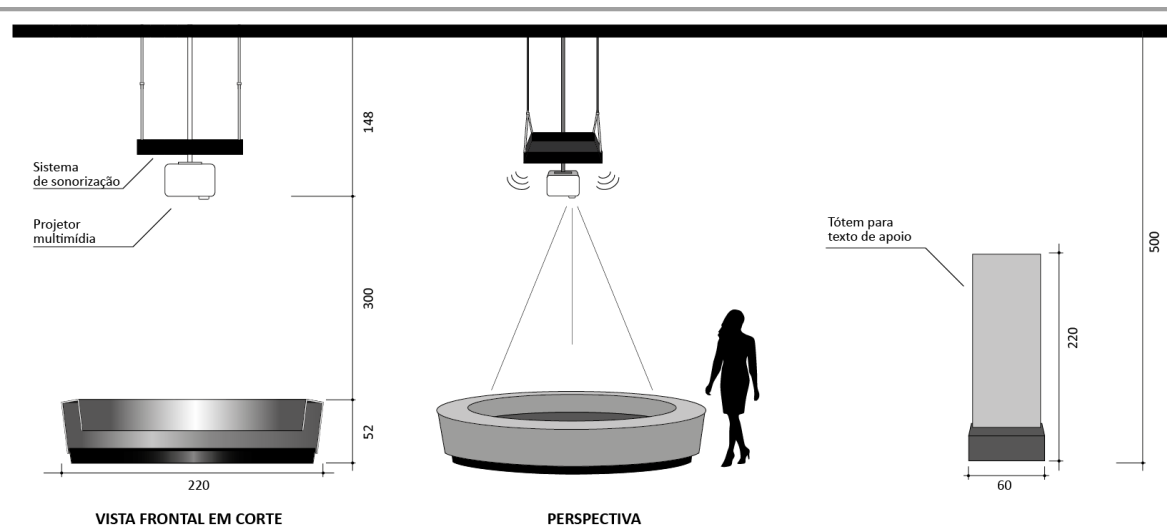


FIGURA 38: Desenho esquemático (corte longitudinal) e perspectiva isométrica do pedestal de apoio. **Fonte:** Elaborada pelo autor.

A atração (Figura 39) é parte integrante de um conjunto total de 44 atrações compostas por recursos audiovisuais do MM Gerdau. Concebida pela empresa na elaboração de exposições e espaços museais. Com roteiro de Silvia Albertini, a atração está em operação no museu desde sua inauguração em 22 de março de 2010 com projeto arquitetônico de Paulo Mendes da Rocha e museográfico de Marcello Dantas.

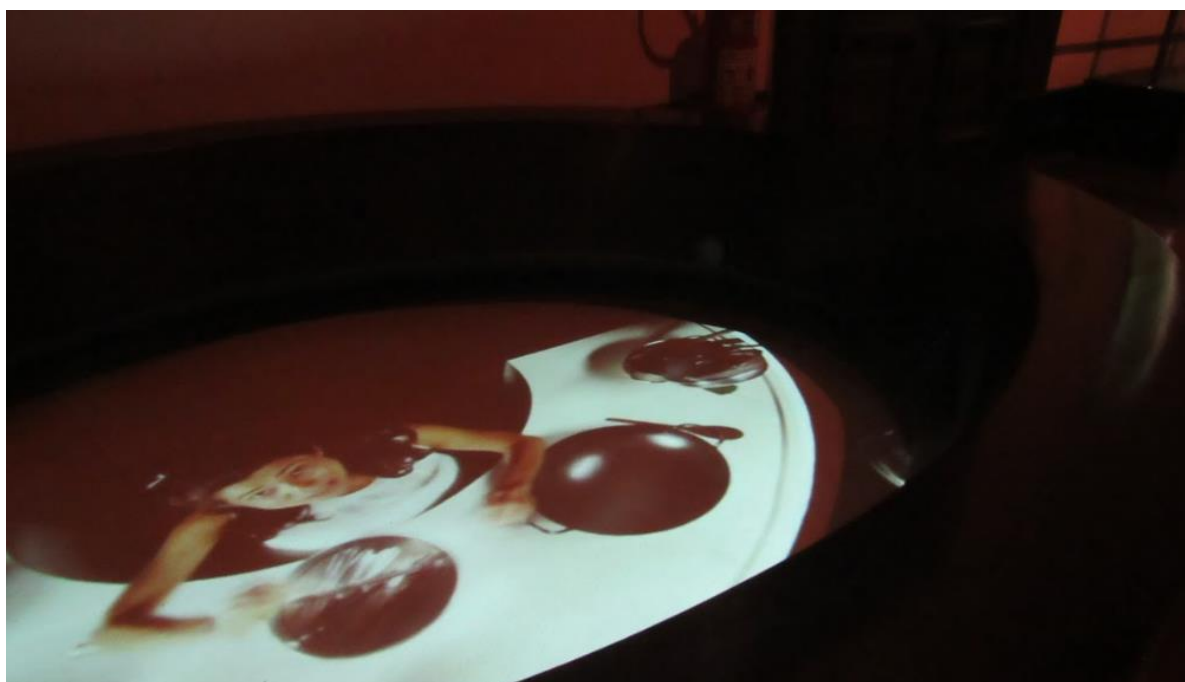


FIGURA 39: A atração *Metais e Ligas* instalada no MM-Gerdau. **Fonte:** Registro do autor



FIGURA 40: Grupo de visitantes em torno do objeto museal *Metais e Ligas*. Fonte: Registro do autor

5.2 Transcrição

A partir do padrão de Buty e Mortimer (2008), a seguir, será apresentada a transcrição da fala da personagem Neka na atração *Metais e Ligas*:

((0':01")) [...] *Vem! Vem! Vem! Vem! Vem! Vem! Vem! Vem cá! / Oi / Eu sou a Neka! / E essa é minha cozinha / (2s) / Hoje não vamos fazer nenhum prato / Vamos fazer a própria panela! / (4s) / Cada panela tem seus ingredientes, pra dar liga / (2s) / A liga metálica / Cada panela tem uma forma / Cada panela feita pra um tipo de comida / Cada panela feita pra um tipo de comida / (4s) / Existem vários tipos de panelas / Existem panelas de ferro / de inox / de bronze / de latão... / ((COMPARAÇÃO A - 0'14")) Cada panela tem a sua receita / Tem o seu metal predominante e os outros ingredientes usados nas proporções corretas / (4s) / Por exemplo: aqui temos uma panela de alumínio / Mas ela não é só feita de alumínio / ela tem magnésio / tem cobre / tem silício / que cozinheiros dão uma liga / Tá ligado? ((A narradora utiliza um maçarico de cozinha para ligar uma grande chama)) / ((COMPARAÇÃO B - 0'17")) Essa panela é de cobre / Igual a essa aqui, que estou sendo cozinhada / E o cobre é um dos metais mais remotos / foi descoberto pelo homem há mais do que dez mil anos atrás / (3s) / O cobre, um ótimo condutor de calor e eletricidade / Perfeito para refogar os alimentos em temperatura constante / E é o ingrediente principal para duas ligas metálicas / A de bronze e a de latão / Hummm! Que tal fazer uma panela de bronze? / Vamos lá? / Para fazer a panela de bronze, vamos colocar uma grande quantidade de cobre fundido e misture bem / ((Vídeo apresenta a simulação dos ingredientes metálicos sendo misturados em uma panela)) / Aquecendo / sempre mexendo / Colocamos um pouquinho de estanho / ((COMPARAÇÃO C - 02'10")) Cuidado para não empelotar! / Hummm! / Colocamos um pouco de chumbo /*

((COMPARAÇÃO D - 02'14")) deixamos no molde / resfriamos / E a nossa panela de bronze está pronta! / Ebaaaa! / (2s) / Enquanto o bronze endurece / ((COMPARAÇÃO E - 02'24")) vamos fazer nossa segunda receita / que é a panela de aço / (3s) / **Pro sucesso dessa receita / precisamos de ótimos ingredientes, de muita qualidade!** / O ferro e o carbono / ((COMPARAÇÃO F - 02'40")) ((A personagem utiliza talheres para simular as sucatas de ferro e os coloca em uma panela)) / Colocamos a sucata de ferro em fatias bem fininhas numa forma muito grande / (3s) / Aquecemos no forno numa temperatura de mil e seiscentos graus! / Barbaridade! / ((COMPARAÇÃO G - 03'00")) Aquecemos até fundir ((A personagem faz o gesto de girar o indicador ao lado da cabeça, simbolizando a loucura, também conhecido no Brasil como "fundir a cuca")) / Uma loucura! / (3s) / ((Com a utilização de efeitos especiais, a personagem é fundida aos ingredientes da panela de aço)) / E quando a liga estiver suficientemente líquida e quente, refina-se o ferro / Retira-se as impurezas e o excesso de carbono / ((COMPARAÇÃO H - 03'21")) e **misturar** ((A personagem gira a panela para misturar os ingredientes)) / Nossa base de aço está pronta / Vamos personalizar um pouquinho / acrescentando cromo / e níquel / Criamos assim, o aço inoxidável / Perfeito para panelas / Não mancha / não enferruja / Bah Tchê! / Maravilha! / outra coisa muito boa numa panela de ferro / sabedoria chinesa / Cozinhando os alimentos com ela / ela solta ferro / E a gente precisa de ferro / para ficar fortes! / ((COMPARAÇÃO I - 04'13")) Retiramos o aço inox do forno / Colocamos nos moldes ((A personagem troca os talheres de panela novamente)) / Deixamos endurecer / resfriar nas lingoteiras / ((COMPARAÇÃO J - 04'27")) Depois / esfriamos externamente com água fria ((A personagem despeja água sobre os talheres simulando o processo de resfriamento)) / ((COMPARAÇÃO K - 04'38")) Cortamos o aço em tarugos / Levamos pro forno numa temperatura de mil e duzentos graus / E eles saem prontos / laminados / perfeitos para serem transformados num produto / como esse / ((A personagem aponta para um conjunto de talheres dispostos em uma panela)) / (14s) / ((Durante os 14 s, ocorre exibição de imagens da produção de aço)) / Uma delícia **cozinhar panelas** / ((COMPARAÇÃO L - 05'15")) **Exatamente igual a uma cozinha / nós precisamos de fogo / água e ótimos ingredientes / nós usamos avental / lavamos as mãos antes de preparar / cozinhamos, misturamos, refogamos / assamos / fritamos / Colocamos na salamandra** / (2s) / Perfeito! / **Vocês estão prontos para fazerem seus próprios banquetes / de cromo, de magnésio, de estrôncio, de ferro, de alumínio, de aço, de bronze de cobre / Bom apetite!**

5.3 Mapeamento estrutural do objeto museal *Metais e Ligas*

A partir da transcrição da fala da personagem da chef Neka, foi realizado o Mapeamento estrutural a partir das comparações identificadas na transcrição. Esse mapeamento está apresentado no Quadro 5, a seguir.

QUADRO 5: Mapeamento estrutural elaborado a partir da transcrição do vídeo

Domínio Base	Correspondências	Domínio Alvo
Ingredientes de uma receita para a preparação de alimentos	$\longleftrightarrow E_1$	Elementos metálicos necessários para a produção industrial de uma liga metálica
Alimentos preparados/cozidos (exemplos: bolos, macarrão, pão)	$\longleftrightarrow E_2$	Ligas metálicas (exemplo: panela)
Fogo necessário para o cozimento dos alimentos	$\longleftrightarrow E_3$	Temperatura necessária para o derretimento dos metais e preparação da liga
Água necessária para o resfriamento dos alimentos recém preparados	$\longleftrightarrow E_4$	Líquido de arrefecimento utilizado na fabricação das ligas metálicas recém preparadas
Receita como o processo de preparação de um alimento	$\longleftrightarrow E_5$	Produção industrial como o processo de fabricação de uma liga metálica
Modos de preparação de alimentos	$\longleftrightarrow E_6$	<i>Não há elemento correspondente!</i>
Formas (forma de bolo)	$\longleftrightarrow E_7$	Moldes (lingoteira)
Determinado ingrediente é o componente principal na preparação de um alimento (Ser o principal ingrediente)	$\longleftrightarrow A_1 (E_1)$	Determinado elemento metálico é o componente principal na composição de uma liga metálica (Ser o principal elemento)
Qualidade dos ingredientes	$\longleftrightarrow A_2 (E_1)$	Propriedades físicas dos elementos metálicos
O sucesso de uma receita (isto é, da preparação do alimento) depende da qualidade dos ingredientes	$\longleftrightarrow r_1 (E_5, A_2)$	O sucesso da produção industrial depende das propriedades físicas dos elementos metálicos
As formas são usadas, durante a receita, para conter e dar forma para os alimentos preparados	$\longleftrightarrow r_2 (E_7, E_5, E_2)$	Os moldes são usados, durante a produção industrial, para conformar as ligas metálicas
Os alimentos podem ser preparados de diferentes modos	$\longleftrightarrow r_3 (E_2, E_6)$ (Inconsistência)	As ligas metálicas podem ser preparadas de...

Fonte: Elaborada pelo autor, 2015

O mapeamento estrutural do objeto museal *Metais e Ligas* frente à entidade de interesse científico permitiu perceber que o roteiro é capaz de representar sete elementos, dois atributos relevantes e três relações de primeira ordem, que neste caso podem ser compreendidas como três relações de ordem estrutural, uma vez que elas apenas organizam

os elementos constituintes do modelo e da entidade comparada. Ao analisar essas correspondências mapeadas, pode-se afirmar que, embora o elemento E_6 “Modos de preparação de alimentos” e a relação de primeira ordem (r_3) “Os alimentos podem ser preparados de diferentes modos” não possuam correspondência com a entidade mediada pelo roteiro, isso não compromete contextualmente a correspondência um a um entre os elementos do domínio base e do domínio alvo, e nem a conectividade em paralelo observada entre os argumentos das duas relações restantes mapeadas. Isso significa que a atração *Metais e Ligas* representa uma analogia consistente para esse contexto de uso. O mapeamento também indicou uma inconsistência entre o modelo e a entidade modelada, associada à terceira relação de primeira ordem (r_3) - o movimento das estrelas e outros corpos celestes.

Tendo em vista o maior número de relações mapeadas em relação à quantidade de atributos relevantes (apenas 2), poderia também afirmar que o foco dessa comparação é relacional. Contudo, ao observar a inconsistência representada por (r_3), que não possui correspondência com a entidade, obtém-se uma comparação com foco dividido entre relações e atributos. Isso significa que a atração *Metais e Ligas*, não consiste exclusivamente em uma representação de mera aparência, mas divide sua classificação com o foco relacional. No entanto, trata-se de uma comparação não sistemática (ou pouco sistemática), uma vez que as duas relações de ordem estrutural não estão conectadas e nem governadas por nenhuma relação de ordem superior. Isso significa que as duas relações mapeadas poderiam ser compreendidas como predicados relacionais isolados. Contudo, considera-se que a falta de sistematicidade dessa comparação não inviabilizaria o seu uso para a finalidade indicada (representar parcialmente o processo de fabricação de ligas metálicas). Tais considerações permitem afirmar que a atração *Metais e Ligas* se configura como uma analogia contextualmente adequada para o ensino de siderurgia.

5.4 Análise do grupo focal

A partir dos resultados obtidos pelo mapeamento estrutural das comparações utilizadas no vídeo, foi realizada a análise dos depoimentos registrados no grupo focal para esta pesquisa. O resultado do mapeamento demonstrou que a atração apresentava inconsistência no foco relacional e na sistematicidade. Contudo, há de considerar se tais inconsistências denotariam prejuízos para a percepção dos visitantes.

Percebeu-se que os visitantes identificados para essa pesquisa como A, B, C, D, E e F, identificaram a correspondência E_1 como destaca o visitante B, quando afirma que "É uma receita, é tipo fazer uma receita mesmo". A correspondência E_2 é ressaltada pelo visitante A como "o assunto principal do vídeo é mostrar quais minerais são utilizados para construir painéis". O visitante C identificou o domínio alvo da correspondência E_3 , e enfatizou que a comparação tornou o vídeo mais interessante: "um vídeo curto mesmo, mostrando pegando os ingredientes, colocando numa fornalha e fazendo uma panela, já seria muito complexo".

Percebeu-se num outro momento que nenhum dos visitantes pesquisados identificou a correspondência E_4 , ou fez algum tipo de menção ao processo de resfriamento. A correspondência E_6 , teve sua inconsistência ratificada pelo grupo de visitantes que não a identificou ou lhe fez qualquer tipo de menção. A correspondência E_7 foi identificada pelo visitante A que a descreve em detalhes e ainda cita um exemplo do domínio base: "aí você joga no molde que seria por exemplo você fazer um bombom". A correspondência A_1 (E_1) não foi percebida ou mencionada pelo grupo de visitantes. Contudo, o grupo observou em sua totalidade a pregnância da correspondência $A_2(E_2)$, ressaltada pelo visitante B: "Eu achei que esse negócio dos bons ingredientes sensacional". O grupo também concordou em sua unanimidade que a qualidade de bons ingredientes ou elementos metálicos resultará em ligas de melhor qualidade, como aponta a correspondência de primeira ordem $r_2(E_7, E_5, E_2)$ e foi percebida pelos visitantes A, B, D e F, sendo exemplificada pelo visitante A como: "...num molde tipo uma forminha de gelo". Por fim, a correspondência $r_3(E_2, E_6)$, identificada como inconsistente pelo mapeamento estrutural, não foi mencionada por nenhum dos pesquisados.

Os estudos e análises propostos por esta etapa da pesquisa foram validados pela apresentação oral de um trabalho no 6º Simpósio Hipertexto e Tecnologias da Educação, com o título "Recursos digitais em espaços não-formais de educação: Interações mediadas por analogias e metáforas". O artigo foi escrito em coautoria com os pesquisadores Nagem, Ferry e Almeida (2016). A comunicação ocorreu na cidade de Recife (PE), no dia 7 de dezembro de 2015 (Anexo I).

5.5 Análise museológica do objeto museal *Metais e Ligas*

Para a análise do objeto museal em suas características estéticas e funcionais, tomou-

se por base os critérios para elaboração e implementação de espaços museológicos e expositivos proposta por Cury (2006) e adaptada para esta pesquisa. A partir de informações cedidas pela idealizadora dos objetos museais do MM-Gerdau, Silvia Albertini, bem como pela pesquisa e observação do objeto museal, foi utilizado o apoio descrito no Quadro 6 para identificar cada um dos itens sugeridos para esta análise, apresentada a seguir:

QUADRO 6: Análise museológica do objeto museal *Metais e Ligas*

CONCEPÇÃO MUSEOLÓGICA	Concepção espacial	Notou-se que atração divide espaço com outras duas no mesmo ambiente que representam as riquezas encontradas nas minas do estado de Minas Gerais. Notou-se também que a atração fica localizada junto a uma das portas de acesso entre duas salas e um corredor, numa de área de grande circulação.
	Concepção da forma	Integrada ao tema central que é o processo de produção de ligas metálicas, a atração é composta por uma estrutura de cobre no formato oval, semelhante a uma panela. Notou-se que assim como inúmeras outras atrações, seu revestimento metálico, formato e detalhes de acabamento podem ser identificados nas atrações <i>Água</i> e <i>Matéria Prima</i> , também compostas por projeções em sua parte interna. Notou-se a unidade do espaço expográfico.
CONCEPÇÃO EXPOGRÁFICA	Concepção do sistema das vitrinas e mobiliário	Os visitantes reúnem-se em torno do objeto museal durante a exposição. Nenhum mobiliário adicional foi identificado junto à atração e infere-se que não sejam necessários.
	Concepção do sistema de iluminação e outros recursos sensoriais	Por se tratar de um conjunto de projeções observou-se que o espaço no qual a atração está instalada mantém a iluminação baixa para garantir melhor visualização dos vídeos pelos visitantes
	Concepção do sistema de segurança	Observou-se que não há um sistema de segurança exclusivo para a atração, mas sim para todo o complexo do MM-Gerdau. Junto à atração foi localizado um extintor de incêndio bem como uma placa de sinalização de saída de emergência junto às portas de acesso.
	Concepção do sistema de controle ambiental	Percebeu-se que todo ambiente do MM-Gerdau é climatizado, bem como a sala na qual a atração <i>Metais e Ligas</i> está instalada.
PRÉ-MONTAGEM	Definição da linguagem de apoio	Para a sinalização, percebeu-se que assim todas as atrações do MM-Gerdau, a <i>Metais e Ligas</i> possui um totem contendo informações sobre o tema central do objeto museal e sua ficha técnica. A respeito da linguagem utilizada pela atração, foram identificadas as comparações analisadas pelo item 6.2 desta pesquisa.
	Definição de suportes	A atração faz uso da linguagem de apoio representada pelo totem que contextualiza sua relação com o espaço museal. Por se tratar de um vídeo autoexplicativo, outros recursos não se demonstraram necessários.
FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO	Execução do mobiliário	A atração foi fabricada em cobre, medindo 220x52x160cm e possui formato oval, assemelhando-se a uma grande panela, cujo fundo na parte interna é usado como base para projeção do vídeo. Não há mobiliário de apoio.
	Execução da linguagem de apoio	Percebeu-se que um totem com estrutura de metal e medindo 60x220x30cm abriga o texto introdutório do objeto museal bem como os créditos numa ficha técnica. Percebeu-se também que há tradução do texto para o idioma inglês, apesar de não

		haver legendas em nenhum idioma no vídeo.
	Execução de bases e suportes	Um totem foi afixado ao lado do objeto museal contendo o texto introdutório do tema, bem como sua ficha técnica.
	Aquisição de equipamento de iluminação, sonorização, controle ambiental e de segurança	Notou-se que a sonorização é feita a partir de um conjunto de autofalantes fixados sobre a atração no teto da sala. Junto à parede, está fixado o projetor multimídia utilizado para o vídeo e também fixado no teto. Um extintor de incêndio foi encontrado junto à atração e este compõe o sistema de prevenção e combate a incêndios do MM-Gerdau.
	Execução dos recursos expográficos e sensoriais	Notou-se a partir da observação do público espontâneo que um dos recursos sensoriais explorados pela atração é a forma pela qual o vídeo é projetado em seu interior, em se tratando do tema processo de fabricação de ligas metálicas. A apresentadora do vídeo se posiciona como se estivesse dentro de uma panela e faz o contato visual com público olhando para cima. A sensação proposta é, pois que se está interagindo com uma pessoa que se encontra dentro de uma panela. A personagem também é projetada pelo vídeo em escala real, o que reforça a impressão de que há alguém dentro de uma panela interagindo com o público.

Fonte: Elaborada pelo autor

A respeito da concepção museológica, a atração *Metais e Ligas* apresentou detalhes importantes no critério concepção espacial ao passo em que foi concebida para fazer parte de um conjunto de outras atrações relacionadas ao tema mineração. Sua localização espacial também pareceu estratégica ao passo em que fica localizada num ponto de alta circulação de pessoas (Figura 41), pois dá acesso a outros espaços do MM-Gerdau. Para o critério concepção da forma, notou-se a atenção ao detalhe do objeto museal simular uma panela que corrobora com o tema abordado pela apresentadora do vídeo projetado em seu interior, a chef Neka. O design é observado também noutras atrações do MM-Gerdau, o que representa, segundo Cury (2006), o padrão expográfico do espaço. Nesse sentido, a pesquisa aponta para uma atração adequada no que diz respeito a sua concepção espacial.



FIGURA 41: Posicionamento do objeto museal *Metais e Ligas* junto aos acessos para outros ambientes.

Fonte: Registro do autor (Arquivo pessoal)

A respeito da concepção expográfica, observou-se que no critério concepção do sistema das vitrinas e mobiliário, não há algum tipo de mobiliário adicional junto à atração além dela própria e infere-se que não seja necessário. No que tange a concepção do sistema de iluminação e outros recursos sensoriais, observou-se a iluminação baixa por questões ergonômicas para a projeção do vídeo. No que diz respeito à concepção do sistema de segurança, observou-se que esta atração não possui um sistema de segurança exclusivo e que, o extintor de incêndio localizado junto a ela (Figura 42) faz parte do sistema de prevenção e combate a incêndios do MM-Gerdau, bem como sua sinalização de emergência. Acerca da concepção do sistema de controle ambiental percebeu-se que todo ambiente do MM-Gerdau é climatizado, mas não necessariamente para a conservação das atrações digitais como a *Metais e Ligas*, mas sim, para o conforto dos visitantes. Neste sentido, nota-se que houve a atenção no que diz respeito à concepção expográfica sendo suas características representando resultado satisfatório.



FIGURA 42: Extintor de incêndio localizado junto à atração *Metais e Ligas*. **Fonte:** Registro do autor (Arquivo pessoal)

A respeito da definição da linguagem de apoio, foram observadas a atenção à sinalização do objeto museal que integra todo sistema de sinalização do MM-Gerdau. A atração *Metais e Ligas* possui um totem contendo informações sobre o tema central e sua ficha técnica. A respeito da linguagem utilizada pela atração, percebeu-se a intencionalidade na utilização de comparações para abordar o tema processo de produção de ligas metálicas de maneira bem-humorada e palatável aos visitantes do museu. Com relação à definição de suportes, notou-se que a atração dispunha de um totem que continha o texto introdutório do tema, bem como a ficha técnica relacionando toda a equipe envolvida com sua produção. Contudo, observou-se durante a pesquisa que os visitantes apenas observam o conteúdo do objeto museal e não o seu entorno. A linguagem utilizada por esta atração é destacada por esta pesquisa como seu foco, confirmada como uma das etapas de análise já abordadas. Nota-se grande atenção ao critério linguagem de apoio, o que indica que a atração *Metais e Ligas* é adequada nesse sentido.

A respeito da fabricação e instalação, no tangente à execução de mobiliário, notou-se que a atração foi fabricada em cobre, medindo 220x52x160cm e que possui formato oval e assemelha-se a uma grande panela, cujo fundo na parte interna é usado como base para projeção do vídeo. Nenhum mobiliário de apoio ou para limitar o acesso à atração por meio dos visitantes foi identificado. No que tange à execução da linguagem de apoio, percebeu-se que um totem com estrutura de metal e medindo 60x220x30cm e disposto a 4m de distância do objeto museal (Figura 43) abriga o texto introdutório sobre o tema discutido pelo roteiro,

bem como os créditos de produção numa ficha técnica. Percebeu-se também que há tradução do texto para o idioma inglês (Figura 44), apesar de não haver legendas em nenhum idioma no vídeo, o que limitaria a visita feita por pessoas com deficiência auditiva.



FIGURA 43: Totem com texto de apoio localizado a 4 metros do objeto museal *Metais e Ligas*. **Fonte:** Registro do autor (Arquivo pessoal)

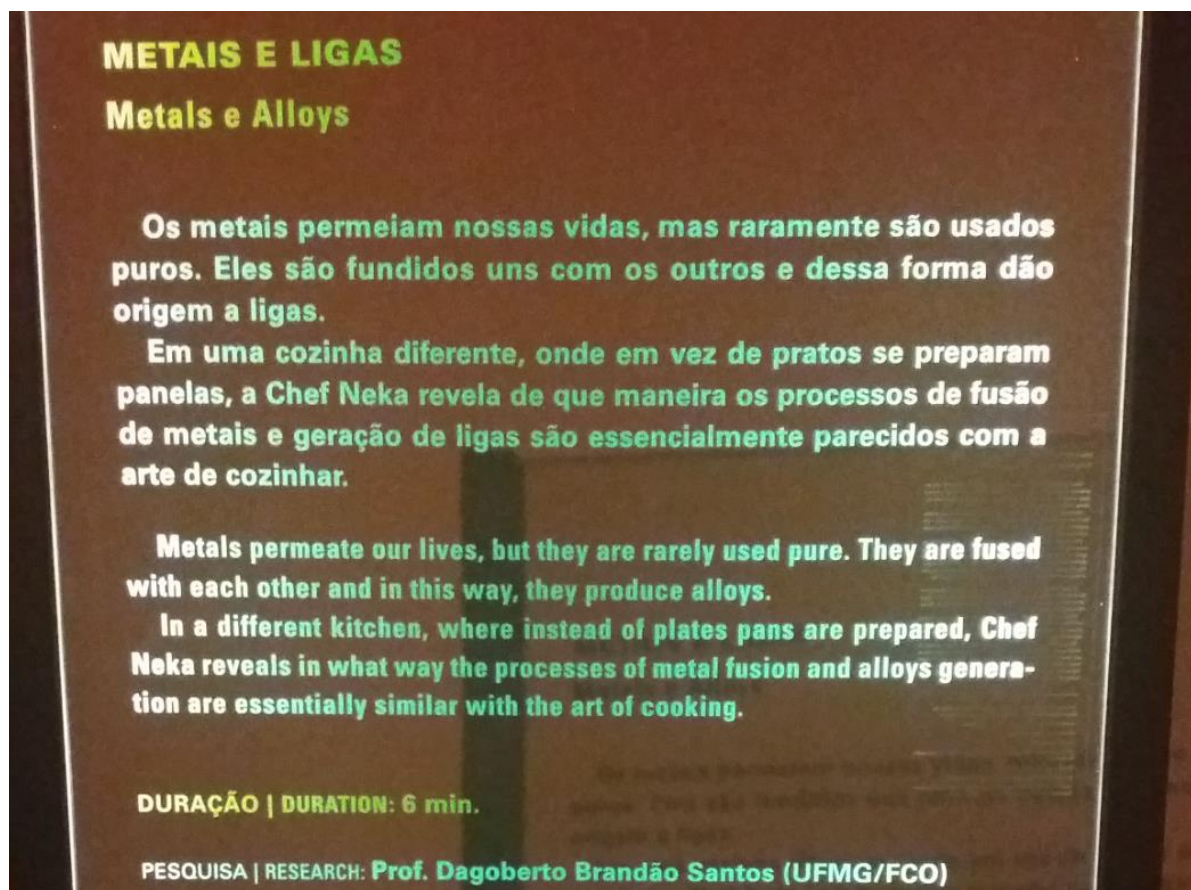


FIGURA 44: Detalhe do texto de apoio em dois idiomas no totem. Fonte: Registro do autor (Arquivo pessoal)

No que diz respeito à execução de bases e suportes, apesar do objeto museal ser fixada diretamente sobre o piso da sala, percebeu-se a presença de um totem contendo o texto introdutório do objeto museal bem como a ficha técnica relacionando os profissionais envolvidos com sua elaboração. A atração é composta também por um projetor multimídia e um conjunto caixas acústicas como representa a Figura 45. Parte integrante do objeto museal e relacionados ao critério aquisição de equipamento de iluminação, sonorização, controle ambiental e de segurança, notou-se que a sonorização é feita a partir de um conjunto de autofalantes fixados sobre a atração no teto da sala. Junto à parede, está fixado o projetor multimídia utilizado para o vídeo e que este projetor também é fixado no teto.



FIGURA 45: Disposição do sistema multimídia e detalhe dos suportes. **Fonte:** Registro do autor (Arquivo pessoal)

Um extintor de incêndio foi encontrado junto à atração e este compõe o sistema de prevenção e combate a incêndios do MM-Gerdau, como apresentado anteriormente. Sobre a execução dos recursos expográficos e sensoriais, notou-se a partir da observação do público espontâneo que um dos recursos sensoriais explorados pela atração é a forma pela qual o vídeo é projetado em seu interior, em se tratando do tema processo de fabricação de ligas metálicas. A apresentadora do vídeo se posiciona como se estivesse dentro de uma panela e faz o contato visual com público olhando para cima. A sensação proposta é que se está interagindo com uma pessoa que se encontra dentro de uma panela (Figura 46). A personagem também é projetada pelo vídeo em escala real, o que reforça a impressão de que há alguém dentro de uma panela interagindo com o público. Nesse sentido, nota-se que a atração vai ao encontro dos quesitos propostos por Cury (2006) e indicam que sua execução está em adequada.



FIGURA 46: Sensação de profundidade causada pela ergonomia da projeção. **Fonte:** Registro do autor (Arquivo pessoal)

5.6 Descrição do MAES-3DMF

O MAES-3DMF (Figura 47) foi concebido para ser construído em estrutura modular, possuindo dimensões que podem variar e se ajustar a diversos ambientes, utilizando materiais de baixo custo, podendo se figurar individualmente ou em conjunto com outros MAES-3DMF, dependendo do espaço disponível. Os principais materiais que o compõem são um pedestal, preferencialmente de madeira, que funciona como suporte para um recipiente de vidro que contém os fluidos e como contenedor de uma lâmpada de luz negra, um lastro opcional para estabilização do sistema e instalação elétrica.

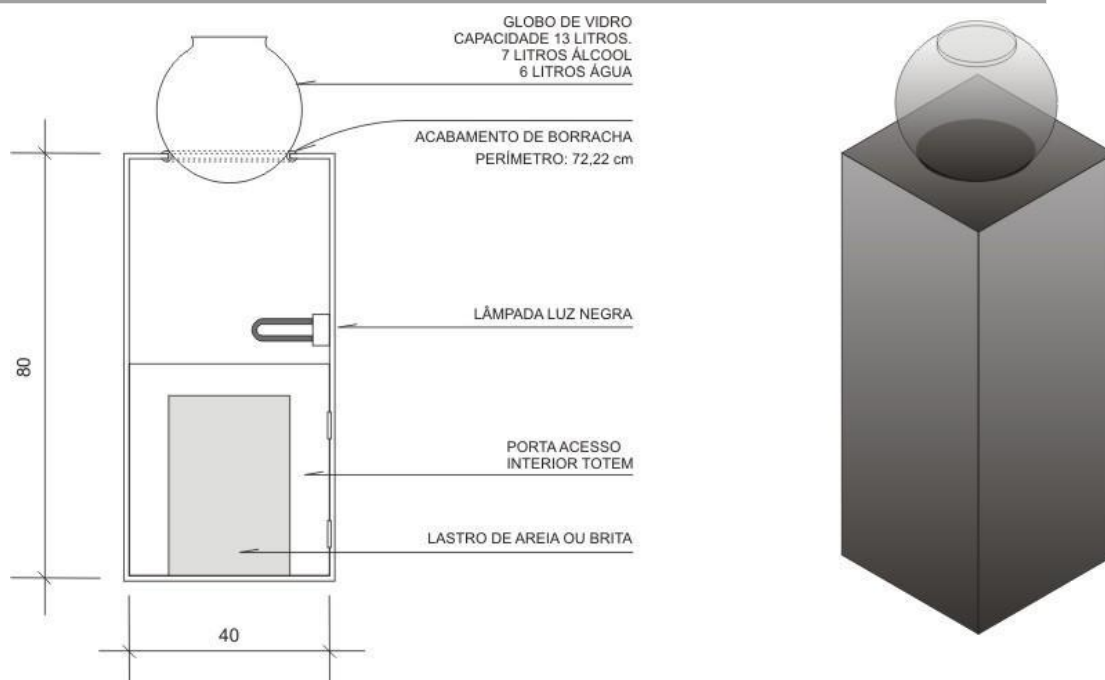


FIGURA 47: Desenho esquemático (corte longitudinal) e perspectiva isométrica do pedestal de apoio. **Fonte:** Almeida (2011).

A montagem do sistema se caracteriza pela inserção de água no recipiente esférico de vidro, seguida pela introdução de álcool no sistema (Figura 48). A quantidade dessas duas substâncias dependerá do tamanho do recipiente, sendo aproximadamente metade de água e a outra metade de álcool, o qual é introduzido pelo processo de vasos comunicantes.



FIGURA 48: Demonstração do sistema de inclusão de álcool sobre a água por meio da técnica de vasos comunicantes. **Fonte:** Délcio Almeida (2011). Arquivo pessoal.

O óleo é acrescentado ao sistema, por meio de aspersão, logo após a conclusão da

inclusão do álcool no recipiente, o qual é lacrado em seguida. Vale aqui esclarecer que o óleo é misturado a diversos pigmentos que possuem cores variadas, em recipientes de aspersão separados, sendo borrifados no sistema bifásico água-álcool, um de cada vez. No momento em que se incluem os óleos pigmentados, os mesmos começam a se interagir, aglutinando e movimentando, permitindo a verificação das primeiras similaridades com a entidade “espaço sideral”, tais como a formação da nebulosa primordial (fig. A), configuração de galáxias (fig. B), e formação de sistemas planetários (fig. C).

Fig. A

Fig. B

Fig. C



FIGURA 49: Configurações após a inclusão dos óleos pigmentados no sistema água/álcool. **Fonte:** Júlio Alessi, 2013 (arquivo pessoal)

5.7 Mapeamento estrutural do MAES 3D-MF

A partir do levantamento das entidades de interesse científico em cada um dos três contextos de uso do MAES-3DMF, foram elaborados três mapeamentos estruturais do modelo frente a cada entidade. Esses mapeamentos estão apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7 a seguir.

1º contexto de representação: Formação de uma nebulosa

As Figuras 50 e 51 representam o segundo estágio da configuração do modelo de maneira real e de maneira esquemática, com os mesmos códigos dos elementos constituintes indicados no mapeamento da Tabela 7.



FIGURA 50: Primeiro estágio da configuração do MAES-3DMF. **Fonte:** Júlio Alessi, 2013 (arquivo pessoal)

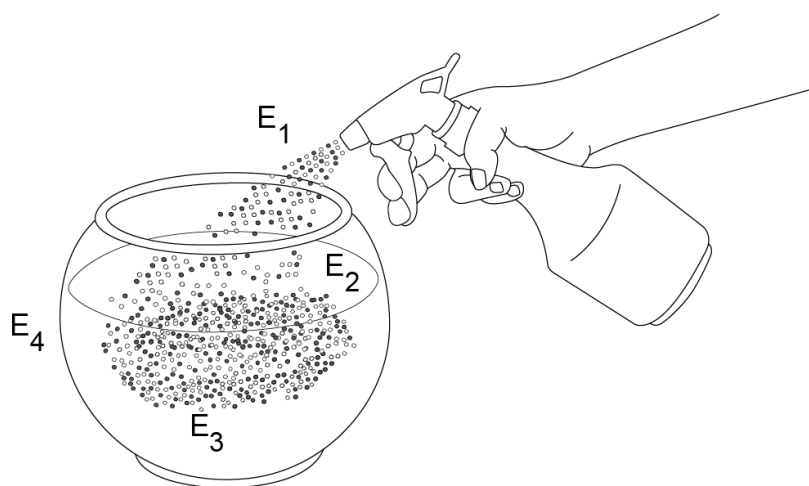


FIGURA 51: Representação esquemática do primeiro estágio da configuração do MAES-3DMF. **Fonte:** Elaborado pelo autor

QUADRO 7: Mapeamento Estrutural do MAES-3DMF aplicado ao primeiro contexto de representação.

<i>Modelo</i>	<i>Correspondências</i>	<i>Entidade de Interesse Científico Modelada</i>
Gotas de Óleo com variedade de pigmentos	E ₁ ↔	Corpos celestes constituídos por diferentes materiais (substâncias)
Sistema formado por álcool e água	E ₂ ↔	Espaço imensurável
Interface entre o álcool e a água	E ₃ ↔	Área de acreção
Recipiente	E ₄ ↔	Universo

Cores distintas dos pigmentos aplicados ao óleo	$A_1 (E_1)$ 	Variedade dos materiais que constituem os corpos celestes
Inserção de gotas de óleo pigmentado no sistema álcool e água	$r_1 (E_1, E_2)$ 	Formação da nebulosa composta por inúmeros corpos celestes no espaço imensurável
Interação entre o óleo pigmentado e o sistema álcool e água (aglutinação inicial)	$r_2 (E_1, E_2)$ 	Formação de estrelas e planetas (corpos celestes) no espaço imensurável
Movimento das gotas de óleo sobre a interface entre a água e o álcool, proporcionado pelo formato esférico do recipiente	$r_3 (E_1, E_3, E_4)$ 	Movimento dos corpos celestes no espaço proporcionado pela força gravitacional
O movimento das gotas de óleo é circular	$D: [r_3 (E_1, E_3, E_4)]$ 	O movimento das estrelas e outros corpos celestes é elíptico

Fonte: Elaborado pelo autor

O mapeamento estrutural do MAES-3DMF frente à entidade de interesse científico do primeiro contexto de representação permitiu perceber que esse modelo é capaz de representar quatro elementos, um atributo relevante e três relações de primeira ordem, que neste caso podem ser compreendidas como três relações de ordem estrutural, uma vez que elas apenas organizam os elementos constituintes do modelo e da entidade modelada. Ao analisar essas correspondências mapeadas, pode-se afirmar que, embora as gotas de óleo sobre o sistema heterogêneo água-álcool possam representar diferentes corpos celestes ao mesmo tempo, isso não compromete contextualmente a correspondência um a um entre os elementos constituintes do modelo e da entidade modelada, e nem a conectividade em paralelo observada entre os argumentos das três relações mapeadas. Isso significa que o MAES-3DMF é um modelo estruturalmente consistente para esse contexto de uso. O mapeamento também indicou uma diferença alinhável entre o modelo e a entidade modelada, associada à terceira relação de primeira ordem (r_3) - o movimento das estrelas e outros corpos celestes.

Tendo em vista o maior número de relações mapeadas em relação à quantidade de atributos relevantes (apenas um), pode-se também afirmar que o foco desse modelo é relacional. Isso significa que o MAES-3DMF, aplicado nesse primeiro contexto de modelagem, não consiste em uma representação de mera aparência. No entanto, trata-se de um modelo não sistemático (ou pouco sistemático), uma vez que as três relações de ordem estrutural não estão conectadas e nem governadas por nenhuma relação de ordem superior. Isso significa que as três relações mapeadas poderiam ser compreendidas como predicados

relacionais isolados. Contudo, consideramos que a falta de sistematicidade desse modelo neste primeiro contexto de representação não inviabilizaria o seu uso para a finalidade indicada (representar parcialmente o processo de formação de uma nebulosa). Tais considerações nos permitem afirmar que o MAES-3DMF se configura como um modelo contextualmente adequado para o ensino de Astronomia.

2° contexto de representação: Estrutura de galáxias em espiral

As Figuras 52 e 53 representam o segundo estágio da configuração do modelo de maneira real e de maneira esquemática, com os mesmos códigos dos elementos constituintes indicados no mapeamento da Tabela 8.



FIGURA 52: Segundo estágio da configuração do MAES-3DMF. **Fonte:** Júlio Alessi, 2013 (arquivo pessoal)

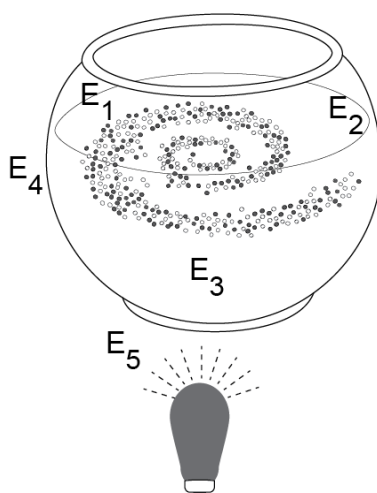
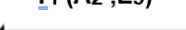


FIGURA 53: Representação esquemática do segundo estágio da configuração do MAES-3DMF. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

QUADRO 8: Mapeamento Estrutural do MAES-3DMF aplicado ao segundo contexto de representação.

<i>Modelo</i>	<i>Correspondências</i>	<i>Entidade de Interesse Científico Modelada</i>
Esferas de óleo	E_1 	Estrelas e outros corpos celestes
Sistema formado por álcool e água	E_2 	Espaço imensurável
Interface entre o álcool e a água	E_3 	Área de acreção
Recipiente	E_4 	Universo
Luz emitida por fluorescência pelos pigmentos, após excitação provocada pela lâmpada de “luz negra”	E_5 	Luz emitida pelas estrelas
As luzes emitidas por fluorescência pelos diferentes pigmentos apresentam cores diferentes	$A_1 (E_5)$ 	As luzes emitidas pelas estrelas possuem cores diferentes
Movimento das esferas de óleo	$A_2 (E_1)$ 	Movimento das estrelas e outros corpos celestes
As esferas de óleo apresentam diferentes tamanhos	$A_3 (E_1)$ 	As estrelas e outros corpos celestes apresentam diferentes tamanhos
O movimento das esferas de óleo é circular	$D: [A_2 (E_1)]$ 	O movimento das estrelas e outros corpos celestes é elíptico
As esferas de óleo se movimentam sobre a interface entre o álcool e a água, gerando formas espirais	$r_1 (A_2, E_3)$ 	As estrelas e outros corpos celestes se movimentam em uma área de acreção, formando galáxias em espiral

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapeamento estrutural do MAES-3DMF, frente a entidade de interesse científico do segundo contexto de representação, nos permitiu perceber que esse modelo é capaz de representar cinco elementos, três atributos relevantes e apenas uma relação de primeira ordem, que neste caso também pode ser compreendida como uma relação de ordem estrutural. Esse mapeamento também indicou uma diferença alinhável entre o modelo e a entidade modelada, associada ao segundo atributo mapeado (A_2) - a luz emitida pelas estrelas.

Nesse segundo estágio de evolução do MAES-3DMF, imediatamente à aspersão dos óleos pigmentados, essas substâncias (óleo e pigmentos) começam a interagir, se aglutinando e formando esferas cada vez maiores na interface formada entre o álcool e a água. Neste processo, acrescido do movimento que ocorre devido à inserção do álcool ao sistema e da interação com a água, verifica-se a formação de uma espiral muito semelhante a uma galáxia, o que nos permite estabelecer relações de similaridades com esse corpo

celeste, com seus diversos integrantes, principalmente estrelas de vários tamanhos e cores. Essa espiral, entretanto, se desfaz rapidamente, levando o modelo a outro estágio de configuração e, conseqüentemente, a outras possibilidades de representação: a formação do disco de acreção no qual ocorre a formação dos planetas que, no modelo, pode ser representada pelas esferas em aglutinação. Esse outro estágio de configuração nos permitiu elaborar o mapeamento estrutural do terceiro contexto de representação, apresentado no Quadro 8.

O mapeamento estrutural do MAES-3DMF nesse segundo estágio de configuração permite reafirmar a sua consistência estrutural, assim como foi discutido a respeito das correspondências mapeadas no primeiro contexto de representação. No entanto, no segundo contexto, o foco do modelo se encontra mais direcionado para atributos da entidade modelada do que para relações estruturais. Isso significa que, nesse contexto, embora tenha sido mapeado uma relação de primeira ordem que trata do formato das galáxias em formação, o MAES-3DMF desempenha mais o papel de uma representação de mera aparência. Conseqüentemente, havendo apenas uma relação de primeira ordem representada pelo modelo, não há sistematicidade em sua representação. Portanto, nesse segundo contexto de representação, o MAES-3DMF se apresenta como uma representação de mera aparência estruturalmente consistente e localmente útil para representar aspectos estruturais de galáxias em espiral. Considerando essa finalidade, apesar dessas restrições discutidas, ainda pode-se considerar o MAES-3DMF uma representação contextualmente adequada para o ensino de Astronomia.

3° contexto de representação: Formação de sistemas planetários

As Figuras 54 e 55 representam o segundo estágio da configuração do modelo de maneira real e de maneira esquemática, com os mesmos códigos dos elementos constituintes indicados no mapeamento da Tabela 9.



FIGURA 54: Terceiro estágio da configuração do MAES-3DMF. **Fonte:** Júlio Alessi, 2013 (arquivo pessoal)

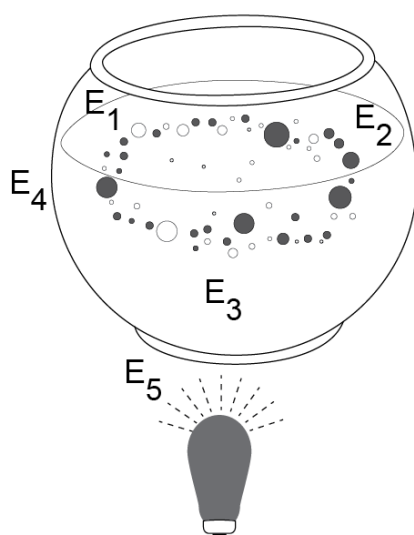
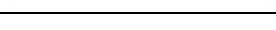
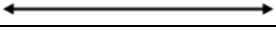
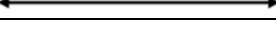


FIGURA 55: Representação esquemática do terceiro estágio de configuração do MAES-3DMF. **Fonte:** Elaborado pelo autor

QUADRO 9: Mapeamento Estrutural do MAES-3DMF aplicado ao terceiro contexto de representação.

<i>Modelo</i>	<i>Correspondências</i>	<i>Entidade de Interesse Científico Modelada</i>
Esferas de óleo	E_1 	Planetas e outros corpos celestes
Sistema formado por álcool e água	E_2 	Espaço imensurável
Interface entre o álcool e a água	E_3 	Área de acreção
Recipiente	E_4 	Universo
Luz emitida pela lâmpada ultravioleta	E_5 	Luz do Sol
No MAES-3DMF não há um elemento correspondente ao Sol dentro do recipiente (*)	$L: [E_5]$ 	No Sistema Solar, o Sol se encontra em um dos focos das órbitas elípticas
Variedade dos volumes das esferas de óleo	$A_1 (E_1)$ 	Variedade da dimensão dos corpos celestes
Brilho das esferas de óleo	$A_2 (E_1)$ 	Luz refletida pelos planetas e outros corpos celestes
A interface entre o álcool e a água é plana	$A_3 (E_3)$ 	A área de acreção é plana
As esferas de óleo se aglutinam na interface entre o álcool e a água formando esferas maiores	$r_1 (E_1, E_3)$ 	Formação de planetas (corpos celestes, na área de acreção, colidem e geram planetas)
As esferas de óleo se movimentam na interface plana entre o álcool e a água, descrevendo formas coplanares	$r_2 (E_1, A_3)$ 	Os planetas se movimentam na área de acreção plana, descrevendo órbitas coplanares
O movimento das esferas de óleo na interface álcool-água descreve formas circulares	$D: [r_2 (E_1, E_3)]$ 	O movimento dos planetas na área de acreção descreve órbitas elípticas
Os movimentos das esferas de óleo são interrompidos em decorrência da desestabilização do sistema álcool-água	Correspondência não codificada 	Os sistemas planetários são extintos em decorrência de explosões de suas estrelas centrais
Observações: (*) - A lâmpada de “luz negra” utilizada na montagem do MAES-3DMF se encontra posicionada fora do recipiente que contém o sistema líquido trifásico.		

Fonte: Elaborado pelo autor

O mapeamento estrutural do MAES-3DMF, frente a entidade de interesse científico do terceiro contexto de representação, nos permitiu perceber que esse modelo é capaz de

representar cinco elementos, três atributos relevantes e duas relações de primeira ordem. O nosso mapeamento também indicou uma limitação do modelo relacionada à representação do Sol em um dos focos do sistema solar, e uma diferença alinhável entre o modelo e a entidade modelada, associada à segunda relação de primeira ordem mapeada (r_2) - o formato elíptico das órbitas dos planetas.

Ao assumir a configuração do terceiro estágio, a lâmpada de luz negra empregada na montagem do MAES-3DMF, apesar de não estar posicionada no centro dos movimentos realizados pelas esferas de óleo, pode ser vista como um elemento representante da estrela central do sistema solar, iluminando os corpos celestes que se formam ao seu redor. Apesar de não se encontrar no centro do disco de óleo, a lâmpada cumpre razoavelmente essa função.

Considera-se que, após esse terceiro estágio de configuração do MAES-3DMF, seria possível ainda extrapolar as representações mapeadas no Quadro 4 estabelecendo uma correspondência entre a extinção de sistemas planetários e a desestabilização do sistema álcool-água. Os movimentos das esferas de óleo em colisão ocorrem ininterruptamente enquanto o sistema água-álcool se mantiver estável. Essa dinâmica é similar ao que ocorre no Universo, já que, apesar da estabilidade aparente, os sistemas solares estão em constante transformação até sua extinção final causada pela morte da estrela central. No entanto, foi decidido não codificar essa última correspondência relacional no Quadro 4 por considerarmos que ela não apresenta a mesma consistência estrutural que as outras relações mapeadas, provavelmente devido à ausência de uma correspondência integral entre seus argumentos.

A respeito das características do MAES-3DMF nesse terceiro contexto de representação, embora tenha sido mapeada a mesma quantidade de atributos que foram mapeados no segundo contexto, foi identificado um número maior de relações. A análise desse mapeamento também nos permite afirmar que essas relações são mais significativas para o contexto da representação do que os três atributos mapeados. Portanto, neste terceiro contexto, o MAES-3DMF apresenta foco relacional, mantendo a mesma consistência estrutural verificada nos contextos anteriores. Ainda assim, esse modelo não atende ao princípio da sistematicidade, uma vez que em todos os contextos de representação analisados, as relações representadas se configuraram como predicados isolados, não governados por relações de ordem superior. Todavia, o MAES-3DMF se apresenta contextualmente adequado para as finalidades que se destina.

Os estudos e análises propostos por esta etapa da pesquisa foram validados pela apresentação oral de um trabalho no segundo seminário realizado pela *La Asociación Latinoamericana de Investigacion en Educacion En Ciencias (Lasera)*, com o título “MAES-3DMF: Mapeamento Estrutural de um modelo analógico ao espaço sideral 3D em meio fluido para o ensino de ciências”. O artigo foi escrito em coautoria com os pesquisadores Ferry e Almeida (2016). A apresentação ocorreu na cidade de San José (Costa Rica), no dia 26 de outubro de 2016 (Anexo II).

5.8 Análise museológica do objeto museal MAES-3DMF

Para a análise do MAES-3DMF em suas características estéticas e funcionais, tomou-se por base os critérios para elaboração e implementação de espaços museológicos e exposicionais proposta por Cury (2006) e adaptada para esta pesquisa. A atração foi concebida a partir de uma proposta itinerante e observou-se a instalação feita no Espaço do Conhecimento UFMG, realizada em 2015. A partir desta observação, em conjunto com informações cedidas pelo reformulador do modelo, Délcio Julião Almeida, foi utilizado o Quadro 10 como apoio para identificar cada um dos itens sugeridos para esta análise, apresentada a seguir, pela Tabela 10.

QUADRO 10: Análise museológica do objeto museal MAES-3DMF

CONCEPÇÃO MUSEOLÓGICA	Concepção espacial	Segundo Almeida (2011) o MAES-3DMF foi concebido para contemplar a modalidade de exposição itinerante. Nesse sentido, sua disposição e organização espacial é adaptada de acordo com o espaço disponível.
	Concepção da forma	O MAES-3DMF, de acordo com Almeida (2011), é representado por um conjunto de domos de tamanhos diferentes e organizados de maneira proporcionar a circulação entre eles. Infere-se que sua composição no que diz respeito a forma independa do conjunto de outras atrações, visto que os modelos podem ser instalados sozinhos ou em conjunto com outras atrações expográficas.
CONCEPÇÃO EXPOGRÁFICA	Concepção do sistema das vitrinas e mobiliário	Percebeu-se que houve o planejamento prévio do espaço exposicional e os totens que compõem o MAES-3DMF podem ser reorganizados em função do espaço disponível. Para situações de ambientes demasiadamente iluminados e que possuam mais de 12m ² , uma tenda poderá ser instalada para garantir a funcionalidade e visualização do objeto museal.
	Concepção do sistema de iluminação e outros recursos sensoriais	Notou-se que o modelo possui um sistema de iluminação integrado em cada um dos seus totens, representado por uma lâmpada de luz negra. Tal luz se faz necessária para a melhor visualização de cada um dos estágios de representação do modelo. Contudo, é necessário que a luz ambiente seja baixa ou até mesmo, que haja escuridão total para a melhor observação dos estágios de configuração proporcionados pelo MAES-3DMF
	Concepção do sistema de segurança	Por se tratar de um modelo líquido e que faz uso de produtos inflamáveis, uma condição crucial para sua instalação determinada por Almeida (2011) é a presença de sistemas de prevenção e combates a incêndio. Contudo, não foram identificados na atração quaisquer sistemas de alerta aos visitantes.

ANALOGIAS E MODELOS: CONSTRUÇÃO DE OBJETOS MUSEAIS PARA A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
RANGEL BENEDITO SALES DE ALMEIDA

	Concepção do sistema de controle ambiental	De acordo com Almeida (2011), o sistema dispensa um controle ambiental, pois a temperatura externa não interfere nas reações ocorridas no modelo. Contudo, para o conforto dos visitantes, principalmente quando os modelos são montados sob uma tenda, o pesquisador sugere a utilização de climatizadores para o conforto dos visitantes.
PRÉ-MONTAGEM	Definição da linguagem de apoio	Notou-se que um conjunto de cartazes faz parte do objeto museal, na qual constam informações sobre a formação dos astros. Os materiais são apresentados no formato de infográficos e são dispostos do lado de fora da instalação, onde há iluminação.
	Definição de suportes	Notou-se que o MAES-3DMF é composto por um domo no qual ocorrem as reações do meio fluido. Percebeu-se a partir dos desenhos bidimensionais, o totem utilizado para iluminação do domo também e utiliza um conjunto de cartazes como linguagem de suporte para a demonstração do modelo.
FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO	Execução do mobiliário	O MAES-3DMF, de acordo com Almeida (2011), foi concebido para ser construído em estrutura modular, possuindo dimensões que podem variar e se ajustar a qualquer ambiente, utilizando materiais baratos e disponíveis, podendo se figurar individualmente ou em conjunto com outros MAES-3DMF, dependendo do espaço disponível. Os principais materiais que o compõem são um pedestal, preferencialmente de madeira, o qual funciona como suporte para um recipiente de vidro que contém os fluidos e como contenedor de uma lâmpada de luz negra, um lastro opcional para estabilização do sistema e instalação elétrica.
	Execução da linguagem de apoio	Percebeu-se que um conjunto de cartazes bem como imagens capturadas dos estágios de configuração ocorridos no MAES-3DMF foram confeccionados em lona e fixados no lado externo da instalação.
	Execução de bases e suportes	O conjunto de cartazes impressos foram afixados no entorno da instalação do objeto museal com informações adicionais ao conteúdo exibido por ela.
	Aquisição de equipamento de iluminação, sonorização, controle ambiental e de segurança	O MAES-3DMF foi instalado junto ao sistema de refrigeração do Espaço do Conhecimento da UFMG, dispensando sistemas de refrigeração adicionais. É importante ressaltar que tais sistemas são para o conforto dos visitantes.
	Execução dos recursos expográficos e sensoriais	O Terraço Astronômico do Espaço do Conhecimento UFMG, no qual o MAES-3DMF foi instalado possui alto nível de iluminação, o que inviabilizaria a observação dos estágios de configuração ocorridos no modelo. Nesse sentido, a ambientação foi feita graças a utilização de uma tenda fechada, sinalizada com textos de apoio e com o material publicitário da exposição. Esse modelo de instalação proporciona a sensação imersiva da visita, o simula uma viagem do visitante ao espaço.

Fonte: Elaborada pelo autor

No que diz respeito à concepção museológica nota-se que a concepção espacial do objeto museal, segundo Almeida (2011), foi concebida para contemplar a modalidade de exposição itinerante. Nesse sentido, sua disposição e organização espacial são adaptadas de acordo com o espaço disponível (Figura 56). No que tange a concepção da forma, o modelo é representado por um conjunto de domos de tamanhos diferentes e organizados de maneira a proporcionar a circulação entre eles. Infere-se que sua composição no que diz respeito a forma independa do conjunto de outras atrações, visto que os modelos podem ser instalados

sozinhos ou em conjunto com outras atrações expográficas. Observa-se que houve um planejamento sistemático relacionado à concepção museológica do MAES-3DMF.

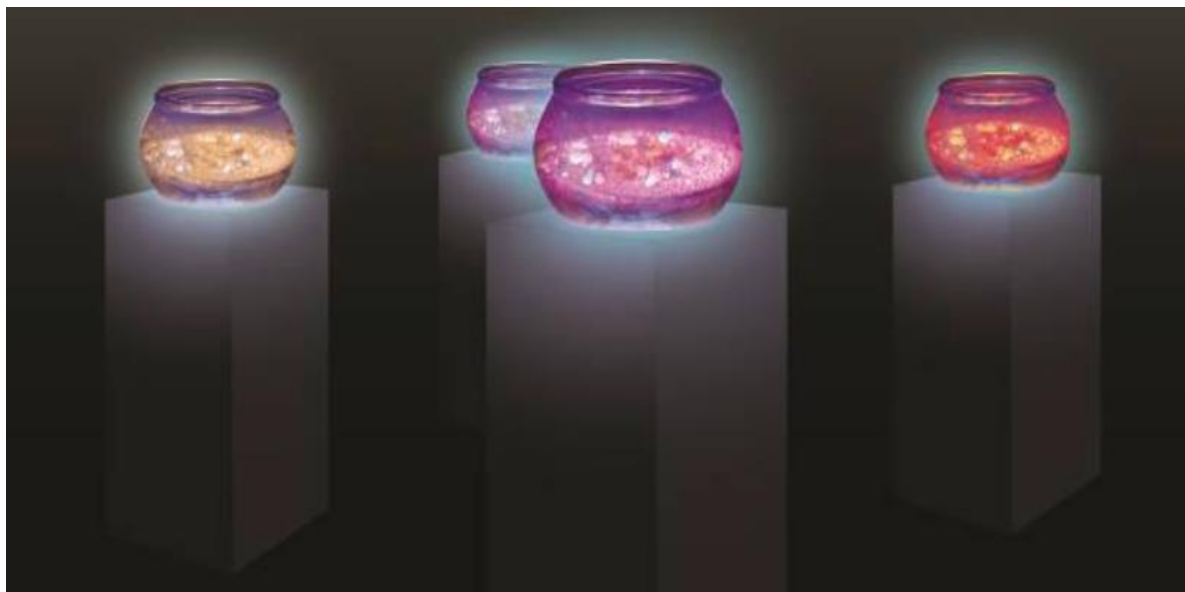


FIGURA 56: A disposição dos MAES-3DMF **Fonte:** Almeida, (2011) (Arquivo pessoal)

No que diz respeito à concepção expográfica, percebeu-se que a concepção do sistema das vitrinas e mobiliário foi previamente planejada a partir dos desenhos bidimensionais e tridimensionais do exposicional. Os totens que compõem o MAES-3DMF podem ser reorganizados em função do espaço disponível. Para situações de ambientes demasiadamente iluminados e que possuam mais de 12m², uma tenda poderá ser instalada para garantir a funcionalidade e visualização do objeto museal. Nesse sentido no que está relacionado à concepção do sistema de iluminação e outros recursos sensoriais, notou-se que apesar do modelo possuir um sistema de iluminação integrado em cada um dos seus totens, representado por uma lâmpada de luz negra, tal iluminação se faz necessária para a melhor visualização de cada um dos estágios de representação do modelo. Contudo, é necessário que a luz ambiente seja baixa ou até mesmo, que haja escuridão total para a melhor observação dos estágios de configuração proporcionados pelo MAES-3DMF. Para isso, foi utilizada uma tenda sobre a instalação do modelo (Figura 57).



FIGURA 57: Tenda utilizada durante a exposição do MAES-3DMF no Espaço do Conhecimento UFMG, realizado em 06/01/2015. **Fonte:** Almeida (Arquivo pessoal)

No que tange à concepção do sistema de segurança, e por se tratar de um modelo líquido que faz uso de produtos inflamáveis, uma condição crucial para sua instalação determinada por Almeida (2011) é a presença de sistemas de prevenção e combates a incêndio. Já no que diz respeito à concepção do sistema de controle ambiental, o modelo dispensa tal controle, pois a temperatura externa não interfere nas reações ocorridas no modelo. Contudo, para o conforto dos visitantes, principalmente quando os modelos são montados sob uma tenda, o pesquisador sugere a utilização de climatizadores para o conforto dos visitantes.

No que diz respeito à pré-montagem, notou-se que a definição da linguagem de apoio, foi planejada a partir de um conjunto de cartazes que fazem parte do objeto museal, na qual constam informações sobre a formação dos astros. Os materiais são apresentados no formato de infográficos e são dispostos do lado de fora da instalação, onde há iluminação para sua apreciação (Figura 58). Com relação à execução da linguagem de apoio percebeu-se que os cartazes e reproduções dos estágios de configuração do MAES-3DMF foram confeccionados em lona e afixados no lado externo da tenda, em torno do espaço utilizado para a realização da oficina. O objeto se revelou, nesse sentido, adequado no quesito pré-montagem. O fato de se tratar de uma exposição itinerante não configurou demérito em relação aos atributos funcionais da montagem.

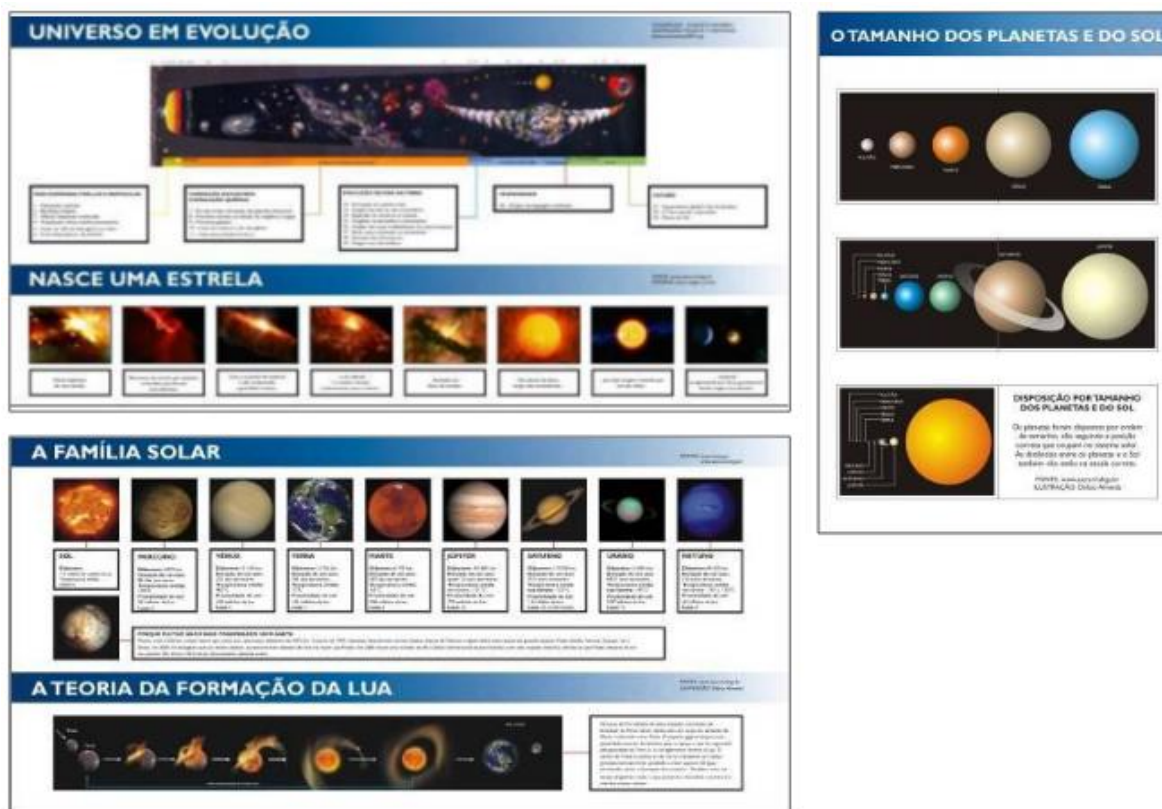


FIGURA 58: Material ilustrativo de apoio do MAES-3DMF. Fonte: Almeida (Arquivo pessoal)

O que diz respeito à fabricação e instalação, observou-se que a execução do mobiliário do MAES-3DMF, de acordo com Almeida (2011), foi concebido para ser construído em estrutura modular, possuindo dimensões que podem variar e se ajustar a qualquer ambiente, utilizando materiais baratos e disponíveis, podendo se figurar individualmente ou em conjunto com outros MAES-3DMF, dependendo do espaço disponível. Os principais materiais que o compõem são um pedestal, preferencialmente de madeira, o qual funciona como suporte para um recipiente de vidro que contém os fluidos e como contenedor de uma lâmpada de luz negra, um lastro opcional para estabilização do sistema e instalação elétrica.



FIGURA 59: Conjunto de MAES-3DMF. **Fonte:** Almeida (Arquivo pessoal)

O Terraço Astronômico do Espaço do Conhecimento UFMG, no qual o MAES-3DMF foi instalado possui alto nível de iluminação, o que inviabilizaria a observação dos estágios de configuração ocorridos no modelo. Nesse sentido, a ambientação foi feita graças a utilização de uma tenda fechada, sinalizada com textos de apoio e com o material publicitário da exposição. Esse modelo de instalação proporciona a sensação imersiva da visita, o simula uma viagem do visitante ao espaço (Figura 60).



FIGURA 60: Tenda para isolamento da iluminação. **Fonte:** Almeida (Arquivo pessoal)

A fabricação e montagem do MAES-3DMF seguiu, de acordo com os critérios propostos por esta pesquisa os parâmetros necessários para ser considerada adequada. É importante salientar que o fato de utilizar materiais de baixo custo adaptáveis ao espaço disponível para a instalação do objeto museal não comprometeram em nenhuma questão sua funcionalidade e seus objetivos. A proposta de Almeida (2011) se faz adequada aos princípios expográficos propostos por Cury (2006) e adaptados para esta dissertação.

Dada a análise das duas atrações, infere-se que a pesquisa realizada a partir dos procedimentos metodológicos adotados por este pesquisador possa contribuir para a elaboração de objetos museais permeadas por analogias e outras comparações de maneira sistematizada, bem como a elaboração de modelos para a representação de entidades de interesse científico mesmo que complexos, alinhados com suas respectivas entidades. O mapeamento estrutural de Gentner (1983) e ampliado por Ferry e Paula (2015) se mostrou eficaz para a identificação dos elementos que compõem tanto as analogias quanto os modelos e se torna uma ferramenta útil tanto para análise de atrações e modelos pré-existent, quanto no planejamento de objetos museais e modelos de entidades de interesse científico.

No que diz respeito aos critérios para a análise expográficos abordados por esta pesquisa, notou-se que tanto a atração *Metais e Ligas* quanto a instalação do MAES-3DMF cumpriram com seus objetivos relacionados à concepção museológica, concepção expográfica, pré-montagem, fabricação e instalação. Essa adequação traduz em atrações que cumprem com seu planejamento e com os objetivos propostos para a divulgação científica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comunicação digital direcionada a um museu ou espaço não formal de educação não necessariamente contemplará, em sua totalidade, a utilização de analogias, ou outros tipos de comparações. Contudo, as análises feitas por esta dissertação propõem que sua utilização pode despertar a atenção por parte dos visitantes ao passo que o conteúdo é traduzido de maneira clara e simplificada. A análise proposta a partir do Mapeamento estrutural proposto por Ferry e Paula (2015), permitiu perceber que o foco das comparações do objeto museal *Metais e Ligas* que, apesar de grande número de elementos, não está direcionado às relações tampouco a sistematicidade. A análise permite ainda evidenciar que apesar das comparações serem facilmente percebida pelos visitantes, a atração poderia ser ampliada caso fosse, em seu roteiro, explorado maior número de relações entre as comparações identificadas pelo mapeamento, bem como a intensificação de sua sistematicidade.

Ademais, esta pesquisa abre precedentes para a exploração consciente de analogias para objetos museais, permeadas por recursos audiovisuais ou não, desde que sua utilização estabeleça correspondências consistentes entre o domínio base e o domínio alvo. Para a comunicação científica, propõe-se o estreitamento das relações entre pesquisadores, curadores e produtores de conteúdo, afim de conceber coletivamente objetos museais com formatos visualmente palatáveis aos visitantes.

Complementando a pesquisa, a análise promovida sobre o MAES-3DMF em três diferentes contextos de representação nos permitiu tecer uma série de considerações a respeito de sua adequação contextual para o ensino de Astronomia. Conclui-se que esse modelo, nesses três contextos, apresenta uma característica determinante no desempenho de seu papel enquanto representação parcial de aspectos do espaço sideral (um modelo curricular do ensino de Astronomia): a consistência estrutural.

A análise por meio do mapeamento estrutural do MAES-3DMF também permitiu perceber que o seu foco pode estar ora sobre relações ora sobre atributos dos elementos que constituem as entidades de interesse modeladas. Isso ocorreu na transição entre os três contextos de representação: o modelo apresentou foco relacional no primeiro contexto, foco em atributos no segundo e novamente foco relacional no terceiro. Isso significa que o MAES-3DMF pode ser compreendido como uma representação parcial de mera aparência em um contexto e como modelo relacional nos outros contextos.

Contudo, o MAES-3DMF carece de sistematicidade, pois as relações representadas, nos três contextos de representação, sempre apareceram como predicados isolados, independentes entre si, sem qualquer relação de ordem superior capaz de conectá-las. Considera-se que, embora essa carência de sistematicidade não comprometa o seu papel como representação parcial das entidades astronômicas a serem ensinadas, aprimoramentos desse modelo poderiam conferir algum “grau” de sistematicidade que certamente o enriqueceria, ampliando tanto a sua abrangência quanto às potencialidades pedagógicas enquanto recurso de mediação didática (modelo de ensino).

Há que se destacar o potencial da metodologia de análise desenvolvida por Ferry e Paula (2015) para relacionar e estabelecer a paridade das correspondências estruturais entre o modelo, em suas diferentes configurações, e as entidades de interesse científico modeladas. O mapeamento estrutural aplicado à análise de modelos se mostrou bastante adequado, consistente e sistemático, na medida em que possibilitou identificar tanto a abrangência do modelo (os aspectos estruturais representados) quanto as suas limitações, por meio de um alinhamento praticamente exaustivo de seus elementos, atributos relevantes e relações.

A outra atração museal analisada, o MAES-3DMF, ampliado pela pesquisa de Almeida (2011), também cumpriu com os critérios propostos por Cury (2006) adaptados para esta dissertação: concepção museológica, concepção expográfica, pré-montagem, fabricação e instalação. A respeito de sua modalidade itinerante, o MAES-3DMF ao ser analisado como atração expográfica se mostrou tecnicamente adequado, mesmo por fazer uso de materiais de baixo custo para sua montagem. Desta forma, infere-se que sua utilização pode cumprir os objetivos da divulgação científica em espaços formais e não formais de educação.

Para o MAES-3DMF, a pesquisa aponta a carência de sistematicidade das correspondências entre o domínio base e o domínio alvo no que diz respeito a modelagem, consoante às considerações de Gentner (1983). O modelo, de acordo com a pesquisa, necessita de ajustes técnicos em sua construção para que a representação da entidade de interesse científico formação dos astros seja representada de maneira mais ampla. Por outro lado, no caráter expográfico, conforme Cury (2006), a atração destacou-se por sua simplicidade e adaptabilidade aos espaços disponíveis para sua instalação. Esta atração também se mostra adequada no que diz respeito à utilização de recursos comunicacionais e expográficos como demonstra esta dissertação.

No que diz respeito à divulgação científica e ao planejamento e montagem de museus e espaços expográficos sinalizados por Cury (2006), a atração *Metais e Ligas* do MM-Gerdau cumpriu rigorosamente com cada um dos grupos de critérios de análise propostos por esta pesquisa: concepção museológica, concepção expográfica, pré-montagem, fabricação e instalação. É importante salientar que esta atração é parte integrante de um rigoroso projeto expográfico elaborado para o referido museu. A atração está habilitada para sua função informacional no que diz respeito a comunicação científica, ao passo que reúne recursos comunicacionais e expográficos ricos para a representação da entidade de interesse científico, o processo de fabricação de *Metais e Ligas*.

Tem-se dois objetos analisados com critérios comunicacionais e expográficos: atração do MM-Gerdau, *Metais e Ligas* e o MAES-3DMF. Ambos apresentaram estar adequados a sua utilização principal e também apresentaram possibilidades para seu aprimoramento. No caso na atração *Metais e Ligas*, a pesquisa apontou a necessidade de ajustes nas comparações do roteiro, o que intensificaria o processo de comparações e o aumento de sua sistematicidade (GENTNER 1983). Outra possibilidade de melhoria do objeto museal no quesito expográfico, seria a inserção de legendas o que ampliaria o seu caráter inclusivo.

Esta dissertação finda ao cumprir com o que foi proposto: analisar dois objetos museais utilizadas para a divulgação científica no que diz respeito ao uso de comparações tanto no roteiro, quanto na modelagem. A segunda análise, relacionada ao potencial expográfico, também cumpriu com seus objetivos iniciais propostos, que era analisar segundo critérios exposicionais as duas atrações. Contudo, não é pretensão deste pesquisador determinar resultados conclusivos e definitivos. Abre-se precedente para a utilização de analogias na modelagem científica e na concepção de objetos museais e espaços expográficos. Que novos estudos sejam iniciados a partir desta proposta e que a ciência e o processo de divulgação científica sejam amplamente beneficiados.

REFERÊNCIAS

AUTHIER-REVUZ, Jacqueline. Hétérogénéité montrée et hétérogénéité constitutive: éléments pour une approche de l'autre dans le discours. **DRLAV- Revue de linguistique**, Paris: Centre de recherche de l'Université de Paris VIII, n. 26, 1982.

AUTHIER-REVUZ, Jacqueline; 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.

BLACK, M. **Models and metaphors**. Cornell University Press: New York, 1962.

BROECK, F. V. O uso das analogias biológicas. **Design e Interiores: Design Industrial, Comunicação Visual e Arquitetura de Interiores**, São Paulo, ano 2, n. 11, p. 97-99, 1989.

BRUNER, J. **Towards a theory of instruction**. Harvard University Press: Cambridge, 1966.

CAFFAGNI, C. W. A.; MARANDINO, Martha. O Estudo das analogias utilizadas como recurso didático por monitores em um centro de ciência. **VIII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciência**. Campinas, 5 e 9 de dezembro Acade 2011. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/>> Acesso em 15 set. 2015.

CHAMIZO, J. A. A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. **Science e Education**, 2011.

CURY, Marília Xavier. **Exposição: concepção, montagem e avaliação**. São Paulo: Annblume, 2005.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências – V10(1)**, p. 7-29, Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2005.

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

ELIAS, D. C. N.; AMARAL, L. H.; ARAÚJO, M. S. T. Criação de um espaço de aprendizagem significativa no planetário do parque Ibirapuera. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 7, n. 1, 200.

ALMEIDA, D. J. Multiverso: reconstrução de modelo análogo ao espaço sideral para divulgação da ciência. 143 f. **(Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica)** – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais CEFET-MG, Belo Horizonte, 2012.

FALCÃO, D. e GILBERT, J. Método da lembrança estimulada: uma ferramenta de investigação sobre aprendizagem em museus de ciências. In: **História, Ciências, Saúde –**

Manguinhos, Rio de Janeiro, p. 93-115, (v. 12, Suplemento), 2005.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. Teachers' Role in Planning and Conducting Modelling Activities in Science Teaching. **Revista de Educacion de las Ciencias.**, 8, 66-70, 2007.

FERRY, A. S. Análise Estrutural e Multimodal de Analogias em uma Sala de Aula de Química. 170 f. **(Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação)**. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016.

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 Lindóia, SP, 2015.

FERRY, Alexandre da Silva; PAULA, Helder de Figueirêdo E. Mapeamento estrutural de analogias e outras comparações em uma sala de aula de Química. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, X, 2015, Águas de Lindóia.

FIGUEIREDO, Betânia Gonçalves; VIDAL, Diana Gonçalves. **Museus**: dos gabinetes de curiosidades à museologia moderna. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013.

FIGUEROA, Ana Maria Senac; MARANDINO, Martha. Os objetos pedagógicos nos museus de ciências: Uma revisão da literatura. **Encontro Nacional em Educação e Ciência**. Florianópolis, 08 de dezembro de 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/>>. Acesso em 15 set. 2015.

GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**. p. 155-170, 1983.

GENTNER, D. **Structure-mapping**: A Theoretical Framework for Analogy, *Cognitive Science*, 7(2), 155-170, 1983.

GENTNER, D.; MARKMAN, A. B. Structure-mapping in analogy and similarity. **American Psychologist**, 52:45-56, 1997.

GENTNER, D. Psychology of Mental Models. In: SMELSER, N. J.; BATES, P. B. (Ed.). **International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences**. Amsterdam: Elsevier Science, 2002. p. 9683-9687.

GENTNER, D. e MARKMAN, A. B. Structure Mapping in Analogy and Similarity. **American Psychologist**. v. 52, n. 1, p. 45-56, 1997.

GIERE, R. **Understanding scientific reasoning**. Fort Worth: Holt, Rinehart e Winston, 1991.

GIERE, R. **Explaining Science**: A cognitive approach. Chicago and London: University of Chicago Press, 1988.

GILBERT, J.; BOULTER, C. Learning science through models and modeling. In B. Fraser e K. Tobin (Eds.), **The international handbook of science education**. Dordrecht: Kluwer,

1997.

GLYNN, S. Teaching science with analogy: a strategy for teacher and textbook authors. **Reading Research Report, National Reading Research Center**. Universities of Georgia and Maryland, n. 15, 1994.

GOMBRICH, E. H. **Arte e Ilusão**: um estudo da psicologia da representação pictórica. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

HARRE, R. **Modeling**: Gateway to the unknown. Amsterdam: Elsevier, 2004.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching and learning with analogies: friend or foe? In: AUBUSSON, P. J. et al. (Ed.). **Metaphor and Analogy in Science Education**. Netherlands: Springer, p. 11-24, 2006.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. A typology of school science models. **International Journal of Science Education**, 22, 1011–1026, 2000^a.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple model use in grade 11 chemistry. **Science Education**, 84, 352–381, 2000b.

IERVOLINO, S. A.; PELICIONI, M. C. F. A utilização do grupo focal como metodologia qualitativa na promoção da saúde. **Rev Esc Enf USP**, v. 35, n.2, p.115-21, jun, 2001.

JOHNSON-LAIRD, P. **Mentalmodels**: towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1993.

JUSTI, R. Teaching with historical models. In J. K. Gilbert e C. J. Boulter (Eds.), **Developing models in science education**. Dordrecht: Kluwer, 2000.

JUSTI, R. Modelagem – Uma abordagem para um ensino de ciências mais autêntico. **Tecné, Episteme y Didaxis**, special issue, 23-38, 2007.

JUSTI, R. Learning how to model in science classroom: key teacher and role in supporting the development of students e rsquo; modelling skills. **Educación Química**, 20(1), 32-40, 2009.

JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010.

JUSTI, R. Contribucions de la investigació didàctica a ensenyament de la química basat en la modelització. **Educació Química**, 7, 11-22, 2011.

JUSTI, R.; GILBERT, J. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, vol.24, n.4, p.369-387, 2002.

LAURENTIZ, S. Imagem e (I) materialidade. **XIII Encontro Anual da COMPÓS**. São

Paulo: 2004.

LINS DE BARROS, H. Quatro cantos de origem. **Perspicillum**, 6(1), 57-74, 1992.

MARANDINO, M.; DÍAZ ROCHA, P. E. La biodiversidad en exposiciones inmersivas de museos de ciencias: implicaciones para educación en museos. **Enseñanza de las Ciencias**, 29(2), p. 221–236, 2011.

MARANDINO, M.; MÔNACO, Luciana. **Educação em museus**: pesquisas e prática. Paulette MacManus: São Paulo, 2013.

MARANDINO, M. Museus de Ciências como espaços de aprendizagem. In: FIGUEIREDO, B. G.; VIDAL, D. G. **Museus**: dos gabinetes de curiosidades ao museu moderno. Argumentum. Belo Horizonte- MG. 2005.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: Análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem - Parte 2 . **Educación Química**, 20(3), 373-382, 2009.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: Análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem - Parte I . **Educación Química**, 20(3), 282-293, 2009.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Contributions of the Model of Modelling Diagram to the Learning of Ionic Bonding: Analysis of a Case Study. **Research in Science Education**, 41(4), 479-503, 2011.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. The Relationships between Modelling and Argumentation from the Perspective of the Model of Modelling Diagram. **International Journal of Science Education**, 35(14), 2007-2034, 2013.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R.; OLIVEIRA, M. M. Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol.6, n.1, p.35-54, 2006.

MOLES, A. A. Em busca de uma teoria ecológica da imagem? In: THIBAUT-LAULAN Anne-Marie (Org.). **Imagem e comunicação**. Tradução de Maria Yolanda Rodrigues. São Paulo: Melhoramentos, 1971.

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 Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123–147, 2015.

NAGEM, R. L.; CONDÉ, M. L. L. Analogy and model in the teaching and learning of science. Philosophical and educational aspects. **Science and Education**, 2011.

NAGEM, R. L. **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. Seminário Educação em Ciências. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 1997.

OLIVA, J. M.; NAVARRETE, A.; AZCÁRATE, P. Lasanalogías como recurso en la clase de ciencias: distintos perfiles docentes. **Enseñanza de las ciencias**, Número Extra, VII Congreso, 2005.

OLIVEIRA, A. J. F. Construção e aplicação de modelos analógicos no ensino de ciências: o planetário líquido. 2010. 203 f. **(Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica)** – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, Belo Horizonte, 2010.

RAVIOLO, A. Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química. **Educación Química**, p. 55-60, 2009.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem**: cognição, semiótica, mídia. 1. ed. 5. reimp. São Paulo: Iluminuras, 2008.

SARTRE, Jean-Paul. **O imaginário**. São Paulo: Ática, 1996.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 10(2), 1-26, 2010.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Interlocuções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações químicas. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, 13(2), 31-46, 2011.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Diálogos Possíveis entre o Ensino Fundamentado em Modelagem e a História da Ciência. **REEC - Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 11(2), 385-405, 2012.

TORRES, Adriana *et al.* Mapeamento de competências: ferramenta para a comunicação e a divulgação científica. **TransInformação**, Campinas, 24(3):191-205, set./dez., 2012.

THIBAUT-LAULAN, A. M. Imagem e Comunicação. In: THIBAUT-LAULAN, A. M. (Org.). **Imagem e comunicação**. São Paulo: Melhoramentos, 1971.

ANEXOS

ANEXO I: Certificado de Comunicação Individual resultante da Análise da Atração Metais e Ligas no Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação-2015



ANEXO II: Certificado de Comunicação Individual resultante da Análise da Atração Museal MAES-3DMF no Seminário LASERA-2016



ANEXO III: Solicitação de Permissão para Realização de Pesquisa Científica



À Diretoria
Museu das Minas e do Metal
Praça da Liberdade S/N
BELO HORIZONTE - MG

SOLICITAÇÃO

Nós, Ronaldo Luiz Nagem e Rangel Benedito Sales de Almeida, solicitamos à Diretoria do MM-Gerdau - Museu das Minas e da Metal autorização para desenvolver o projeto de pesquisa **ANALOGIAS E MODELOS: A CONSTRUÇÃO DE ATRAÇÕES PARA A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA** tendo como objeto de pesquisa a atração Metais e Ligas desse conceituado Museu. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET MG e será desenvolvido pelo mestrando Rangel Benedito Sales de Almeida sob minha orientação. Serão realizadas medições no espaço, entrevistas com os visitantes, bem como o registro fotográfico da atração para a análise de interesse desta pesquisa.

Cabe esclarecer que uma cópia da Dissertação de Mestrado do candidato deverá ser entregue a Diretoria do Museu após a defesa e correções finais.

Por ser verdade, firmamos a presente em duas vias de igual teor.

Belo Horizonte, 20 de fevereiro de 2017

Ronaldo Luiz Nagem
Luzes
Grupo de Pesquisa Metalurgia e Analogias

Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem
Pesquisador responsável e Orientador do projeto de pesquisa
(31) 3461.5754 / (31) 8827.1947 – ronaldonagem@gmail.com

Rangel Benedito Sales de Almeida
Mestrando
(31) 3657.6122 / (31) 99395.7774 – rangelsales13@gmail.com

ANEXO IV: Termo de Permissão para Realização de Pesquisa Científica



TERMO DE PERMISSÃO

Permitimos e autorizamos o mestrando Rangel Benedito Sales de Almeida, do Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG), a desenvolver o projeto de pesquisa ANALOGIAS E MODELOS: A CONSTRUÇÃO DE ATRAÇÕES PARA A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, tendo como objeto de pesquisa a atração Metais e Ligas do MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal, conforme descrição de carta da instituição solicitante em anexo.

A presente permissão é concedida exclusivamente para os fins aqui estabelecidos sendo que, qualquer outra forma de utilização e/ou reprodução, deverá ser previamente autorizada pelo Permitente.

Salientamos que, junto às imagens das fotos selecionadas e efetivamente utilizadas, deverá ser incluído o devido crédito ao MM Gerdau - Museu das Minas e do Metal como fonte do acervo.

O Permissionário se compromete a doar 01 (um) exemplar do trabalho/resultado para a Associação Mantenedora do Museu das Minas e do Metal e a autoriza, desde já, a divulgação e reprodução do trabalho acadêmico nos canais de comunicação off-line do Museu que esteja presente.

Belo Horizonte, 22 de fevereiro de 2017


Márcia Regina C. S. Guimarães
Repres. da AMMM
Gestora do MM Gerdau

Gestora do MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal

De acordo:


PERMISSIONÁRIO

Nome:

RG:

CPF:

APÊNDICES

Apêndice A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento apresentado aos sujeitos participantes do teste-piloto e da coleta final de dados na pesquisa ocorrida no Espaço “MM-Gerdau”, em 2015



Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
Mestrado em Educação Tecnológica
Aluno: Rangel Benedito Sales de Almeida
Orientador: Prof. PhD. Ronaldo Luiz Nagem

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO Referente à pesquisa: Analogias e Modelos: Construção de Atrações Museais para a Divulgação Científica

Este estudo, parte do projeto de dissertação de Mestrado em Educação Tecnológica, tem como objetivo realizar uma investigação sobre o uso de analogias e metáforas presentes em uma atração museal.

O levantamento de dados para análise seguirá a seguinte sequência de etapas:

1 – A visita se iniciará na sala onde se encontra a atração propriamente dita, onde os sujeitos participantes terão a oportunidade de observar a instalação sem a interferência do monitor, dispondo do tempo que os mesmos considerarem adequado para tal. Será solicitado que não haja interação entre sujeitos participantes, de formas a não ocorrer interferências nos processos de observação, pensamento e raciocínio dos mesmos.

2 – Os sujeitos participantes serão convidados para a sala de projeção de vídeo, onde haverá a aplicação de questionário com o objetivo analisar a idade, formação escolar e o que os sujeitos observaram na visita na sala onde se encontram as atrações. Em seguida, assistirão a um vídeo de aproximadamente 6 minutos. Logo em seguida, responderão a outro questionário, no sentido de captar o que os participantes observaram no vídeo.

3 – Serão então convidados a visitar o ambiente onde se localizam painéis explicativos e será servido um lanche. Logo em seguida, retornarão ao espaço onde se encontram os modelos reconstruídos, onde será aplicada a técnica de *Think-aloud*, que consiste em uma técnica de gravação das falas dos sujeitos participantes em voz alta e em tempo real, onde poderão expressar o que viram e sentiram em relação aos modelos e às informações recebidas no vídeo e nos painéis.

4 – Ao final, será proposto um grupo focal, no qual os sujeitos participantes poderão discutir e avaliar o ambiente, as informações nele contidas e a oportunidade de se averiguar quais analogias foram percebidas e as possíveis analogias que podem ser sugeridas pelos participantes. Responderão novamente ao questionário no sentido de averiguar os conhecimentos fixados em relação ao tema proposto pela pesquisa.

Visando atender aos preceitos éticos envolvidos em pesquisas com seres humanos, solicito que assine abaixo, autorizando a divulgação dos dados obtidos por meio de questionários, da técnica *Think-aloud* e grupo focal realizados hoje, dia ____/____/2015. Os nomes dos participantes não serão divulgados nas publicações advindas dessa coleta de dados, mantendo o sigilo necessário nessa prática de coleta. Menores de idade devem ser autorizados a participar da pesquisa por responsável legal.

É importante ressaltar que a pesquisa conta com a participação de pessoas de várias faixas etárias e

níveis de formação, o que pode causar constrangimento pessoal aos participantes no momento da discussão no grupo focal. Reforçamos que você pode interromper ou se eximir de participar de qualquer etapa da pesquisa, o que não lhe acarretará em prejuízos de qualquer ordem, conforme informado anteriormente.

Informo que o Sr.(a). tem a garantia de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre qualquer esclarecimento de eventuais dúvidas. Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa. Também é garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

Garanto que as informações obtidas serão analisadas pelo pesquisador, não sendo divulgada a identificação de nenhum dos participantes.

O Sr.(a). tem o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas e caso seja solicitado, darei todas as informações que solicitar. Não existirá despesas ou compensações pessoais para o participante em qualquer fase da pesquisa. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Comprometemo-nos a utilizar os dados coletados somente para a pesquisa e os resultados serão veiculados através de artigos científicos em revistas especializadas e/ou em encontros científicos e congressos, sem nunca tornar possível sua identificação. Anexo está o consentimento livre e esclarecido para ser assinado caso não tenha ficado qualquer dúvida.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Acredito ter sido suficiente informado a respeito do estudo “Analogias e Modelos: Construção de Atrações Museais para a Divulgação Científica”. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso aos resultados e de esclarecer minhas dúvidas a qualquer tempo. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Data: _____

Assinatura do informante (responsável legal para menores de 12 anos):

Nome: _____

Endereço: _____

RG: _____

Fone: () _____

Assinatura do responsável legal (Para maiores de 12 e menores de 18 anos)

Nome: _____

Endereço: _____

RG: _____

Fone: () _____

Declaramos que estamos cientes de que todo cuidado será tomado no sentido de se evitar qualquer constrangimento ao sujeito participante, assegurando-lhe total liberdade para participar ou não da pesquisa.

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2015.

Ronaldo Luiz Nagem – Pesquisador responsável e Orientador do projeto de pesquisa
(31) 3461.5754 / (31) 98827.1947 – ronaldonagem@gmail.com

Rangel Benedito Sales de Almeida – Mestrando
(31) 3657.6122/ (31) 99395.7774 – rangelsales13@gmail.com

Apêndice B

Quadro com destaque da transcrição da fala dos sujeitos participantes durante a pesquisa ocorrida no Espaço “MM-Gerdau”, em 2015, na etapa intitulada grupo focal, aparecendo na sequência, sem, contudo, serem apresentadas na íntegra

Questões sugeridas pelo pesquisador	Trechos transcritos do grupo focal
O VÍDEO FAZ PARTE DE UMA DAS OBJETOS DE UM MUSEU DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. QUAIS SÃO AS CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO E AUDIOVISUAIS DESTA ATRAÇÃO NESSE LOCAL?	“Temos uma ambientação escura para não atrapalhar na projeção, existe uma caixa de som logo acima do objeto museal enviando o áudio diretamente ao público próximo dele.”
	“Particularmente, achei a iluminação ao redor da "panela" fraca, se houvessem led's no chão ao redor seria melhor. Em questão do áudio e qualidade do vídeo não tenho nada o que reclamar, com um volume bom e vídeo com qualidade boa.”
	“Primeiramente, o local é um local com blackouts, e é mantido na penumbra devido a iluminação de outros corredores e salas. Dispõe-se de uma reprodução de uma cuia, em que é projetado o vídeo de cima para baixo. O sistema de som também se encontra fixado ao teto, próximo ao projetor.”
AS CONDIÇÕES DO LOCAL PERMITIRAM SUA COMPREENSÃO DO CONTEÚDO DO VÍDEO? FALE UM POUCO MAIS SOBRE SUA RESPOSTA	“Sim, a ambientação permite que se tenha uma imagem nítida, e com a posição da caixa de som consigo entender o áudio com clareza.”
	“A instalação está dentro de uma sala onde faz com que esteja tudo num mesmo contexto, que são os minérios. Porém, é necessário se ver o vídeo, pelo menos, duas vezes, para que haja uma total compreensão do conteúdo.”
	“Sim, pois a priori, todo conteúdo ali disposto possui participação direta com minas e metais (vide nome do museu: Museu das Minas e do Metal). Logo mais, o caldeirão com a projeção dentro faz menção visual ao tema do próprio vídeo - que será sobre informar os tipos de ligas metálicas aplicadas na fabricação de painéis - e também como forma de contextualização ao conteúdo daquela parcela da exposição.”
O QUE MAIS LHE CHAMOU A ATENÇÃO NA INSTALAÇÃO NA QUAL O VÍDEO É EXIBIDO?	“O que mais me chamou a atenção é a própria plataforma onde o vídeo é exibido, fazendo uma analogia a uma panela de bronze com o intuito de simular a experiência do vídeo sendo visto dentro da panela.”
	“A instalação onde o vídeo está passando, é uma panela de cobre (tanto que a Neka cita isso durante o vídeo). É como se estivéssemos vendo algo cozinhar dentro da panela, que no caso, seria a Neka explicando sobre a fabricação das mesmas.”
	“Além do próprio conteúdo do vídeo, a proposta da experiência do usuário em que se faz a ilusão de que a Neka está dentro da cuia. Visto que a filmagem foi feita num ponto de vista que mostra a cozinha vista de cima, enquanto o vídeo é exibido em um plano mais baixo, fazendo com que as pessoas tenham que olhar para baixo.”
APROXIMADAMENTE, QUAL É O TEMPO DE DURAÇÃO DO VÍDEO?	“Entre 3:00 a 4:00 minutos”
	“Entre 5:00 a 6:00 minutos”

ANALOGIAS E MODELOS: CONSTRUÇÃO DE OBJETOS MUSEAIS PARA A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
RANGEL BENEDITO SALES DE ALMEIDA

	“Entre 5:00 a 6:00 minutos”
QUAL É O ASSUNTO PRINCIPAL DO VÍDEO?	“O assunto principal do vídeo é a comparação da produção de panelas com uma cozinha comum.”
	“A ‘receita’ das panelas.”
	“O assunto principal do vídeo é passar a informação sobre as ligas metálicas voltadas para a produção de panelas (com essas ligas).”
QUEM É A PERSONAGEM PRINCIPAL DO VÍDEO?	“O personagem principal é a panela.”
	“Os metais que são usados para se fabricar as panelas.”
	“A personagem principal do vídeo é a Neka, pois é ela quem conduz toda a explicação sobre o tema do vídeo.”
QUAL O CENÁRIO UTILIZADO PELA PERSONAGEM DURANTE SUA NARRATIVA?	“Ela utiliza o interior de uma panela de bronze como cenário.”
	“Uma cozinha.”
	“O cenário utilizado foi uma cozinha.”
O QUE MAIS LHE CHAMOU ATENÇÃO NO VÍDEO? POR QUÊ?	“O que mais me chamou a atenção foram as analogias utilizadas, que facilitaram muito a compreensão de um assunto complexo.”
	“O modo com que a Neka faz parecer que o processo de fabricação de panelas é fácil, mesmo que não seja devido as condições para fabricação (temperatura, etc.)”
	“O que mais me chamou atenção no vídeo foi a proposta de interação com o vídeo (da maneira que o vídeo foi disposto) e também o modo como a personagem passa a mensagem. Sendo ela clara, simples e sucinta”
QUE RECURSOS VISUAIS E LINGÜÍSTICOS FORAM UTILIZADOS NO VÍDEO?	“O posicionamento da câmera simulando que ela realmente está dentro de uma panela, linguagem informal gerando uma proximidade com quem está assistindo, principalmente quando ela diz palavras como, você e nós, isto cria uma atmosfera mais tranquila como um bate-papo, causando assim a sensação de quem está assistindo está ao lado dela.”
	“Tudo é bem simples e informal para que faça essa aproximação com quem está vendo/escutando o vídeo.”
	“O recurso linguístico que mais vi presente no vídeo foi o de metáforas, em que são feitas analogias ao longo do vídeo para ser melhor compreendido. Efeitos visuais como a protagonista desaparecendo, dissolvendo, etc., também fazem parte, pois reforça a ideia passada.”
VOCÊ PERCEBE A UTILIZAÇÃO DE ALGUM RECURSO DE LINGUAGEM PARA FACILITAR A COMPREENSÃO DO CONTEÚDO? QUAL FOI?	“Sim, a utilização de analogias o tempo todo, o próprio cenário onde o vídeo é reproduzido faz uma analogia a uma panela.”
	“A Neka faz muitas comparações com coisas que já estamos acostumados em nosso dia a dia, que é o ato de seguir uma receita/cozinhar.”
	“Sim, a comparação.”

ANALOGIAS E MODELOS: CONSTRUÇÃO DE OBJETOS MUSEAIS PARA A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
RANGEL BENEDITO SALES DE ALMEIDA

EXPLIQUE COMO AS COMPARAÇÕES IDENTIFICADAS POR VOCÊ NA QUESTÃO ANTERIOR FACILITARAM A SUA COMPREENSÃO SOBRE O TEMA PROPOSTO.	“O tema proposto é complexo, com o uso das analogias trazendo esse tema para coisas do cotidiano, no caso a cozinha, facilita muito a compreensão principalmente quando ela diz que cozinhar panelas é exatamente igual a uma cozinha pois usamos fogo, água e ótimos ingredientes.”
	“Ela explica fazendo analogias do processo de fabricação de panelas com uma receita, o que já simplifica bastante o processo. Além disso, ela também fala de modo simples, como se já nos conhecêssemos há bastante tempo, sem formalidade.”
	“A comparação, usada de modo correto e claro, faz com que o entendimento seja melhor, porque quando se compreende o todo de maneira simplificada, fica mais fácil de se desmembrar e entender o resto como complexo.”
VOCÊ PERCEBEU A UTILIZAÇÃO DE ANALOGIAS E/OU METÁFORAS DURANTE O VÍDEO? SE SIM, QUAIS LHE CHAMARAM MAIS ATENÇÃO?	“Sim, a que me chamou mais atenção foi a utilização das facas para representar as tiras de ferro, o limão representando o cromo e o ovo representando o níquel para a produção de uma panela de aço inoxidável.”
	“Sim, ela usa muitas analogias. A que mais me chamou atenção foi no final, em que ela diz "escolher bons ingredientes", onde fica parecendo que estávamos vendo realmente um programa de receita culinária.”
	“Percebi o uso de metáforas e analogias feitas durante o vídeo, como quando ela diz "em finas tiras" e usa as facas para representá-las.”
PARA VOCÊ, COMO SERIA A EXPERIÊNCIA DA ATRAÇÃO CASO OS RECURSOS DE LINGUAGEM FOSSEM DIFERENTES OU NÃO FOSSEM UTILIZADAS AS ANALOGIAS E METÁFORAS?	“Seria uma experiência maçante, com informações mais técnicas, o que para um público geral não seria interessante pois dificultaria a compreensão, mas para um público específico, como estudantes da área de metalurgia seria mais fácil para ser compreendido.”
	“Para ser sincera, seria chato. O processo para se fazer uma panela possui termos muito complexos e nomes difíceis, o que cansa quem está assistindo durante os primeiros cinco minutos, ou seja, ninguém prestaria atenção.”
	“Talvez não teria sido tão claro (mas depende de como for construído o roteiro e tudo mais). Visto que o uso de analogias e metáforas é mais certo para que a mensagem seja interpretada assim como foi passada. Já com outros recursos, a interpretação dessas linguagens pode gerar dúvida ou as pessoas podem simplesmente não entender, pois é necessária malícia em alguns casos, bagagem cultural, contexto (entre outros) em outros casos.”
PARA VOCÊ, ESTUDANTE DE COMUNICAÇÃO, QUAL SERIA A IMPORTÂNCIA DA SEMIÓTICA NA PRODUÇÃO DE CONTEÚDOS PARA OBJETOS DE MUSEUS E ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE EDUCAÇÃO?	“Através dessa adequação o conteúdo passa a ser transmitido de forma mais clara, e prende a atenção de quem está vendo, tornando assim a compreensão mais fácil e interessante, com isso o conteúdo automaticamente passa a ser divulgado de pessoa a pessoa, a partir do momento que um público de modo geral tenha acesso a este conteúdo e o compreenda facilmente ela passará esta informação para as pessoas ao seu redor ou até mesmo levará mais pessoa para conhecerem esta atração.”
	“Com a semiótica podemos usar dos signos e seus vários interpretantes para facilitar o aprendizado do aluno a partir do momento em que relacionamos com algo que o aluno está acostumado do seu dia-a-dia. Com isso, ele irá interagir melhor com a aula e irá absorver conhecimento.”
	“Vital. Porque a aplicação da semiótica para poder fazer com o que o signo seja interpretado da maneira correta, deve-se fazer um estudo antes para que a mensagem seja mais clara e direta. Assim, não se gera "ruídos" na comunicação.”

Fonte: Rangel Benedito Sales de Almeida (2015). Arquivo pessoal