

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Renato José de Magalhães

**POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS DE OBJETOS MUSEAIS  
FUNDAMENTADOS EM MODELAGEM NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
EM FÍSICA**

Belo Horizonte

2021

Renato José de Magalhães

**POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS DE OBJETOS MUSEAIS  
FUNDAMENTADOS EM MODELAGEM NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
EM FÍSICA**

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

Orientador: Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry

Linha de Pesquisa: Práticas Educativas em Ciência e Tecnologia

Belo Horizonte  
2021

Magalhães, Renato José de

M188p Potencialidades pedagógicas de objetos museais fundamentados em modelagem na educação tecnológica em física / Renato José de Magalhães. – 2021.  
70 f.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica.

Orientador: Alexandre da Silva Ferry.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

1. Ensino de objetos – Modelagem – Teses. 2. Museus de ciência – Teses.  
3. Física – Estudo e ensino – Teses. I. Ferry, Alexandre da Silva. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título.

CDD 370.1



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - PPGET  
Portaria MEC n°. 1.077, de 31/08/2012, republicada no DOU em 13/09/2012

Renato José de Magalhães

**“POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS DE OBJETOS MUSEAIS  
FUNDAMENTADOS EM MODELAGEM NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA EM  
FÍSICA”**

---

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, em 14 de dezembro de 2021, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica, aprovada pela Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação constituída pelos professores:

Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry – Orientador  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Maria Senac Figueroa  
Universidade Federal do Oeste da Bahia

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por mais essa oportunidade de capacitação nessa jornada de vida.

A minha Família, em especial, esposa e filhas, pelo apoio incondicional e compreensão pela minha ausência em muitos momentos durante essa caminhada da Pós-graduação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Ferry, que generosamente compartilhou os seus conhecimentos e experiências.

Ao Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem pelo seu incansável altruísmo, principalmente em prol da Ciência.

Aos colegas e amigos do mestrado, que ao oferecerem sua colaboração, cada um com aquilo que podia, demonstraram que é possível amenizar, tornar mais leve a caminhada, e que não necessariamente temos que caminhar solitariamente. Em especial Kellyne, Luciana, Rana, Silvia, Vinícius e Wilbert pela prontidão nos momentos mais importantes.

Aos integrantes do GEMATEC, por propiciarem um campo experimental riquíssimo no compartilhamento de momentos de aprendizagem, o que contribuiu de forma significativa nessa minha trajetória.

Aos professores participantes da pesquisa, que em meio as suas laboriosas atividades de ensino, se dispuseram a se deslocar até os museus para a realização das entrevistas, imprescindíveis para a coleta de dados.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica que me permitiram ampliar minha vivência na relação docente e estudante, abandonando conceitos que eu possuía como verdade absoluta.

Ao CEFET-MG e à CAPES pelo apoio institucional e financeiro. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa, externo minha mais profunda gratidão.

MAGALHÃES, Renato José de. Potencialidades Pedagógicas de Objetos Museais Fundamentados em Modelagem na Educação Tecnológica em Física. Orientador: Alexandre da Silva Ferry. 2021. 113 f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte.

## RESUMO

Esta dissertação de mestrado, incorporada na linha de pesquisa sobre práticas educativas em Ciência e Tecnologia do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, apresenta os resultados de uma investigação que analisou modelos no contexto da Educação Tecnológica em Física. A pesquisa pretendeu responder quais são as potencialidades pedagógicas oferecidas à Educação em Ciências, especificamente ao ensino de Física, no contexto da Educação Tecnológica, pela exposição de objetos fundamentados em modelagem em centros ou museus de Ciência a partir das percepções de professores de Física da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Para tanto, levantamos e caracterizamos objetos museais em centros ou museus de Ciência, associados à divulgação científica em Física; identificamos os propósitos contextuais e as funções desempenhadas por esses objetos; analisamos a adequação das estratégias de modelagem empregadas na concepção e exposição desses objetos museais. Dentro da perspectiva da Teoria do Mapeamento Estrutural (TME), realizamos o mapeamento estrutural do modelo do olho humano, com a finalidade de identificação das correspondências entre elementos, atributos e relações, ou seja, as potenciais similaridades que constituem as representações. A pesquisa, caracterizada por uma abordagem qualitativa, com o objetivo de um estudo exploratório, foi desenvolvida em duas etapas: (i) Visitação dos museus para identificação e caracterização dos objetos museais fundamentados em modelagem, criação e adaptação da ferramenta de coleta de dados (Grelha), visitação para validação da ferramenta, visitação para a realização das coletas de dados, mapeamento estrutural do modelo identificado; (ii) Realização de entrevistas semiestruturadas no espaço museal com a participação de professores de Física. Na primeira etapa, em 6 museus foram identificados 180 objetos com possibilidades pedagógicas para o ensino de Física em 17 conjuntos expositivos, dos quais 5 foram classificados como modelos, sendo 1 conjunto expositivo representando o sistema solar, 2 representando os principais componentes do olho humano (decomposto), e 2 representando o olho humano (composto). Na segunda etapa, modelos foram observados por professores que identificaram potencialidades de usos em espaços não formais. O estudo permitiu identificar e descrever possibilidades pedagógicas oferecidas pelos objetos museais ao ensino de Física, em articulação com a percepção de professores dessa disciplina a respeito das potencialidades em eventuais situações de uso em espaço não formal. Apesar dos docentes não relacionarem de forma direta como o uso de modelos pode contribuir para uma Educação Tecnológica, destacamos nas falas dos professores, independente dos empecilhos apontados, que os modelos expostos se constituem uma ferramenta de ensino favorável para representar entidades de interesse científico, bem como para facilitar a ampliação de conceitos científicos e profissionais.

**Palavras-chave:** Objetos Museais. Modelagem. Museus de Ciências. Ensino de Física.

MAGALHÃES, Renato José de. Pedagogical Potentialities of Modeling-Based Museum Objects in Technological Education in Physics. Advisor: Alexandre da Silva Ferry. 2021. 113 f. Dissertation (Master's degree in Technological Education). Federal Center for Technological Education of Minas Gerais. Belo Horizonte.

## ABSTRACT

This master's degree thesis, incorporated in the line of research on educational practices in Science and Technology of the Postgraduate Program in Technological Education, presents the results of an investigation that analyzed models in the context of Technological Education in Physics. The research intended to answer what are the pedagogical potentialities offered to Science Education, specifically, to the teaching of Physics, in the context of Technological Education, by exposing objects based on modeling in Science centers or museums from the perceptions of Physics teachers in the Federal Professional, Scientific and Technological Education network. Therefore, we survey and characterize museum objects in Science centers or museums associated with scientific dissemination in Physics, we identify the contextual purposes and the functions performed by these objects, and we analyze the adequacy of the modeling strategies used in the conception and exhibition of these museum objects. Within the perspective of the Structural Mapping Theory (TME), we carried out the structural mapping of the human eye model with the purpose of identifying the correspondences between elements, attributes, and relationships, that is, the potential similarities that constitute the representations. The research, characterized by a qualitative approach, with the objective of an exploratory study was developed in two stages: (i) Visiting museums to identify and characterize museum objects based on modeling, creation, and adaptation of the data collection tool (Grid), visitation to validate the tool, visitation to carry out data collection, structural mapping of the identified model; (ii) Conducting semi-structured interviews in the museum space with the participation of Physics teachers. In the first stage, in 6 museums, 180 objects with pedagogical possibilities for the teaching of Physics were identified in 17 exhibition sets of which 5 were classified as models, with 1 exhibition set representing the solar system, 2 representing the main components of the human eye (decomposed), and 2 representing the human eye (composite). In the second stage, the models were observed by teachers who identified potential uses in non-formal spaces. The study allowed to identify and describe pedagogical possibilities offered by museum objects to the teaching of Physics, in conjunction with the perception of teachers of this discipline regarding the potential in possible situations of use in non-formal spaces. Although the teachers do not directly relate how the use of models can contribute to Technological Education, we emphasize in the teachers' speeches regardless of the obstacles pointed out, that the exposed models constitute a favorable teaching tool to represent entities of scientific interest, as well how, to facilitate the expansion of scientific and professional concepts.

**Keywords:** Museum Objects. Modeling. Science Museums. Physics teaching.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - INTERSEÇÃO DOS CAMPOS DE ESTUDOS ENVOLVIDOS NESTA PESQUISA. ....	122
FIGURA 2 - PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA. ....	400
FIGURA 3 - OS PLANETAS DO SISTEMA SOLAR. ....	633
FIGURA 4 - O OLHO HUMANO – EM CORTE. ....	644
FIGURA 5 - FONTES DE ENERGIA. ....	655
FIGURA 6 - O OLHO HUMANO – DECOMPOSTO. ....	666
FIGURA 7 - ESTRATÉGIA DE MODELAGEM POR MODOS DE REPRESENTAÇÃO. ....	666
FIGURA 8 - RELAÇÃO DOS 25 ELEMENTOS: CÓDIGOS ORGANIZADOS NO ATLAS.TI. ....	68
FIGURA 9 - ELEMENTO FORMAÇÃO ACADÊMICA {7} FREQUÊNCIA DE CITAÇÕES {1} FREQUÊNCIA DE ASSOCIAÇÕES. ....	68
FIGURA 10 - DADO, CITAÇÃO DO DADO E LINHA DO DADO. ....	69
FIGURA 11 - ORGANIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS INDIVIDUALMENTE. ....	700
FIGURA 12 - REDE GERADA PELO SOFTWARE ATLAS TI COM O ELEMENTO A PRIORI E CATEGORIAS. ....	733
FIGURA 13 - REDE GERADA PELO SOFTWARE ATLAS TI COM O ELEMENTO A PRIORI E CATEGORIAS. ....	755
FIGURA 14 - REDE GERADA PELO SOFTWARE ATLAS TI COM O ELEMENTO A PRIORI E CATEGORIAS. ....	77
FIGURA 15 - NUVEM DE PALAVRAS GERADA PELO SOFTWARE ATLAS TI PARA ESSE ELEMENTO. ....	79
FIGURA 16 - REDE GERADA PELO SOFTWARE ATLAS TI COM O ELEMENTO. ....	800
FIGURA 17 - OBJETO MUSEAL FOTOGRAFADO – MODELO DO OLHO HUMANO. ....	86
FIGURA 18 - REPRESENTAÇÃO PICTÓRICA E ESQUEMÁTICA DO OLHO HUMANO COM A IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS E DESCRIÇÕES ESTRUTURAIS. ....	87

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Expressões booleanas e números de artigos sobre objetos museais na Educação em Ciências encontrados em várias bases.....	19
Quadro 2 - Expressões booleanas e números de artigos sobre objetos museais na Educação em Ciências encontrados na base Wiley . .....	19
Quadro 3 - Expressões booleanas e números de artigos sobre objetos museais na Educação em Ciências encontrados na base ERIC ProQuest . .....	20
Quadro 4 - Expressões booleanas e números de artigos sobre objetos museais na Educação em Ciências encontrados na base SciELO.....	20
Quadro 5 - Formulário para caracterização dos objetos museais associados à divulgação científica da Física em Centros ou Museus de Ciências.....	48
Quadro 6 - Categorias de análise dos dados empíricos.....	54
Quadro 7 - Padrão de representação do mapeamento estrutural de modelos.....	59
Quadro 8 - Categorias (posteriori) e características dos códigos.....	71
Quadro 9 - Dificuldades e benefícios apontados pelos professores.....	80
Quadro 10 - Perfil dos participantes da pesquisa.....	82
Quadro 11 - Comparação entre os elementos do modelo e os elementos do olho humano.....	88

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Objetivos .....	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	13
1.2 Apresentação do pesquisador.....	13
1.3 Justificativa e Relevância .....	15
1.4 Panorama da Dissertação .....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
2.1 Metodologia da Revisão Bibliográfica.....	17
2.1.1 Bases de dados consultadas.....	17
2.1.2 Procedimentos de busca: elaboração de expressões booleanas .....	18
2.1.3 Expressões booleanas elaboradas e resultados das buscas .....	18
2.2 Campo da Educação Museal.....	21
2.3 Campo da Educação em Ciências.....	21
2.3.1 A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física.....	22
2.3.2 Modelagem analógica no ensino de Ciências .....	22
2.3.3 A Relação entre Modelos e Analogias .....	23
2.3.4 Teoria do Mapeamento Estrutural.....	24
2.4 Campo da Educação Tecnológica.....	25
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	27
3.1 Caracterização dos objetos museais.....	27
3.2 As três gerações de museu de ciências ao longo dos últimos séculos.....	28
3.3 Propósitos contextuais e funções desempenhadas pelos objetos museais na concepção das exposições e na divulgação científica .....	31
3.4 Modelos na Ciência e na Educação em Ciências.....	32
3.5 Analogias .....	35
3.6 Estratégias de modelagem .....	37
4 METODOLOGIA .....	39
4.1 Participantes.....	42
4.2 Contexto .....	42
4.3 Museus visitados.....	43
4.3.1 Museu de Ciências Naturais PUC Minas .....	43
4.3.2 Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG.....	43
4.3.3 Museu de Ciências Morfológicas da Universidade Federal de Minas Gerais .....	44

4.3.4 MM Gerdau –.Museu das Minas e do Metal.....	44
4.3.5 Espaço do Conhecimento UFMG .....	45
4.3.6 Museu da Matemática UFMG.....	45
4.4 Caracterização da metodologia aplicada .....	46
4.5 Levantamento e Análise de Dados .....	49
4.5.1 Os cuidados éticos da pesquisa .....	49
4.5.2 A escolha dos participantes de pesquisa .....	50
4.5.3 A realização das entrevistas semiestruturadas.....	50
4.5.4 Análise das entrevistas semiestruturadas .....	53
4.5.5 Metodologia de transcrição das interações discursivas nas entrevistas .....	55
4.5.6 Metodologia de análise das entrevistas .....	55
4.5.7 Preparação das informações .....	56
4.5.8 Transformação do conteúdo em unidades.....	57
4.5.9 Metodologia e padrão de representação do mapeamento estrutural do modelo.....	57
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
5.1 Caracterização de objetos museais baseados em modelagem.....	61
5.2 Percepções dos professores, participantes das entrevistas semiestruturadas.....	67
5.3 Análise estrutural do objeto museal: o modelo do olho humano .....	85
5.3.1 Mapeamento Estrutural do Modelo do Olho Humano.....	87
6 CONSIDERAÇÕES .....	92
REFERÊNCIAS .....	97
LISTA DE SÍMBOLOS.....	99
Apêndice I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	100
Apêndice II – Roteiro de entrevista semiestruturada .....	103
Apêndice III – Entrevistas semiestruturadas com os professores.....	103
Apêndice IV – Termo de permissão para realização de pesquisa científica .....	111
Apêndice V – Termo de Autorização .....	112

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa que originou esta dissertação foi conduzida no campo de estudos sobre modelagem e analogias na Educação em Ciências, no contexto da linha de pesquisa sobre práticas educativas em Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Inserida entre três grandes campos de estudos: o da Educação em Ciências, o da Educação Museal e o da Educação Tecnológica, o seu objeto de investigação são os objetos museais fundamentados em modelagem e analogias na educação científica e tecnológica, particularmente no ensino de Física, sendo desenvolvida a partir da seguinte questão: *quais as potencialidades pedagógicas oferecidas à Educação em Ciências, especificamente ao ensino de Física, no contexto da Educação Tecnológica, pela exposição de objetos fundamentados em modelagem e analogias em centros ou museus de Ciência e Tecnologia?*

Iniciamos as respostas a essas questões por meio de levantamento e caracterização de objetos museais baseados em modelagem e/ou analogias, expostos em centros ou museus de Ciência e Tecnologia, por meio de visitação nesses locais, acompanhada de observação e preenchimento de formulário concebido para identificar e caracterizar objetos museais tomados como representações parciais de entidades de interesse científico.

Para situar nosso problema no campo da pesquisa em Educação em Ciências realizamos uma revisão bibliográfica que foi norteada pela seguinte questão: o que dizem os trabalhos que estudam o uso de objetos museais fundamentados em modelos na divulgação científica e no ensino da Física? As respostas que obtivemos para essas questões serão apresentadas no capítulo 2 desta dissertação.

Os dados que constituem esta pesquisa foram gerados a partir de coletas de dados e entrevistas semiestruturadas com professores de Física ocorridas em museus de Belo Horizonte durante o segundo semestre letivo do ano de 2019.

Segundo Marandino (2001), “os objetos são elementos caros aos museus” e são antigas as discussões sobre sua importância, o seu papel e as suas características. Além disso, com o desenvolvimento de novas tecnologias no campo da comunicação, a importância dos objetos nos museus tornou-se tema de grandes

debates, principalmente com as experiências dos museus virtuais e com a introdução dos objetos interativos e participativos nas exposições.

A respeito da modelagem e sua relação com os museus, para Krapas *et al.* (1997), o uso de modelos na Educação em Ciências pode se desenvolver em ambientes educativos não formais, como os museus de Ciência e Tecnologia, considerados locais de cultura, educação e lazer.

O campo da Educação em Ciências trata de preparar o educando para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (LDB, Art. 2º). Entre os diversos objetos de estudo desse campo de investigação, encontram-se as analogias e os modelos, concebidos como recursos de mediação no ensino e na aprendizagem em Ciências. O termo “modelo”, sem dúvida, apresenta uma multiplicidade de significados em diferentes contextos: modelo como um padrão a ser seguido (modelo de formulário, modelo de professor, etc); modelo como um tipo de algo (modelo de carro, modelo de computador, etc); modelo como manequim, como exemplar, etc; e modelo como uma representação de algum item ou de algum processo (modelo atômico, modelo de reação química, modelo dos gases ideais, modelo de movimento uniforme, modelo de DNA, etc).

Nesta pesquisa nos interessou considerar o sentido epistemológico do conceito de modelo como uma representação parcial de uma entidade de interesse científico tomado como objeto de ensino.

O campo da Educação Museal estuda as relações entre Museu e memória, através de um processo educativo, focado no indivíduo e em sua interação com a sociedade, que valoriza suas formas de fazer e viver a cultura, a política, a história. Por isso, também, a Educação Museal é um processo que deve ser integral e integrado com outras formas de educação, e que tem se constituído como um campo de estudos cujos interesses convergem, em grande parte, para a delimitação de sua especificidade, e suas características vêm sendo estudadas por autores da área que se preocupam em compreender como funciona e se constitui essa modalidade educacional. Para Costa *et al.* (2017, p. 73), além de outros aspectos singulares, a Educação Museal envolve a promoção de estímulos e de motivação intrínseca a partir do contato direto com o patrimônio musealizado, o reconhecimento e o acolhimento dos diferentes sentidos produzidos pelos variados públicos visitantes e das maneiras de ser e estar no museu.

Por sua vez, o campo da Educação Tecnológica está baseado na concepção de uma educação transformadora, progressista, que vai além de uma proposta de ensino na escola para aprofundar-se junto com o Projeto Político Pedagógico dessa instituição que, por certo, na atualidade, deve integrar as diferentes categorias do saber, fazer, ou do saber-fazer para uma grande categoria do saber-ser (GRINSPUN, 2002). Assim, a Educação Tecnológica tem como objetivo formar indivíduos cada vez mais críticos e conscientes, ampliar a capacidade de construir novas tecnologias e fazer com que a sociedade se torne mais justa e humana em todos os campos da vida.

A figura 1 apresenta um esquema que ilustra o nosso modo de conceber possíveis relações entre esses três grandes campos de estudos – o da Educação em Ciências, o da Educação Museal e o da Educação Tecnológica.

Figura 1 - Interseção dos campos de estudos envolvidos nesta pesquisa.



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo Geral

Contribuir para o campo da Educação em Ciências e para o campo da Educação em Museus, no que diz respeito à relação entre museus de Ciências e espaços escolares, a respeito do papel e de potencialidades pedagógicas de objetos museais, bem como da integração de tecnologias digitais, na divulgação e educação científica, no contexto da Educação Tecnológica.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar objetos museais baseados em modelagem, expostos em centros ou museus de Ciência e Tecnologia, associados à divulgação científica em Física.
- Identificar e caracterizar propósitos contextuais e funções desempenhadas por esses objetos museais na concepção das exposições e na divulgação científica em Física.
- Analisar o modo como diferentes tecnologias digitais encontram-se integradas aos objetos museais caracterizados, e as possibilidades oferecidas por essa integração nas exposições desses objetos para mediação pedagógica.
- Analisar a adequação das estratégias de modelagem e das analogias, se houver, empregadas na concepção e exposição dos objetos museais, considerando aspectos estruturais, semânticos e pragmáticos.
- Identificar e descrever possibilidades pedagógicas oferecidas pelos objetos museais caracterizados ao ensino de Física, no contexto da Educação Tecnológica, por meio da percepção de professores a respeito desses objetos.

## **1.2 Apresentação do pesquisador**

Sempre muito inquieto e interessado em conhecer o princípio de funcionamento de todas as coisas, buscava através da educação responder minhas perguntas ao mesmo tempo em que observava o gosto por interagir com as pessoas no meio social em torno dos conhecimentos que vinham sendo adquiridos. Desde 1986, quando ainda cursava o Técnico Industrial em Eletrotécnica no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) compartilhava com os colegas as minhas dúvidas e as soluções para os problemas não resolvidos por mim e por eles, além de iniciar a experiência de realizar os trabalhos em grupos e aulas particulares para pequenos grupos em salas de estudos na biblioteca e nas salas de aulas para alunos de Nível Médio. A partir dessa época, o interesse pela licenciatura se desenvolveu, o que me estimulou, em 1990, a ingressar no curso de graduação de Matemática do Centro Universitário de Belo Horizonte. O título de licenciatura me

possibilitou trabalhar como docente na rede particular, lecionando Matemática e Física.

Também desenvolvi outras capacidades no campo da tecnologia da informação, no qual atuei ministrando diversas disciplinas em cursos profissionais de nível médio no Sistema FIEMG (Sesi e Senai), graduação e MBA na Faculdade Unimed.

Em 2014, buscando atualização na área de educação, conheci o Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG, o que despertou o meu interesse em pesquisas na área da Educação. Com o objetivo de ingressar no mestrado, cursei a disciplina “Analogias e Metáforas no Ensino de Ciência e Tecnologia” e a disciplina “Reconstrução de Modelos por Analogias”, na condição de aluno especial para conhecer melhor o programa e sua abrangência. Por meio dessas disciplinas, percebi a importância do uso de analogias e modelos na educação, que já eram de meu interesse, visto a presença das analogias e modelos nos livros didáticos. Nessa trajetória, conheci o Grupo de Estudos de Metáforas e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência (GEMATEC) e o Grupo de Pesquisa em Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência (AMTEC). A partir dessas duas disciplinas relacionadas a analogias e modelos somada à disciplina Mediação Pedagógica em Centros e Museus de Ciência e Tecnologia, surgiu o interesse pelo tema desta pesquisa. Diante dessa experiência e a partir da prática docente já exercida anteriormente, percebo na Física alguns desafios para estudantes e professores no uso das analogias e modelos. Toda essa relação e experiência docente, alinhado ao interesse pela pesquisa no campo da modelagem, motivou a proposta desta investigação.

O mestrado promoveu a minha aproximação com as concepções da Teoria do Mapeamento Estrutural (TME) e tem possibilitado iniciar minha formação como pesquisador na área da Educação, mais especificamente no estudo com analogias e modelos no ensino de Física, além de motivar a participação e envolvimento em eventos acadêmicos como a Semana de Ciência e Tecnologia, o Seminário Educação e Formação Humana: Desafios do Tempo Presente, entre outros eventos acadêmicos da área da Educação em Ciências.

### **1.3 Justificativa e Relevância**

A relevância do tema se explica por diversas razões, entre as quais: a importância dos objetos nos museus de Ciências, o papel central das analogias e modelos na investigação científica, bem como na vivência dos professores e estudantes, as implicações desses objetos pedagógicos numa aprendizagem de conceitos científicos, a relação entre museu e escola, a partir da realização de uma atividade pedagógica de visita a um museu de ciências e a importância da mediação pedagógica em museus de ciência e tecnologia.

### **1.4 Panorama da Dissertação**

Esta dissertação está dividida em seis capítulos. No primeiro capítulo, abordamos nossa questão de pesquisa apresentando os percursos que culminaram no desenvolvimento deste trabalho. Contextualizamos o nosso objeto de estudo, apresentamos os campos de estudos relacionados no trabalho e justificamos sua importância dentro dos campos em que se encontra.

No segundo capítulo, apresentamos a metodologia da revisão bibliográfica e as principais considerações de objetos, modelagem, modelagem analógica, relação entre modelos e analogias, Teoria do Mapeamento Estrutural (Gentner, 1983), além de uma concepção de Educação Tecnológica.

No terceiro capítulo, nosso referencial teórico, abordamos os temas referentes aos diversos tipos de objetos em exposições de museus de ciência, de ciência e tecnologia e de história natural, que possuem os modelos em seus conjuntos expositivos; buscamos discutir a caracterização dos objetos museais, focamos em objetos existentes nos museus consentindo com posições que afirmam serem estes elemento central em qualquer definição de museu; apresentamos um breve histórico das três gerações de museu de ciências ao longo dos últimos séculos; restringimo-nos ao conceito de modelo como uma representação parcial de algo existente; mostramos os conceitos de modelos em Ciência e na Educação em Ciências, os quais os autores convergem; destacamos a distinção entre modelos e analogias; e definimos o referencial teórico para caracterização de objetos museais, conceito de modelo e modelagem e Teoria do Mapeamento Estrutural.

No capítulo 4, dedicado à metodologia da investigação, apresentamos o percurso metodológico desde a busca de artigos referentes ao tema da pesquisa até

a análise dos resultados. Neste capítulo, o leitor poderá compreender como a pesquisa foi organizada e executada a partir de duas sequências: (1<sup>a</sup>) a de construção de uma ferramenta para levantamento, registro e coleta de dados de objetos museais caracterizados, baseados em modelagem do campo da Física, encontrados em museus; e (2<sup>a</sup>) a das entrevistas semiestruturadas realizadas também em museus, com professores de Física que analisaram os objetos caracterizados na fase anterior à entrevista.

No quinto capítulo, apresentamos os resultados das análises dos dados coletados e entrevistas realizadas com os professores, bem como as discussões realizadas sobre os dados gerados tanto na coleta de dados nos museus quanto na análise de conteúdo das transcrições produzidas por meio das entrevistas semiestruturadas.

No sexto e último capítulo, apresentamos as respostas para as questões da pesquisa, bem como as nossas considerações acerca dos resultados obtidos das diversas etapas de levantamento e análise de dados, que culminou na conclusão do trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica que fizemos para situar o objeto da nossa pesquisa na área da Educação em Ciências, Educação Museal e Educação Tecnológica, foi orientada pela seguinte questão: *o que dizem os trabalhos que estudam o uso de objetos museais fundamentados em modelos na divulgação científica e no ensino da Física?* Na seção seguinte, nós apresentamos: (i) as bases de dados acessadas na revisão; (ii) as expressões booleanas usadas nessas bases e os resultados das buscas.

### 2.1 Metodologia da Revisão Bibliográfica

#### 2.1.1 Bases de dados consultadas

Iniciamos as consultas às bases de dados no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, do Ministério da Educação CAPES/MEC, fazendo a busca por assunto. Os resultados preliminares, ainda sem aplicar nenhum filtro, apresentaram um número maior de artigos das bases *Educational Resources Information Center* ERIC Proquest e *Scientific Electronic Library Online* SciElo. Escolhemos três bases específicas para procedermos nossas buscas por artigos: (1ª) *Wiley Online Library* – base multidisciplinar que oferece acesso a textos completos de artigos em diversos periódicos relevantes da área de Educação em Ciências; (2ª) *Educational Resources Information Center* (ERIC ProQuest) – base patrocinada pelo Departamento de Educação dos Estados Unidos com amplo acesso à literatura relacionada com a educação, com mais de 20.000 artigos indexados anualmente (SANTOS; SOUZA, 2010); (3ª) *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) – biblioteca eletrônica que abrange uma coleção selecionada de periódicos científicos brasileiros, proporcionando amplo acesso a coleções de periódicos como um todo, aos fascículos de cada título de periódico, assim como aos textos completos dos artigos. Esses procedimentos foram inspirados na revisão bibliográfica apresentada na tese de Ferry (2016), que tratou de trabalhos desenvolvidos no campo da Educação em Ciências sobre o uso de analogias.

### **2.1.2 Procedimentos de busca: elaboração de expressões booleanas**

Tanto por meio da busca por assunto quanto da busca nas três bases selecionadas, as expressões booleanas foram elaboradas a partir dos seguintes termos descritores principais: (i) *objetos museais*, para o campo dos estudos sobre Educação Museal; (ii) *modelos e modelagem*, para o campo de estudos sobre Educação em Ciências e (iii) *Física e ensino de Física*, para o campo de estudos sobre Educação Tecnológica em Física. Cada um desses termos foi associado a termos descritores complementares da área da Educação em Ciências.

A cada resultado de busca, fizemos a leitura integral dos resumos e, em alguns casos, uma “leitura rápida” dos trabalhos encontrados em cada base, com ênfase para identificação dos problemas e das questões de pesquisa, bem como dos referenciais teórico-metodológicos. Nessa etapa, diversos artigos foram descartados da base que compõe nossa revisão, uma vez que, embora o termo descritor aparecesse no título, no resumo ou entre as palavras-chaves, os termos não compunham parte central dos objetos de estudo.

### **2.1.3 Expressões booleanas elaboradas e resultados das buscas**

Os quadros de 1 a 4 a seguir apresentam as expressões booleanas elaboradas para os três campos de interesse da nossa pesquisa: o da Educação em Ciências, o da Educação Museal e o da Educação Tecnológica. Além das expressões, cada quadro apresenta os resultados das buscas e a quantidade de artigos selecionados. Esses resultados foram atualizados no mês de dezembro de 2019.

As buscas nas três bases foram realizadas por meio do formulário de busca avançada de cada base.

Quadro 1 - Expressões booleanas e números de artigos sobre objetos museais na Educação em Ciências encontrados em várias bases

<b>Expressão booleana</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
objetos museais na divulgação e no ensino da Física	1	0
"objetos museais na divulgação e no ensino da Física"	0	0
objetos museais AND divulgação	7	0
objetos museais AND Física	5	0
objetos museais AND "ensino de Física"	0	0
"objetos museais" AND ensino de Física	0	0
objetos museais AND ensino de Física	1	1
os objetos nos museus	439	0
"os objetos nos museus"	1	1
objetos em exposições de museus de ciências	68	9
"objetos em exposições de museus de ciências"	0	0
"objetos em exposições de museus de ciências" OU "Os Objetos nos Museus de Ciências"	0	0
"museus de ciências" AND objetos museais	1	1
"museus de ciências" AND Física	15	12
<b>Total</b>	<b>538</b>	<b>24</b>

Fonte: Quadro elaborado pelo autor. Atualização das buscas: Dezembro de 2019.

Quadro 2 - Expressões booleanas e números de artigos sobre objetos museais na Educação em Ciências encontrados na base Wiley

<b>Expressão booleana</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
"Museal Objects" AND analogy"	1	1
"Museal Objects" AND Modeling"	2	1
"Museal Objects" AND analog**"	1	1
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

Fonte: Quadro elaborado pelo autor. Atualização das buscas: Dezembro de 2019.

Quadro 3 - Expressões booleanas e números de artigos sobre objetos museais na Educação em Ciências encontrados na base ERIC ProQuest

<b>Expressão booleana</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
"Museal Objects" AND analogy"	0	0
"Museal Objects" AND Modeling"	1	1
"Museal Objects" AND analog*"	2	1
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Fonte: Quadro elaborado pelo autor. Atualização das buscas: Dezembro de 2019.

Quadro 4 - Expressões booleanas e números de artigos sobre objetos museais na Educação em Ciências encontrados na base SciELO

<b>Expressão booleana</b>	<b>Resultados</b>	<b>Selecionados</b>
(Objeto museal) AND (modelo)	2	2
(Objeto museal) AND (analog*)	0	0
(Objetos museais) AND (analog*)	0	0
(Objetos museais) AND (modelos)	0	0
("Objetos museais")	0	0
Objetos museais	0	0
("Museal Objects") AND (analog*)	2	2
(Museal objects) AND (Modeling)	0	0
("Museal Objects") AND (analogy)	0	0
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Fonte: Quadro elaborado pelo autor. Atualização das buscas: Dezembro de 2019.

Após uma leitura detida das publicações encontradas por meio das buscas nas bases de dados, os resultados obtidos apresentam carência de pesquisas sobre o uso de objetos museais fundamentados em modelos na divulgação científica e no ensino da Física. As pesquisas nacionais encontradas realizadas em torno deste contexto tratam isoladamente os objetos em museus, o uso de modelos na divulgação científica e os modelos no ensino de Física. Apresentam ainda os conceitos de modelos, modelagem, analogias, função explicativa das analogias e o mapeamento estrutural.

## **2.2 Campo da Educação Museal**

Em nossa pesquisa, consideramos os objetos pedagógicos dos museus, como modelos pedagógicos que cumprem funções de expressar conceitos científicos abstratos ou relações de forma análoga ao que queremos que se compreenda.

Krapas *et al.* (1997) destacam o uso de modelos e da modelagem na educação em ciências baseados em recursos didáticos, e que também podem ser desenvolvidos em ambientes educativos não formais como os museus, considerados locais de cultura e educação.

Neste contexto os museus, como espaços culturais educativos, tendem a educar por meio da atração, da comunicação e da produção de significados a partir dos objetos, das exposições, das propostas educativas e outras, se tornando cada vez mais um espaço de produção, educação e divulgação do conhecimento.

## **2.3 Campo da Educação em Ciências**

Apesar de termos visto uma multiplicidade de sentidos em que a palavra “modelo” pode ser empregada, o conceito de modelo na Ciência apresenta indícios de evolução ao longo da história que parece gravitar ao redor do sentido de modelo como representação de algo pré-existente e como representação simplificada, abstrata e idealizada da realidade, destacando os modelos como os elementos básicos das representações que a Ciência constrói do mundo (SILVA; CATELLI, 2019).

Em Física, na maioria das vezes, um modelo (no sentido de imagem mental, simplificada e idealizada) permite representar aproximadamente o comportamento de um sistema. O modelo toma corpo somente das características consideradas mais importantes para a descrição do sistema, selecionadas intuitivamente ou por conveniência propositada, que geralmente é de simplificar certa realidade para que ela possa ser analisada. Sua construção se dá no contexto também de uma teoria, quando fatos estabelecidos pela observação e hipóteses sobre a estrutura do sistema e sobre o comportamento das partes básicas que compõem o modelo são correlacionadas por leis e princípios.

### **2.3.1 A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física**

No contexto científico, o processo de modelagem assume um papel fundamental na busca por respostas que ajudem o ser humano a compreender melhor o mundo em que vive.

No contexto educacional atual as estratégias didáticas baseadas em uso de modelos têm surgido como alternativas para inserir conteúdos de natureza referente à teoria do conhecimento humano que, interligados com conteúdos de Física, propiciam aos alunos uma visão ampliada sobre a natureza e a construção do conhecimento científico.

Nesse contexto, as discussões de aspectos conceituais surgem com pretensão de subsidiar a elaboração de estratégias didáticas que permitam aos professores de Física caminhar em direção a um ensino que vise a compreensão, em que é preciso dar sentido ao que se estuda: seja por meio da experimentação, seja por meio da conceitualização.

O que quer dizer que as estratégias didáticas devem estabelecer uma conexão entre o mundo abstrato (ideal) e o mundo concreto (real). Essa desconexão entre teoria e realidade é um problema frequentemente observado, chegando a gerar nos alunos posições de disparate.

Desafio este que se impõe aos educadores, reduzir o papel desempenhado pelas concepções alternativas em favor das científicas. Nesse sentido, a modelagem, mais do que uma ferramenta útil para a resolução de problemas, pode contribuir de forma significativa para uma visão de ciência adequada à prática científica moderna, cuja essência está na criação de modelos (BRANDÃO; ARAUJO; VEIT, 2008).

### **2.3.2 Modelagem analógica no ensino de Ciências**

O raciocínio analógico tem se mostrado relevante nos processos de construção de modelos de acordo com Clement (2008) e Nersessian (2002a), e isso realça a função criativa das analogias, a partir da qual o conhecimento científico é produzido. Conforme Glynn, Britton, Semrud-Clikeman e Muth (1989), essa função se relaciona com seu uso na solução de problemas, na identificação de novos problemas e na elaboração de hipóteses, sendo apontada por pesquisadores como Dagher (1994), Nersessian (1999, 2002a), Oliva (2004), Oliva e Aragón (2009), entre outros, reafirmada por Mozzer e Justi (2018) como a principal contribuição das analogias no desenvolvimento da criatividade, da imaginação, na construção de um

pensamento mais interligado e no desenvolvimento de estratégias, habilidades e visões epistêmicas de interesse para a Ciência, para os processos de modelagem e para o ensino de Ciências.

Os estudos de Gentner (1989) demonstram que para desempenhar uma função criativa, as analogias precisam ser entendidas como comparações de similaridades relacionais entre um domínio familiar e outro desconhecido. Nessas comparações, relações de similaridade (causais, estruturais, funcionais) são colocadas em correspondência nos domínios comparados. Para Duit e Glynn (1996), o poder inferencial dessas comparações é um dos resultados dessas relações.

De acordo com Oliva e Aragón (2009), reafirmado por Mozzer e Justi (2018), o trabalho com analogias apresenta semelhanças com o uso e a construção de modelos quando conduzido na busca por conexões entre objetos, atributos e relações entre eles e quando pressupõe certa sistematicidade de pensamento, critérios lógicos, argumentação, pensamento crítico e, às vezes, mudança conceitual.

O modelo de mudança de perfil conceitual de Mortimer (1995) entende que a construção de um conceito é um processo emergente, sempre produzido a partir de interações entre o indivíduo e experiências externas. Isso gera uma diversidade de conceituações, dispostas em um espectro crescente de complexidade de forma semelhante aos caminhos da construção do conhecimento ao longo da história.

### **2.3.3 A Relação entre Modelos e Analogias**

Na perspectiva de Giere (1988), os modelos são representações de algo existente que estabelecem com estas relações de similaridade, sendo análogos às entidades que representam e mediadores das relações entre qualquer conjunto de afirmações sobre o domínio representado e o próprio domínio.

Além de Giere (1988), outros autores como Duit (1991) e Duit e Glynn (1996) atribuíram importância às relações de similaridade na construção de modelos, afirmando que o que faz um modelo ser um modelo é a relação analógica que ele estabelece com o domínio representado, entendida aqui como uma relação de similaridade, e não necessariamente a mesma relação estabelecida entre um domínio alvo e um domínio base durante o raciocínio analógico. Essa mesma relação de similaridade pode ser compreendida na definição apresentada por Johnson-Laird (1983) para o conceito de modelo mental: para esse autor, um modelo mental é um análogo estrutural, comportamental ou funcional de uma

situação do mundo real ou imaginária, evento, objeto ou processo. Entendemos que, ao usar o termo “análogo” para descrever sua concepção de modelo, ele se referiu à ideia de similaridade entre a entidade científica representada e a sua representação.

Já Clement (2008) ressalta que no processo de elaboração de modelos, as analogias podem ser “fontes de ideias que se tornam elaboradas e modificadas à medida em que são incorporadas no modelo”. De acordo com essa concepção, um modelo não é o objeto análogo fonte da analogia, mas sim o produto do estabelecimento de uma analogia entre a entidade de interesse científico e esse objeto análogo, chamado de domínio base, sendo similar ao domínio alvo (a entidade representada pelo modelo) e familiar para quem a estabelece.

Quando as analogias são estabelecidas, atributos de objetos (por exemplo: cor, tamanho e formato) de elementos do análogo e do alvo são menos relevantes do que relações similares colocadas em correspondência entre os domínios comparados (GENTNER, 1983; 1989). Como resultado da abstração e da integração de informações que ocorrem no raciocínio analógico, um modelo pode ser produzido (NERSESSIAN, 1999). Desse modo, os modelos podem ser resultados do raciocínio analógico (processo), enquanto as analogias podem ser as fontes de ideias para a elaboração desses modelos, o que converge com as proposições de Clement (2008) sobre o uso de analogias na construção de modelos.

Gilbert e Justi (2016) destacam a função de representação parcial dos modelos quando usados ou elaborados nessa perspectiva epistêmica. Uma consequência disso é o fato de modelos capacitarem cientistas a focar em aspectos chave do alvo coerentes com seus objetivos, sem se ater a detalhes ou atributos menos importantes como aqueles atrelados a propriedades descritivas.

#### **2.3.4 Teoria do Mapeamento Estrutural**

A Teoria do Mapeamento Estrutural (TME) foi proposta por Gentner (1983) e retomada por Gentner e Markman (1997) como fundamento para compreensão dos processos cognitivos ocorridos em um raciocínio tipicamente analógico, ou seja, sobre como ocorre o estabelecimento de uma analogia na mente humana. A teoria foi desenvolvida dentro do campo da Psicologia Cognitiva e tem sido utilizada no campo da Educação em Ciências como referencial teórico para a compreensão do uso de comparações em contextos de ensino e aprendizagem mediados por esse tipo de recurso (FERRY, 2016).

Segundo este autor, a partir do mapeamento da estrutura relacional de uma analogia, é possível identificar características capazes de revelar suas potencialidades ou fragilidades, por exemplo, como recurso didático para o ensino de conceitos ou modelos científicos. A análise feita a partir do mapeamento estrutural também nos permite categorizar o tipo de comparação em questão. De acordo com esse referencial teórico, as comparações podem se constituir como analogias, similaridades de mera aparência, similaridades literais, anomalias, abstrações, metáforas relacionais ou metáforas baseadas em atributos.

Dessa maneira, ao considerar as relações de similaridades tanto no processo de estabelecimento de analogias quanto no processo de construção ou compreensão de modelos, ambos baseados em relações de similaridade, presumimos que a adequação contextual de um modelo também possa ser analisada sob esses mesmos aspectos. Em outras palavras, entendemos que a TME também pode ser útil para a análise dos aspectos estruturais dos modelos em relação às suas entidades representadas, assim como pode ser feito para as analogias.

#### **2.4 Campo da Educação Tecnológica**

O campo da Educação Tecnológica está baseado na concepção de uma educação transformadora, progressista, que vai além de uma proposta de ensino na escola para aprofundar-se junto com o projeto político pedagógico dessa instituição que, por certo, nos dias atuais deve integrar as diferentes categorias do saber, fazer, ou do saber-fazer para uma grande categoria do saber-ser (GRINSPUN, 2002). Assim, a Educação Tecnológica tem como objetivo formar indivíduos cada vez mais críticos, mais conscientes, ampliar sua capacidade de construir novas tecnologias e transformar a sociedade em uma sociedade mais justa e humana em todos os campos da vida.

Objetivo este que converge com o que ressalta Mozzer e Justi (2018) que, tal como ocorre na Ciência, o trabalho com analogias no contexto de ensino deveria ser realizado de forma a desenvolver nos estudantes processos criativos de transformação ou de evolução de suas ideias, que fomentem o desenvolvimento de seu pensamento abstrato e das habilidades imaginativas necessárias para a construção de novos conhecimentos.

Saberes estes reforçados por Delors (2012) e apresentados entre os quatro pilares fundamentais da educação ao longo da vida: *Aprender a conhecer*, combinando uma cultura geral, suficientemente vasta, com a possibilidade de trabalhar em profundidade um pequeno número de matérias. O que também significa: aprender a aprender, para beneficiar-se das oportunidades oferecidas pela educação ao longo de toda a vida. *Aprender a fazer*, a fim de adquirir, não somente uma qualificação profissional, mas de uma maneira mais ampla, competências que tornem a pessoa apta a enfrentar numerosas situações e a trabalhar em equipe. Mas também aprender a fazer, no âmbito das diversas experiências sociais ou de trabalho que se oferecem aos jovens e adolescentes, quer espontaneamente, fruto do contexto local ou nacional, quer formalmente, graças ao desenvolvimento do ensino alternado com o trabalho. *Aprender a viver juntos*, desenvolvendo a compreensão do outro e a percepção das interdependências – realizar projetos comuns e preparar-se para gerir conflitos – no respeito pelos valores do pluralismo, da compreensão mútua e da paz. E *Aprender a ser*, para melhor desenvolver a sua personalidade e estar à altura de agir com cada vez maior capacidade de autonomia, de discernimento e de responsabilidade pessoal. Para isso, não negligenciar na educação nenhuma das potencialidades de cada indivíduo: memória, raciocínio, sentido estético, capacidades físicas, aptidão para comunicar-se.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para ingressar nesse estudo com objetivo de refletir sobre as questões que se colocam ao analisar as potencialidades oferecidas pelos objetos museais nos museus de Ciências associados à divulgação científica e ao ensino de Física no contexto da Educação Tecnológica, por meio da percepção de professores a respeito desses objetos, foram abordados temas referentes aos diversos tipos de objetos dessa natureza, a saber os objetos científicos e os objetos pedagógicos também chamados de “objetos históricos” e os objetos de divulgação da ciência, todos em exposições de museus de ciência, de ciência e tecnologia e de história natural, que possuem os modelos em seus conjuntos expositivos.

Como referencial teórico foi utilizada a caracterização de objetos museais de Marandino (2001), além dos conceitos de modelo e modelagem de Mozzer e Justi, e a Teoria do Mapeamento Estrutural, de Gentner (1983).

#### 3.1 Caracterização dos objetos museais

O significado do objeto dentro do museu deriva dos vários ambientes sociais, econômicos, políticos e culturais pelos quais passa, em outras palavras, através de sua “biografia” e da interpretação associada (SILVERSTONE, 1992). Para Marandino (2001), os objetos constituem uma das razões de ser da exposição. Sua exibição dá a ideia de que existe exposição independente do lugar em que se encontre. Se não existissem objetos, não haveria exposição. Com esse princípio, a existência de coleções marca a história e o próprio conceito de museus ao longo dos séculos.

Os primeiros museus se constituíram a partir do acúmulo de objetos, oriundos, desde os séculos XV e XVI, dos novos continentes descobertos. Ao longo dos períodos que se seguiram, diferentes formas de organização dessas coleções nos espaços foram sendo constituídas, entre outros fatores, a partir das visões de ciência e de museologia que se apresentavam (MARANDINO, 2001).

Nesta parte da pesquisa, focamos mais sobre os objetos existentes nos museus consentindo, dessa forma, com posições que afirmam ser este elemento central em qualquer definição de museu. Portanto, como aponta Valente *et. al.* (2005), a exposição em um museu é algo mais, porque mostra objetos determinados, objetos que são valorizados como importantes de serem vistos, admirados, contemplados. Também para a autora, a conceitualização caracteriza a

exposição dos objetos, ou seja, encerra conceitos e contextos importantes para uma determinada temática, uma determinada comunidade, um determinado público, faz parte de um patrimônio intangível, ou seja, o patrimônio que está ligado aos aspectos relativos à conservação dos processos e fenômenos, incluindo o cultural e o natural. Além de compreender todos os atos de criação, inclusive o da Ciência (*apud* FIGUEROA, 2012).

A história e o conceito de museus foram influenciados pela existência de coleções originadas a partir do acúmulo de objetos. A exposição e organização dessas coleções repercutiram as diferentes perspectivas de ciência de cada época.

Entretanto, com as mudanças na forma de conceber os museus, ocorridas principalmente no século XX, período que ocorreram significativas democratizações destes, a política pública assumiu dois modelos distintos que os atingiram diretamente: na primeira metade, experiências totalitárias buscaram uma tutela controladora da criação artística, na segunda metade, houve fortes intervenções do estado em busca da democratização. Esse fenômeno ocorrido nos museus foi marcado por um grande crescimento, não somente no que diz respeito ao volume e à diversidade de públicos, mas também marca o surgimento de diferentes modelos e iniciativas institucionais, levando a maneiras diferenciadas de entender as relações entre objeto e visitante. Essas modificações têm sido profundas, controversas, e têm gerado discussões complexas, a ponto de questionar o próprio conceito de museu, os quais não mais possuem coleções no sentido tradicional do termo e cujas exposições também passam a não mais focalizar os objetos, apresentando conceitos e fenômenos científicos através de modelos e de sistemas multimídias, questionando também a concepção de objetos museais (MARANDINO, 2012).

### **3.2 As três gerações de museu de ciências ao longo dos últimos séculos**

Apresentamos aqui um breve histórico com base no trabalho de McManus (1992), no qual as três gerações de museu de ciências foram distinguidas pelas temáticas que os geraram: história natural (primeira geração), ciência e indústria (segunda geração), fenômenos e conceitos científicos (terceira geração). Hoje em dia, as características dessas distintas gerações coexistem em um mesmo museu. Vale salientar que essas gerações possuem trajetórias independentes e paralelas, pois a origem de uma não depende da outra.

O Gabinete de Curiosidades é o ancestral dos museus de ciências e remonta ao século XVII. Foram criados por indivíduos pertencentes à nobreza e caracterizavam-se pelo acúmulo de objetos relativos a diferentes áreas (fósseis, animais empalhados, moedas, instrumentos científicos, quadros, etc.). Esses espaços não eram abertos à visitação pública, sendo acessíveis somente a um público seletivo (CAZELLI *et al.*, 2003).

No final do século XVII, inicia-se uma organização mais estruturada das coleções, que passam a ser utilizadas como suportes de demonstração para estudo e difusão. Nesse período, os museus de História Natural surgem, sendo o primeiro museu de caráter público o Ashmolean Museum, da Universidade de Oxford na Inglaterra, em 1683.

Os museus do século XVIII tinham como característica marcante uma ligação estreita com a academia. A educação voltada para o público em geral não era sua principal meta, mas sim contribuir para o crescimento do conhecimento científico por meio da pesquisa. Segundo McManus (1992), os museus de ciências de primeira geração são vistos como santuários de objetos em uma reserva aberta, ou seja, as peças acumuladas eram mostradas na sua totalidade a partir de uma classificação e de forma repetida. Com relação à abordagem expositiva, as características dessa geração de museus são, de um lado, uma saturação de objetos em vitrines e, em termos de linguagem e interpretação, as informações tinham caráter acadêmico e autoritário. A apresentação refletia as pesquisas desenvolvidas nas diferentes disciplinas científicas que também começavam a se delimitar.

Com base em um movimento iniciado no final da década de 1960, a autora McManus (1992) identifica, um segundo estágio dos museus de ciências de primeira geração, quando cresce nesses museus a preocupação com a necessidade de se criar exposições mais atraentes e estimulantes para o público. A função de pesquisa passa a não ser mais visível para o público enquanto que a função educadora ganha força no museu. As teorias educacionais de Bloom (*Taxonomy of Educational Objectives*, 1964) e Gagné (*Conditions of Learning*, 1970), muito presentes no Canadá, nos Estados Unidos e na Inglaterra nesse período, influenciaram a filosofia para o desenvolvimento de exposições. Além disso, o trabalho de outros profissionais, como educadores, intérpretes, designers e pesquisadores de público, ganhou maior importância nesse novo contexto.

Na segunda geração de museus de ciências estão os museus que tinham como objetivo a promoção do mundo do trabalho e o avanço científico, que consideravam a tecnologia industrial e temas essencialmente provenientes do campo científico industrial, com estudos e exposições das coleções explícitas para a indústria.

Num segundo estágio, influenciados pelas exposições e por feiras internacionais ocorridas entre meados do século XIX e a Segunda Guerra Mundial, esses museus foram tendo como objetivos a ideia de educar o cidadão comum com exposições que o público conhecesse e interagisse com o progresso científico e tecnológico.

Visto como outro importante marco, o museu Deutsches Museum, em Munique, na Alemanha, em 1903, propunha uma nova forma de comunicação com os visitantes, apresentando aparatos para serem acionados pelos visitantes, explorando a interatividade e animando os espaços de exposição.

Ainda como exemplos temos o Museum of Science and Industry, nos EUA, em 1933, e o Science Museum, em Londres, na Inglaterra, em 1927; que além de apresentarem aparatos para serem tocados pelos visitantes, explorando a interatividade, a ação proposta era, em geral, a de um simples “girar manivelas” para movimentar esses aparatos e assim manter o interesse do público. Aparatos do tipo apertar botões para obter uma única resposta eram comuns nesses museus (CAZELLI *et al.*, 1999).

Na terceira geração de museus de ciências estão os museus que se diferenciam dos outros por valorizar exposições que demonstram ideias e conceitos científicos em vez de se basear em coleções de objetos históricos. Assim, um dos principais objetivos desses museus é a transmissão de ideias e conceitos científicos, mais do que a contemplação de objetos ou a história do desenvolvimento científico. A ênfase temática está na ciência e tecnologia contemporânea (MCMANUS, 1992).

Entre as características dessa geração de museus, se destaca o uso do recurso da mediação humana nas salas de exposição por meio da interatividade com os aparatos, através da comunicação entre os visitantes e a ciência.

Com o passar do tempo e com o sucesso dos museus de ciências de terceira geração, os museus de primeira e de segunda geração foram sofrendo modificações com a intenção de se revigorarem. Constata-se que alguns de primeira geração mudaram o foco das exposições para uma exploração de fenômenos e conceitos

científicos em vez do foco de uma organização taxionômica dos objetos. Os museus de segunda geração, no geral, incorporaram a linguagem interativa de uma forma mais abrangente nas suas novas exposições (CAZELLI *et al.*, 1999).

Segundo Marandino (2012), as diferentes maneiras de entender as relações entre objeto e visitante e entre pesquisa e exposição se devem em função das modificações na forma de criar os museus. Essas modificações têm sido profundas e controversas, a ponto de questionar o próprio conceito de museu, especialmente com o aparecimento dos *science centres*, os quais não mais possuem coleções no sentido tradicional do termo. O estudo de Marandino (2012) converge com o estudo de Cazelli (1999) ao afirmar que as exposições também passam a não mais focalizar os objetos, apresentando conceitos e fenômenos científicos através de modelos e de sistemas multimídias, questionando também a concepção de objetos de museus. Essas mudanças impactam sobre a forma de conceber, produzir e avaliar as exposições nos museus de ciência.

### **3.3 Propósitos contextuais e funções desempenhadas pelos objetos museais na concepção das exposições e na divulgação científica**

Moya (1998) também admite que nos museus modernos de ciências as coleções não são formadas somente por espécimes e objetos históricos, mas também por aparatos interativos, materiais audiovisuais, jogos de computador, fotografias, ilustrações, documentos, cumprindo a função didática de comunicação e mediação entre o visitante e a mentalidade do cientista.

A natureza dos objetos nos Museu de Ciências e Técnica é abordada por Lourenço (2000), que utiliza a definição de objeto fundamentada em Mensch (1992) ao afirmar que “um objeto é o menor elemento de cultura material a que podemos reconhecer uma identidade própria”. Para ela, entende-se que a cultura material é constituída “pelo ambiente físico que o homem vai alterando através de comportamentos culturalmente condicionados”.

Já para Marandino (2001), os objetos de museus são, por definição e obrigação, fonte de informação, não se tratando de meros objetos, mas sim de objetos extraídos de uma determinada realidade com o objetivo de documentá-la. Nesse sentido, para Lourenço (2000), não há problemas com a identificação entre os objetos que aparecem nos museus “tradicionais” de ciências e tecnologia como objetos de museus, o que não ocorre com aqueles que geralmente estão presentes

nos centros de ciências, visto a mudança de foco para os conceitos e fenômenos científicos.

Lourenço (2000) propõe um sistema de classificação de objetos em museus de ciências baseando-se exclusivamente no “propósito de construção” e na informação que pode ser retirada do objeto, que é de âmbito restrito, pois pode ser aplicado apenas a “objetos que foram construídos com o propósito de serem utilizados em: (i) um contexto de investigação científica; (ii) um contexto de ensino formal da ciência; ou ainda (iii) um contexto de divulgação da ciência”, o que deixa de fora os objetos tecnológicos e não científicos.

No sistema de classificação de objetos para museus de ciência e técnica proposto, três tipos de objetos são indicados:

*Objetos científicos*, que foram construídos com o propósito de investigação científica; *objetos pedagógicos*, que foram construídos com o propósito de ensinar ciência; *objetos de divulgação da ciência*, que foram construídos com o propósito de apresentar os princípios da ciência a um público mais vasto. Os primeiros dois tipos de objetos indicados são incorporados às coleções por terem se tornado fora de uso para os fins originais – e são vulgarmente designados “objetos históricos” – e o terceiro tipo de objetos são construídos propositadamente para serem manipulados num contexto de exposição – são correntemente designados “objetos interativos” (MARANDINO, 2012, p. 99-120).

Contudo, a autora chama a atenção para essas definições, pois para ela os atributos “histórico” e “participativo” não são intrínsecos aos objetos. Por certo, um objeto histórico pode, sob certas condições, ser interativo, e vice-versa, sendo o valor histórico e a interatividade características externas aos objetos em diferentes contextos. Para Lourenço (2000), é o propósito de construção do objeto que garante alguma objetividade e coerência interna. Ao contrário, critérios de carácter externos aos objetos como interativo ou histórico, não permitem uma abordagem objetiva do tema.

### **3.4 Modelos na Ciência e na Educação em Ciências**

Os modelos, além de estarem presentes nos materiais instrucionais e de serem objetos de ensino na ciência escolar, também estão presentes em museus de ciências. Em qualquer uma dessas situações, dependendo das estratégias de modelagem empregadas e das formas de apresentação, os modelos podem provocar distorções sobre a realidade das entidades científicas que tentam representar. Por isso, essas representações devem ser planejadas, executadas e

apresentadas com cuidado por serem muitas vezes apenas aproximações e simplificações da realidade das entidades de interesse científico que, geralmente, são demasiadamente complexas e abstratas.

Para Silva e Catelli (2019), os indícios apontam que apenas em meados do século XIX a noção de modelo surge no debate científico. Embora seu uso seja um pouco anterior, remontando ao século XVIII, quando era utilizado pelos astrônomos como sinônimo de sistema. Entretanto, sua entrada enquanto elemento epistemológico se deu um pouco mais tarde.

Ao mencionar um artigo publicado pelo físico austríaco Ludwig Edward Boltzmann em 1902, Suzanne Bachellard (1983) resgatou o que pode ter sido a origem da noção de modelo no debate científico. Partindo inicialmente das áreas artísticas e técnicas, a noção de modelo emerge na investigação científica e no corpo das ciências físicas, mecânicas e matemáticas como “representação tangível [...] de um objeto que tem uma existência real ou é uma construção factual ou mental” (SILVA; CATELLI, 2019).

Entre a metade final do século XIX e o início do século XX, parece predominar na investigação científica a noção de “modelo mecânico”, entendido como representações de objetos reais ou mentais para a compreensão dos fenômenos naturais ou físicos.

O desenvolvimento desse tipo de modelo no ambiente experimental dos laboratórios, relacionando objetos reais e objetos mentais para o estudo do movimento dos gases, dos elétrons, entre outros, ocorria geralmente através do emprego das analogias. Boltzmann valia-se ao mesmo tempo de um “transporte analógico e de um suporte matemático que permite identificar a analogia estrutural e de automatizar esse transporte. Temos, nessa concepção, uma condição forte da noção de modelo, conceito que a distingue de uma simples matematização” (ARMATTE, 2005).

Segundo Armatte (2005), por algum tempo viu-se o domínio das analogias no desenvolvimento dos modelos mecânicos (científicos) para a constituição das teorias em física, em especial nas primeiras duas décadas do século XX, período em que elas tomaram uma “posição central e irreversível [...]”.

Tanto na Ciência quanto na Educação em Ciências, os modelos são concebidos como representações parciais de alguma entidade de interesse científico criadas com finalidades específicas quanto à entidade representada, sendo

passíveis de modificações (JUSTI *et al.*, 2012). Os modelos são representações parciais que estabelecem relações de similaridades com as entidades modeladas (GIERE, 1988; CHAMIZO, 2011). Essas representações também são concebidas (e devem ser compreendidas) como mediadoras entre a realidade e as teorias sobre essa realidade. Em outras palavras, como mediadoras entre as entidades de interesse científico e as formas pelas quais as Ciências as concebem (MOZZER; JUSTI, 2015).

Ainda no contexto da ciência, modelos são representações parciais de entidades (objetos, eventos, processos ou ideias) elaborados com um objetivo específico (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000) e que estabelecem relações de similaridade com essas entidades (GIERE, 1988). Segundo Giere, a relação entre um conjunto de afirmações sobre o domínio representado e o próprio domínio é indireta e sempre de similaridade, mediada pelos modelos que são semelhantes ao domínio representado.

Com o objetivo de contribuir para ampliar a compreensão sobre os modelos didáticos, Almeida, e Almeida e Ferry (2018) sugerem dois princípios para analisar o modelo elaborado em relação à entidade modelada.

**Princípio da Representatividade:** equivale dizer que os modelos são construídos com a finalidade de representar parcialmente a entidade de interesse científico.

**Princípio da Dependência:** expressa a relação de dependência entre o conhecimento científico da entidade a ser modelada e o modelo elaborado para representá-la. Em outros termos, significa que a modificação do nosso conhecimento sobre a entidade de interesse científico pode modificar a forma como o modelo será construído para representá-la.

Esses princípios que regem a relação de similaridade entre o modelo e a entidade de interesse científico enunciados por Almeida, e Almeida e Ferry (2018) foram importantes para fazer a análise dos modelos encontrados com o objetivo de validar a caracterização do objeto como um modelo.

É afirmado por Duit (1991) que o que faz um modelo ser um modelo são as relações analógicas que o originam. Essas relações são estabelecidas entre os aspectos estruturais do domínio representado pelo modelo e os do domínio familiar àquele que elabora o modelo. Por conseguinte, de acordo com essa perspectiva, modelos são representações parciais e estruturalmente análogas aos domínios

comparados (DUIT, 1991), enquanto analogias seriam as relações de similaridade estabelecidas entre tais domínios. De forma geral, enquanto os modelos são *produtos* de um raciocínio analógico (*processo*), as analogias são *instrumentos* para a elaboração desses modelos (ou seja, constituem parte essencial do processo).

Na nossa pesquisa restringimo-nos ao sentido epistemológico do conceito de modelo como sendo um objeto (peça, ilustração, sistema, simulação, esquema, cenário, etc.) criado com a finalidade de representar uma entidade de interesse científico (partículas, objetos, substâncias, corpos, sistemas, fenômenos, processos, estruturas, espécies, organismos, etc.), sendo essa representação, necessariamente, parcial em relação aos elementos, atributos e relações que constituem essa entidade. Isso significa que um modelo não é uma entidade natural, no sentido de não poder ser encontrada na natureza, e que nem todos os elementos, atributos ou relações conhecidas ou não conhecidas da entidade de interesse científico podem ser representados na sua integralidade. Podemos dizer que, se todos os elementos, atributos ou relações da entidade de interesse científico pudessem ser integralmente “representadas” na elaboração de um modelo, não estaríamos diante de uma representação, mas sim de uma reprodução. Nesse sentido, toda e qualquer representação sempre será parcial em relação à entidade representada; os modelos são, por natureza, representações parciais.

### **3.5 Analogias**

Como enfatizado anteriormente, as analogias se distinguem das demais similaridades e recursos didáticos pelo tipo de correspondência estabelecida entre os domínios comparados e de sua explicitação. E por constituírem parte essencial do processo (modelagem), adotamos um referencial para o conceito de analogia.

Entre os trabalhos de maior relevância sobre analogias no campo da Educação em Ciências, estão os da Dedre Gentner e seus colaboradores. Esses trabalhos têm como referencial teórico a Teoria do Mapeamento Estrutural (Structure-mapping theory) das analogias, publicado no início da década de 1980 (GENTNER, 1983) e retomado por (FERRY, 2016), no qual nos apoiamos para argumentar nesta parte da pesquisa.

De acordo com essa teoria, a especificidade das analogias em relação aos outros tipos de comparação pode ser identificada por meio de um mapeamento das similaridades postuladas entre relações existentes no domínio familiar e no domínio

pouco conhecido, que também são conhecidos, respectivamente, como domínios base e alvo. Gentner (1983, p. 156) afirma que esses domínios são sistemas que incluem elementos (objetos, estados ou processos), atributos (características dos elementos) e relações, tanto entre os elementos quanto entre os atributos dos elementos. Além desses aspectos fundamentais da teoria, Gentner e Markman (1997) descrevem ainda três restrições psicológicas na caracterização de uma analogia: (1ª) Consistência estrutural: 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 limita qualquer elemento em um domínio a no máximo um elemento correspondente no outro domínio; (2ª) Foco relacional: 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; e (3ª) Sistemática: o “princípio da sistematicidade” de uma analogia diz respeito a uma “preferência tácita por coerência e poder preditivo causal no processamento analógico” (GENTNER; MARKMAN, 1997, p. 47). 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 os autores, “um conjunto combinado (*a matching set*) 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 síntese, podemos 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 (FERRY, 2016). Dessa forma, ao considerar as semelhanças entre o processo de estabelecimento (ou construção) de analogias e o processo de produção ou compreensão de modelos (i.e., 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.

### 3.6 Estratégias de modelagem

Apresentamos aqui uma breve definição das estratégias de modelagem com base ao relatório do estágio pós-doutoral de Ferry (2018), no qual foram identificadas as estratégias de modelagem convencional, analógica, modelagem por simulação, réplica, maquete, diorama, modelagem por representação simbólica, pictórica e esquemática.

A modelagem convencional, também conhecida como tradicional, consiste em uma técnica em que o seu executor realiza o trabalho com os materiais necessários para criar um objeto (modelo) que deve representar parcialmente o objeto de estudo que o originou. Enquanto que na modelagem analógica, o processo consiste em criação, expressão e análise do modelo, mas se diferencia da modelagem convencional por ser fundamentado em analogia.

A modelagem por simulação “Implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo” (THOMAS SCHRIBER, 1974).

Também são comuns nos museus de ciência a exposição de réplica, maquete e diorama como substitutos do objeto original/real sendo relevante enunciá-los. Sobre as maquetes nos museus de ciências e tecnologias, Otto Petrik (1971, p. 246) as define como “representação geometricamente exata, mas em geral simplificada, de algo já existente ou a ser projetado com uma finalidade imediata”. Diorama é definido como uma “representação que está associada a um primeiro plano em três dimensões (personagens, maquetes, etc.) e um fundo constituído por um quadro pintado dando ao espectador uma impressão de algo vivo” e que se caracteriza como substituto pelo seu caráter de simulação/representação de um ambiente. As réplicas são reproduções fiéis do objeto original que está em estudo, pertence a outro museu ou é muito frágil.

Ainda entre as estratégias de modelagem, a modelagem simbólica é baseada no princípio de que os símbolos que uma pessoa passa a usar fornecem o mecanismo mais eficaz para facilitar a realização dos resultados desejados dessa pessoa. A modelagem pictórica tem o foco na linguagem de comunicação baseada em desenhos, gráficos, tabelas e outras formas de representação visual.

A modelagem por representação esquemática busca representar objetos reais por meio do uso de traços simbólicos e simplificados que não pretendem ser figurativos.

Importante destacar aqui que os conjuntos expositivos nos museus podem apresentar uma única estratégia de modelagem ou mais de uma ao mesmo tempo, complementando-se.

## 4 METODOLOGIA

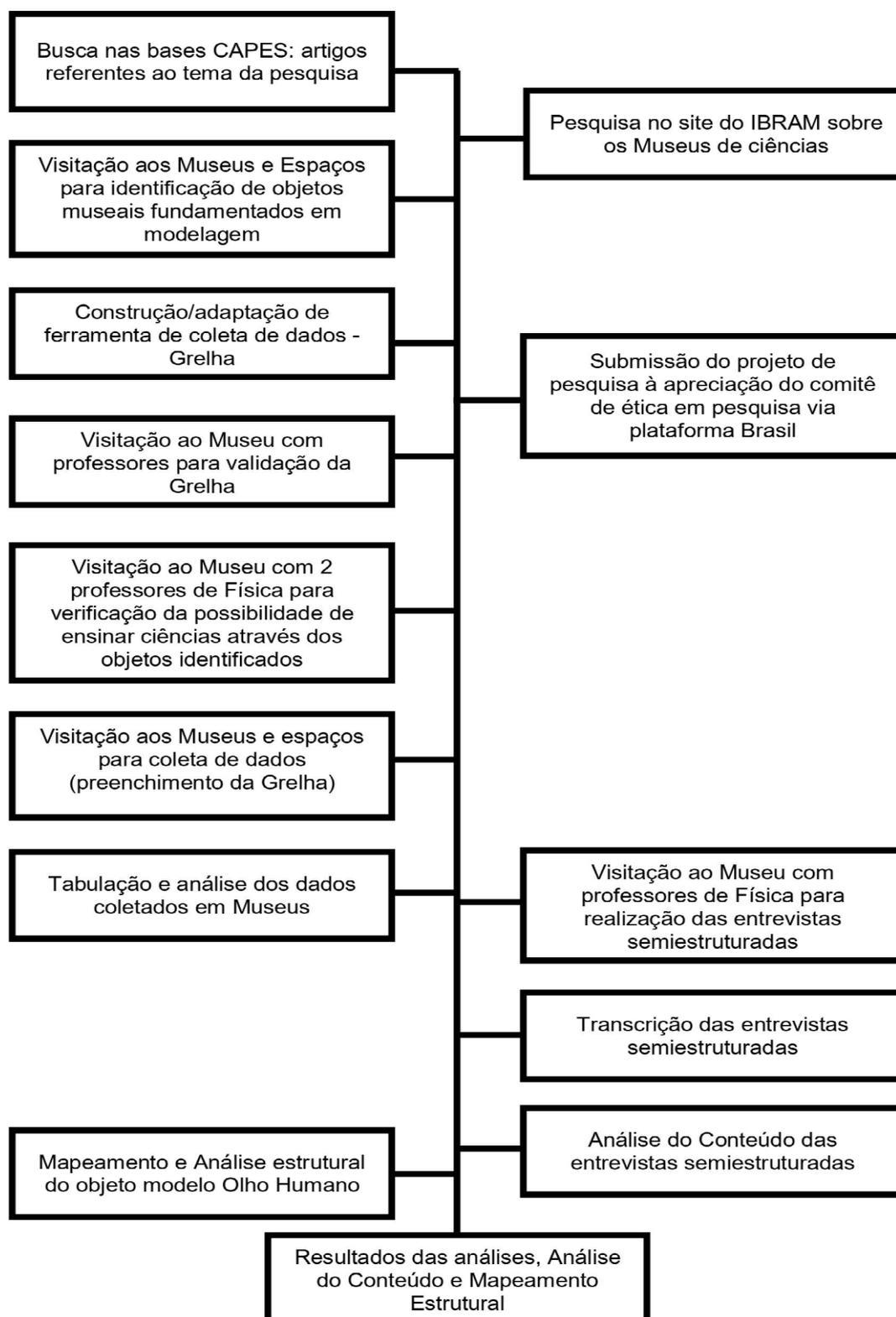
Neste capítulo apresentamos a metodologia desenvolvida para o trabalho empírico aplicada aos objetos de pesquisa. Para compreensão do objeto de estudo, optamos pela pesquisa qualitativa. O uso desse tipo de metodologia proporcionou o contato direto com os conjuntos expositivos nos espaços museais onde se encontram originalmente, além de estimular a compreensão dos processos envolvidos na experiência museal.

Para a entrevista semiestruturada, a metodologia desenvolvida teve como referencial a Análise de Conteúdo de tipo classificatório, de Bardin (1977), por meio da qual tratamos de examinar as respostas a um questionário com perguntas abertas que explora as relações que o sujeito da nossa pesquisa, o professor de Física, mantém com o nosso objeto de estudo.

Para Bardin (1977), a análise de conteúdo enquanto método constitui-se como um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. Julgamos esse método de análise mais adequado ao nosso objeto de estudo e mais coerente com os objetivos fixados. De acordo com Oliveira *et al.* (2003, p. 6), o método de análise de conteúdo é apropriado para a pesquisa quando se obtém dados oriundos de entrevistas ou questionários, pois proporciona ao pesquisador maior controle sobre suas perspectivas e sua subjetividade devido a delimitação categórica.

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de duas sequências didáticas complementares, como podem ser vistas na figura 2, que culminam na convergência de seus resultados.

Figura 2 - Percurso metodológico da pesquisa



A proposta de investigação, em sua dimensão teórica, partiu do levantamento bibliográfico no *site* da CAPES e da seleção e leitura de artigos. No *site* do IBRAM foram feitos o levantamento e a identificação dos museus de ciências com possibilidades de visitação e da caracteriza o de objetos da nossa pesquisa.

A primeira sequência da dimensão empírica da investiga o se iniciou, após a sele o dos museus, com a visita o dos museus para identifica o e caracteriza o dos objetos museais fundamentados em modelagem. Em paralelo, realizamos a cria o e a adapta o da ferramenta para a coleta de dados (Grelha).

A segunda sequência da dimensão empírica da investiga o ocorreu pela realiza o de entrevistas semiestruturadas com a participa o de professores de Física da Rede Federal de Educa o Profissional, Científica e Tecnológica e professores de outras institui es de ensino da Educa o Básica não pertencentes a essa rede, que foram entrevistados sobre a prática docente em Física, especialmente sobre suas percep es, ideias e opiniões frente a possibilidade de ensinar e aprender Ciências por meio de objetos museais. Essa sequência iniciou-se com a adequa o e submissão do projeto de pesquisa, do qual este trabalho se origina, a um Comitê de  tica em Pesquisa, via Plataforma Brasil. No processo de submissão, foi necessário o planejamento da dinâmica de realiza o das entrevistas. Após a aprova o do projeto, realizamos as entrevistas que nos permitiram levantar e analisar os dados, segundo as orienta es da Análise de Conteúdo que utilizamos por nos possibilitar um conjunto de instrumentos metodológicos sutis, que se aplicam aos discursos, produzindo inferências de dados verbais com significados obtidos a partir das perguntas feitas e das observa es de interesse do pesquisador (BARDIN, 1977). Segundo essa autora, qualquer comunica o, qualquer veículo de significados de um emissor para um receptor, controlado ou não,   suscetível de ser submetido   análise de conteúdo, conceituando-a como “[...] um conjunto de técnicas de análise das comunica es” (BARDIN, 1977).

Por fim, os resultados das análises foram convergidos com fins de buscar respostas para as questões levantadas e que guiaram os procedimentos deste trabalho. Os processos detalhados de cada sequência estão apresentados neste capítulo, bem como os demais procedimentos metodológicos e ferramentas utilizadas durante a constru o da pesquisa.

#### 4.1 Participantes

Em relação aos 7 participantes da nossa pesquisa, eles têm experiência profissional significativa, entre 6 e 34 anos de experiência com atuação em sala de aula no ensino de Física como professores no Ensino Médio e no Ensino Superior. Apresentam formação acadêmica na área da disciplina em questão, com exceção de dois professores, um formado em Matemática e outro formado em Engenharia Civil, todos os demais docentes são licenciados em Física. Quatro professores cursaram pós-graduação. Além da facilidade de acesso aos professores e à instituição de ensino na qual eles trabalhavam, nossa escolha por esses participantes levou em consideração o desenvolvimento da pesquisa no campo da Educação Tecnológica.

#### 4.2 Contexto

Iniciamos a pesquisa dos museus e espaços no *site* do Instituto Brasileiro de Museus – Ibram<sup>1</sup> na plataforma *Museusbr*, que é uma fonte importante para conhecer os museus brasileiros, criada em 2017, sendo o sistema nacional de identificação de museus e plataforma para mapeamento colaborativo, gestão e compartilhamento de informações sobre os museus brasileiros.

Nesta plataforma constam 432 museus e espaços não formais de educação em Minas Gerais. Para o direcionamento desta pesquisa, optamos pela escolha dos Museus de Ciências e Tecnologia em Belo Horizonte, pois inferimos que tais espaços, pelas suas características, possuiriam conjuntos expositivos elaborados a partir de objetos museais fundamentados em modelos, e posteriormente possibilitariam a coleta de dados e a realização de entrevista semiestruturada com os professores participantes da pesquisa.

Após visitar os principais espaços museais disponíveis na capital mineira, selecionamos pela quantidade e tipos de objetos encontrados, seis museus de ciências e tecnologia na cidade: a) Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais; b) Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais; c) Museu de Ciências Morfológicas da Universidade Federal de Minas Gerais; d) Museu das Minas e do Metal; e) Espaço do Conhecimento UFMG; e f) Museu da Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais. Os espaços são apresentados a seguir.

---

<sup>1</sup> Disponível em: < <https://www.museus.gov.br/museus-do-brasil/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

### **4.3 Museus visitados**

#### **4.3.1 Museu de Ciências Naturais PUC Minas**

Criado em 1983, o Museu de Ciências Naturais da PUC Minas (MCN-PUC)<sup>2</sup> 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.

#### **4.3.2 Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG**

O Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG (MHNJB/UFMG)<sup>3</sup> está instalado em uma área com aproximadamente 600.000 m<sup>2</sup>, 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 24.000 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.

Segundo informações obtidas com o setor museológico, o museu oferece atividades diversas como oficinas para professores, realizadas 2 vezes ao ano com uma média de 52 participantes, ciclo de formação docente, realizado 1 vez ao ano com uma média de 66 participantes, encontro de pedagogos, realizados 3 vezes ao

---

<sup>2</sup> Disponível em: < <https://www.pucminas.br/destaques/Paginas/museu.aspx/>>. Acesso em: 16 set. 2019.

<sup>3</sup> Disponível em: < <https://www.ufmg.br/mhnjb/institucional/>>. Acesso em: 01 out. 2019.

ano com uma média de 98 participantes, visitas ao espaço interativo de ciências da vida com participação de 1.753 visitantes agendados, e treinamentos para o mediador (educador) no espaço museal.

#### **4.3.3 Museu de Ciências Morfológicas da Universidade Federal de Minas Gerais**

De acordo com informações cedidas pelo seu setor Museológico, o Museu de Ciências Morfológicas (MCM)<sup>4</sup> 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.

#### **4.3.4 MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal**

O MM Gerdau<sup>5</sup> – Museu das Minas e do Metal abriga importante acervo sobre mineração e metalurgia, documentando duas das principais atividades econômicas de Minas.

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.

---

<sup>4</sup> Disponível em: < <https://www.ufmg.br/rededemuseus/mcm/>>. Acesso em: 23 set. 2019.

<sup>5</sup> Disponível em: < <http://www.mmgerdau.org.br/sobre-o-museu/>>. Acesso em: 08 out. 2019.

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.

O Museu faz parte do Circuito Liberdade, importante corredor de cultura do país. Abrigado em uma área histórica da capital mineira, o Circuito é composto por treze instituições, entre museus e centros culturais, que mapeiam diferentes aspectos do universo cultural e artístico

#### **4.3.5 Espaço do Conhecimento UFMG**

O Espaço do Conhecimento UFMG<sup>6</sup> 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). Desde 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.

#### **4.3.6 Museu da Matemática UFMG**

O Museu da Matemática UFMG<sup>7</sup> oferece um espaço para explorar elementos da Matemática Recreativa mediante a realização de experiências interativas e atividades lúdicas. O espaço proporciona momentos de prazer e descontração aos visitantes, além de servir como centro de apoio aos professores mediante o

---

<sup>6</sup> Disponível em: < <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/#ancora20>>. Acesso em: 15 out. 2019.

<sup>7</sup> Disponível em: < <http://www.mat.ufmg.br/museu/museu/>>. Acesso em: 17 out. 2019.

oferecimento de atividades de treinamento relacionadas ao acervo do Museu e às atividades realizadas.

Uma das prioridades do Museu é a preparação de material concreto e de suporte. Um exemplo disso é o desenvolvimento de cartilhas com propostas de atividades de Matemática Recreativa que podem ser aplicadas em sala de aula por professores do Ensino Fundamental e Médio.

#### **4.4 Caracterização da metodologia aplicada**

Na sequência realizamos visitas técnicas aos museus com o objetivo de identificar e analisar os objetos de estudo. Fotografamos todos os conjuntos expositivos que a princípio poderiam nos oferecer características importantes para o trabalho de campo.

Elaboramos um instrumento de coleta de dados: um formulário/grelha (quadro 5) para preenchimento e coleta dos dados no momento da visita aos museus, contendo 7 partes com as seguintes finalidades específicas:

- 1) Verificar se o conjunto expositivo encontrado aborda e de que forma, algum tema de estudo de interesse da Física da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM) do CEFET contido na grade curricular.
- 2) Descrever as características do conjunto expositivo encontrado, destacando o tema da Física abordado no conjunto expositivo, além de observar as características de estratégia museográfica e o tipo de interatividade permitida na exposição.
- 3) Analisar a estratégia museográfica e a interatividade, observar a contribuição que o conjunto expositivo pode promover ao visitante e identificar o tipo de processo cognitivo possibilitado a ele.
- 4) Classificar o objeto central do conjunto expositivo com relação à tipologia (modelo, instrumento científico, entidade de interesse científico, registro fotográfico, etc.)
- 5) Caracterizar a entidade de interesse científico representada com foco em sua natureza, isto é, informar se a entidade representada expressa um conceito científico (ideia ou informação), um objeto, um processo ou até mesmo uma combinação de processo e objeto.

- 6) Caracterizar o modelo no contexto da exposição quanto ao modo e dinâmica da representação, função do modelo e estratégia de modelagem envolvida.
- 7) Identificar o emprego de recursos tecnológicos digitais e as suas finalidades no conjunto dispositivo, a fim de compreender se a integração dessas tecnologias apresentaria alguma relação com a estratégia de modelagem identificada.

Todos os formulários foram preenchidos das partes 1 a 4 para todos os conjuntos expositivos encontrados nos museus. Os itens das partes 5, 6 e 7 foram respondidos somente nos casos que em, na parte 4, o objeto em exposição foi classificado como modelo.

Retornamos ao museu para visita técnica com o objetivo de aplicar e validar o instrumento de coleta de dados (Grelha) com a participação de outros 4 (quatro) professores para certificar a eficiência do instrumento de coleta de dados (Grelha).

Com o objetivo de verificar a possibilidade de ensinar ciências por meio dos objetos museais identificados nas visitas anteriores, foram convidados 2 (dois) professores para visita técnica ao museu, a fim de validar os primeiros resultados da nossa identificação.

Com a confirmação dos professores, pudemos dar continuidade nesta fase da pesquisa e passar para o próximo passo de realizar a coleta com o levantamento e caracterização dos objetos museais expostos nos centros ou museu de ciências e tecnologia, associados à divulgação científica em Física e a identificação e caracterização dos propósitos contextuais e funções desempenhadas por esses objetos museais.

A coleta de dados nas instituições iniciou-se somente após a autorização do museu, no período de julho de 2019 a setembro desse mesmo ano. Foram realizadas observações das exposições, baseadas em roteiro previamente determinado de forma a padronizar as informações obtidas e centrá-las nos objetos de interesse. Com os dados obtidos buscamos compreender, a partir da análise dos objetos e textos, os conceitos relacionados com temas da Física, as estratégias museográficas assumidas, a relação entre o objeto e o processo de cognição.

Quadro 5 - Formulário para caracterização dos objetos museais associados à divulgação científica da Física em Centros ou Museus de Ciências

1ª PARTE – Levantamento e análise preliminar de conjuntos expositivos que aparentemente estão relacionados com temas da Física		
1. O conjunto expositivo encontrado aborda algum conceito, teoria, tema de estudo de interesse da Física escolar (conteúdo programático da Física proposta para a EPTNM do CEFET-MG)?		
<input type="checkbox"/> Aborda de forma explícita e direta <input type="checkbox"/> Aborda de forma indireta ou periférica <input type="checkbox"/> Aborda tópicos (conceitos, teorias, temas) não previstos na matriz curricular de Física da EPTNM do CEFET-MG		
2ª PARTE – Características do conjunto expositivo (CE)		
2. Tema ou título da exposição:		
3. Conceito/teoria/tema da Física abordado no CE:		
4. Estratégias museográficas:		
5. Interatividade potencial: Obs.: pode-se marcar mais de uma opção	<input type="checkbox"/> Contemplação <input type="checkbox"/> Leitura <input type="checkbox"/> Interação auditiva <input type="checkbox"/> Outra: _____	<input type="checkbox"/> Manipulação livre <input type="checkbox"/> Manipulação com instrução <input type="checkbox"/> Manipulação mediada por um educador
3ª PARTE – Categorização segundo Wellington (1990)		
6. Qual tipo de processo cognitivo é possibilitado aos visitantes por meio desse conjunto expositivo?		
<input type="checkbox"/> To know that (conhecer que) <input type="checkbox"/> To know how (conhecer como) <input type="checkbox"/> To know why (conhecer por que)		
4ª PARTE – Tipologia do objeto foco ou central do conjunto expositivo		
7. Como o objeto em exposição poderia ser classificado?		
<input type="checkbox"/> Modelo (representação parcial de uma entidade de interesse científico) <input type="checkbox"/> Instrumento científico <input type="checkbox"/> Entidade de interesse científico propriamente dita <input type="checkbox"/> Registro fotográfico <input type="checkbox"/> Outra: _____		
<b>Observação:</b> os itens das partes 5, 6 e 7 somente deverão ser respondidos se, na questão do item anterior, o objeto em exposição for classificado como MODELO.		
5ª PARTE – Características da entidade de interesse científico representada		
8. Entidade modelada:		
9. Natureza da entidade:	( ) Objeto ( ) Processo ( ) Objeto & Processo ( ) Ideia ou informação	
10. Dimensão da entidade:		
6ª PARTE – Características do modelo no contexto da exposição		
11. Modos de representação	12. Dinâmica da representação	13. Função do modelo
( ) Concreto (3D)	( ) Modelo estático	( ) Pedagógica ou de divulgação
( ) Visual (2D ou pseudo-3D)	( ) Modelo dinâmico	( ) Ornamental
( ) Verbal ou simbólico		( ) Científica-instrumental
14. <b>Estratégia de Modelagem:</b>		
<input type="checkbox"/> Modelagem convencional <input type="checkbox"/> Modelagem analógica <input type="checkbox"/> Modelagem simulação <input type="checkbox"/> Outra: _____	<input type="checkbox"/> Modelagem por réplica <input type="checkbox"/> Modelagem por maquete <input type="checkbox"/> Modelagem por diorama	<input type="checkbox"/> Modelagem simbólica <input type="checkbox"/> Modelagem pictórica <input type="checkbox"/> Modelagem esquemática
7ª PARTE – Integração de Tecnologias Digitais (TD)		
12. Havia alguma TD integrada ao conjunto expositivo? ( ) Sim ( ) Não ( ) Aspecto não identificado		
13. Em caso afirmativo, quais recursos tecnológicos (devices) foram empregados?		
14. De que forma, ou com qual finalidade, esses recursos tecnológicos foram empregados no conjunto expositivo?		
Outras considerações sobre o conjunto expositivo ou sobre a exposição		

Fonte: Adaptado do Projeto de Pós-doutoramento do orientador deste projeto (2017).

## **4.5 Levantamento e Análise de Dados**

A investigação empírica desta pesquisa consubstancia sua argumentação através dos dados obtidos com a Grelha e com a participação de professores de Física do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) em entrevistas semiestruturadas, e se propôs a analisar as percepções, ideias e opiniões frente à possibilidade de ensinar e aprender ciência por meio de objetos museais.

### **4.5.1 Os cuidados éticos da pesquisa**

Buscamos cumprir os critérios da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) que exige o acompanhamento de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) para assegurar os direitos de liberdade e garantir a dignidade dos participantes dentro dos processos de coleta de dados. Sendo assim, o projeto do qual esta pesquisa se origina foi submetido ao CEP, identificado com o CAAE: 20329219.8.0000.8507, via Plataforma Brasil, cujo parecer nº 3.586.462 de aprovação e autorização da pesquisa foi liberado no dia 19 de setembro de 2019.

Para a submissão do projeto, construímos uma série de documentos, por exigência do processo, que contiveram a descrição, os aspectos de abrangência da investigação, a descrição da participação dos sujeitos de pesquisa, as autorizações institucionais, os materiais metodológicos de apoio e os roteiros procedimentais.

O documento que comprovou a garantia da liberdade dos sujeitos na participação da pesquisa foi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice I). Neste termo, estão apresentados os objetivos da pesquisa, a metodologia de participação (entrevista semiestruturada), os riscos e as ações estratégicas para mitigá-los, os benefícios, as informações de consulta legal (resoluções e códigos penais) e os contatos do CEP, responsável pelo acompanhamento da investigação e dos pesquisadores, para consultas posteriores dos participantes, caso entendam como necessário. O TCLE se configurou como documento mais importante deste processo. O termo foi lido antes da realização das entrevistas semiestruturadas e assinado pelos participantes, que ficaram cada um com uma cópia para si, e pelos pesquisadores, que garantiram serem os únicos a ter contato com o material produzido durante a atividade.

Além do TCLE, foram submetidos ao CEP outros documentos: (i) folha de rosto, gerada pela própria plataforma; (ii) Declaração de Anuência da Instituição

onde foi realizado o levantamento de dados; (iii) os currículos dos pesquisadores extraídos da plataforma Lattes/CNPq; (iv) o parecer de aprovação do projeto de pesquisa emitido pelo colegiado do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, ao qual essa pesquisa está vinculada; (v) o texto do projeto em documento separado; e (vi) o roteiro para realização da entrevista semiestruturada.

Após a apreciação, aprovação e autorização do CEP, foi possível a realização do levantamento de dados junto aos participantes de pesquisa.

#### **4.5.2 A escolha dos participantes de pesquisa**

Tendo em vista a necessidade de uma análise mais profunda das possibilidades de aprender e ensinar ciências por meio de objetos museais fundamentados em modelagem, buscamos, como participantes de pesquisa, professores de Física atuantes que em algum momento de seu exercício tivessem trabalhado com conteúdos relacionados aos objetos museais identificados nos museus.

O procedimento adotado para a realização das entrevistas semiestruturadas consistiu no agendamento dos professores de acordo com suas disponibilidades, pois não foi possível reuni-los em apenas um grupo. Além disso, a decisão de entrevistas individuais levou em consideração a possível dificuldade de gerir e tratar os dados produzidos pelo conjunto formado com muitos professores, além da possibilidade da influência de um sobre o outro e o possível constrangimento em função de suas experiências.

#### **4.5.3 A realização das entrevistas semiestruturadas**

A realização das entrevistas foi desenvolvida de acordo com as técnicas de entrevista semiestruturada, em que seguimos o modelo de entrevista que tem origem em uma matriz, um roteiro ou pré-roteiro de perguntas-guia que dão cobertura ao interesse de pesquisa, mas sujeito a ser alterado, de acordo com as respostas e as reações do entrevistado, assim como sugere Trivinos (1990):

[...] parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses que interessam à pesquisa, e que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante (TRIVINOS, 1990, p.146).

Por isso, esse instrumento se apresentou como a ferramenta de coleta de dados mais adequada para os propósitos da investigação, uma vez que, orientados pela questão norteadora – *“quais as potencialidades pedagógicas oferecidas à Educação em Ciências, especificamente, ao ensino de Física, no contexto da*

*Educação Tecnológica, pela exposição de objetos fundamentados em modelagem e analogias em centros ou museus de Ciências e Tecnologia?”*, buscamos compreender as percepções, ideias e opiniões de professores sobre a possibilidade de ensinar e aprender ciência por meio de objetos museais. Por esse motivo, foram convidados 10 (dez) professores a participar das entrevistas, porém somente obtivemos a disponibilidade de 7 (sete) professores de Física para participar.

Para captação dos dados, foi utilizado aplicativo de gravação de áudio de *smartphone*. Não foi necessária a gravação de vídeo, uma vez que as análises decorreram somente do conteúdo emergido da fala empregada pelos professores. Todo o áudio captado foi transcrito em detalhes para posterior análise de dados.

A realização das entrevistas ocorreu de forma individual e nas seguintes etapas: abertura, esclarecimentos sobre a atividade e participação, e levantamento das informações.

A abertura ocorreu em um balcão localizado na sala de entrada principal do Espaço Interativo de Ciências da Vida, no Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG onde após feita a abertura, apresentados os propósitos da pesquisa, e dadas as orientações iniciais, os professores receberam, cada um, uma cópia do TCLE, que foi lido e assinado após o esclarecimento de dúvidas comuns dos participantes. Posteriormente, o gravador foi ligado com o consentimento dos professores para captura das falas e início da entrevista. As entrevistas foram orientadas pelo roteiro semiestruturado, testado em uma versão preliminar para que ocorresse num intervalo de tempo aproximado de 40 minutos, sem prejuízo às informações coletadas e adequado à opção de tempo dos professores, composto por 4 sequências de perguntas, como pode ser visto no Apêndice II – Roteiro de entrevista semiestruturada, relacionadas às dimensões de análise: (i) Caracterização do perfil dos participantes da pesquisa; (ii) Levantamento das ideias que os professores fazem do papel dos museus de ciências para a aprendizagem de conceitos científicos em Física; (iii) Percepção dos professores a respeito de conjuntos expositivos com possibilidades pedagógicas para ensino de Física; e (iv) Identificação de como os professores entendem uma interação entre museus de ciências e as escolas.

A etapa do levantamento das informações foi iniciada com a primeira sequência de perguntas, relacionadas à dimensão *Caracterização do perfil dos*

*participantes da pesquisa*, sendo realizada no mesmo local da abertura da entrevista.

A segunda sequência de perguntas, relacionadas à dimensão *Levantamento das ideias que os professores fazem do papel dos museus de Ciência para a aprendizagem de conceitos científicos em Física*, foi iniciada na entrada da Sala dos Sentidos, que tem o objetivo de apresentar ao visitante a estrutura e o funcionamento dos principais órgãos do corpo humano envolvidos na percepção visual, auditiva, olfativa, gustativa e táctil. Busca imergir o visitante em um espaço onde o conteúdo científico sobre a percepção sensorial se combina à possibilidade de experimentar os sentidos do corpo permitindo, assim, a conscientização sobre os estímulos sensoriais e as sensações desencadeadas pelo processamento desses estímulos pelo corpo. Espaço expositivo continha objetos de interesse da pesquisa. As perguntas foram feitas ao longo da visitação pela sala.

A terceira sequência de perguntas, relacionadas à dimensão *Percepção dos professores a respeito de conjuntos expositivos com possibilidades pedagógicas para ensino de Física* aconteceu dentro da Sala dos Sentidos, sendo que a pergunta sobre “*como você entende o papel dos objetos nos museus de ciências*” foi feita com o entrevistado de frente a um dos conjuntos expositivos que contém objetos fundamentados em modelagem que mais apareceram nos museus e espaços museais visitados e também estão nas páginas dos livros didáticos: o modelo do olho humano. Vale destacar que nesse momento pôde ser observada a alteração positiva do ânimo e entusiasmo dos professores diante do modelo.

A quarta sequência de perguntas, relacionadas à dimensão *Identificação de como os professores entendem uma interação entre museus de ciências e as escolas* aconteceu na continuação da visitação enquanto o professor era encaminhado em direção à saída da Sala dos Sentidos.

No planejamento da coleta de informações, foi considerada a necessidade de elaborar questões que atingissem os objetivos pretendidos, a adequação da sequência de perguntas, a elaboração do roteiro, a realização de projeto piloto para, entre outros aspectos, adequar o roteiro, as perguntas, o tempo da entrevista e a linguagem.

Durante a realização da entrevista, tomamos cuidado para que tanto as dimensões de perguntas quanto as próprias perguntas não se tornassem motivos para a interrupção da visitação, mas fossem administradas de modo a facilitar a

continuidade e fluidez da entrevista, de modo a abrir perspectivas para análise e interpretação das percepções e ideias dos professores frente aos objetos expostos.

Assim as perguntas eram feitas em observação atenta às respostas, sem nenhuma “rigidez” e de forma muito conciliadora, com atenção ao roteiro, que demandou ajustes durante a entrevista, propiciando um clima descontraído. Os professores falaram livremente sobre os assuntos em questão, com total despreendimento e naturalidade. Após o levantamento das informações, foi dada como encerrada a entrevista.

#### **4.5.4 Análise das entrevistas semiestruturadas**

Os dados das entrevistas foram inicialmente transcritos com o auxílio de um recurso de *software* conforme descrito no item 4.5.5 a seguir.

Os participantes foram identificados com os códigos de Professor P1, P2, P3, P4, P5, P6 ou P7, de modo a preservar tanto o gênero quanto a identidade do participante, garantindo o seu total anonimato, conforme prevê o TCLE.

Após a transcrição completa dos áudios, as falas foram categorizadas. Para isso, utilizamos o método de análise de conteúdo proposto por Bardin (1977). Segundo a autora, essa análise é dividida em três fases: 1ª) pré-análise; 2ª) exploração do material coletado; e 3ª) tratamento dos dados, inferências e interpretações.

A fase de pré-análise consiste na organização das informações coletadas. Assim, começamos com uma leitura flutuante do texto gerado após a transcrição completa dos áudios das entrevistas, conforme sugere Bardin (1977). Na fase de exploração do material, a autora recomenda a codificação das informações de acordo com as regras estabelecidas na fase anterior. Assim, nessa etapa, fizemos a categorização de acordo com a sequência do roteiro das entrevistas, conforme apresentado no quadro 6. Na última etapa, a fase de tratamento de resultados, os dados coletados devem ser transformados em informações significativas de modo a permitir inferências e interpretações. Nessa etapa, por meio de leituras exaustivas do material coletado e transcrito, foram associadas as falas dos participantes das entrevistas com as categorias estabelecidas de forma a explicitar a finalidade pré-estabelecida.

Quadro 6 - Categorias de análise dos dados empíricos

Categoria	Unidade de Registro	Finalidade
i. Aspectos do perfil dos sujeitos da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual é sua formação acadêmica?</li> <li>• Fez pós-graduação? Em que área?</li> <li>• Atua em escola pública ou privada?</li> <li>• Qual o número de turmas que você possui?</li> <li>• Qual sua carga horária semanal?</li> <li>• Quanto tempo você tem de serviço docente?</li> <li>• Como você descreveria suas aulas de Física no EM: recursos empregados com maior frequência; tipos de aula que você mais gosta?</li> <li>• Você já deu alguma aula dentro de um museu? Já trouxe alunos ao museu?</li> </ul>	Compreender aspectos gerais sobre o perfil dos sujeitos e recursos empregados
ii. Ideias que os professores fazem do papel dos museus de ciências para a aprendizagem de conceitos científicos em física	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como você entende o papel das atividades no ensino de ciências em espaço não formal?</li> <li>• Você costuma utilizar atividades no ensino de ciências em espaço não formal? Se sim, com que frequência? Se não, qual o motivo?</li> <li>• Você costuma fazer visitas com seus alunos à museus de ciências? Se sim, cite as razões pelas quais você realiza esse tipo de atividade, se não, indique os motivos.</li> <li>• Em sua opinião, você acha que é possível ensinar e aprender ciência em um museu de ciências ou eles servem apenas para despertar o interesse pela ciência?</li> <li>• Durante alguma visita, sozinho ou com estudantes, você lembra de ter visto algum objeto relacionado à Física que tenha despertado a sua atenção como professor?</li> </ul>	Levantar as experiências e importância dada pelos professores sobre papel dos museus nas possibilidades de aprendizagem
iii. Percepção a respeito de conjuntos expositivos com possibilidades pedagógicas para ensino de Física.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como você entende o papel dos objetos nos museus de ciências?</li> <li>• Como você compreende que a exposição desses objetos pode oferecer uma contribuição a educação em ciências, em Física?</li> <li>• Quais as impressões você tem diante da possibilidade do aluno poder aproximar, explorar, manusear os objetos (modelos)?</li> </ul>	Identificar a possibilidade de ensinar Ciência através dos conjuntos expositivos.
iv. Interação entre museus de ciências e as escolas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendo em vista a realidade escolar atual, você acredita que seria possível criar uma relação de ensino e aprendizagem entre o museu de ciências e a escola visando a melhoria do ensino de ciências?</li> <li>• Em caso afirmativo, como você acha que poderia ser essa relação?</li> </ul>	Identificar como os professores entendem uma possível interação com o Museu.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Você estaria disposto a estabelecer uma parceria como essa?</li> <li>• Quais dificuldades você acha que enfrentaria para participar?</li> </ul>	
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As entrevistas ocorreram nos dias 12/12/2019 e 17/12/2019 com a participação de três docentes no primeiro dia e quatro no segundo dia, sendo dois pela manhã e dois à tarde, totalizando sete docentes desse componente curricular da formação geral da EPTNM envolvidos na investigação. Essa quantidade de participantes foi definida em função das disponibilidades dos docentes. Para orientar as entrevistas, foi criado um roteiro com as principais perguntas orientadoras do percurso da entrevista (Apêndice II).

Além disso, os sujeitos de pesquisa foram escolhidos de acordo com os critérios de inclusão: (1°) ser professor de Física atuante na Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM); (2°) declarar ter experiência no ensino de Física. Os modelos foram sendo apresentados naturalmente à medida que a visitação ia acontecendo no espaço museal.

#### **4.5.5 Metodologia de transcrição das interações discursivas nas entrevistas**

Para o processo de transcrição das falas ocorridas nas entrevistas, registradas em áudio, utilizamos o VB-Audio Software VoiceMeeter 1.0.5.6, sendo realizada uma transcrição direta.

As transcrições das entrevistas foram idênticas às gravações, junto aos 07 (sete) professores, na intenção de captar as percepções, ideias e opiniões quanto às possibilidades pedagógicas oferecidas por objetos museais ao ensino de Física para alunos de nível médio desses docentes e suas concepções sobre o ensino de Física. Conforme fizemos no questionário, os entrevistados foram identificados por códigos, conforme descrito no item 4.5.4 anteriormente, tendo em vista a preservação do sigilo, como foi combinado individualmente antes do procedimento.

#### **4.5.6 Metodologia de análise das entrevistas**

A partir das transcrições realizadas, a primeira opção em realizar a análise foi utilizar as entrevistas obtidas e transcritas em arquivo de Word. Iniciamos a

marcação nos textos dos aspectos mais relevantes. A segunda opção foi utilizar um *software* de análise qualitativa de dados, o ATLAS.ti<sup>8</sup>

Importante ressaltar que o *software* ATLAS.ti não assume o papel do pesquisador por não ter a capacidade humana de fazer a análise, suas relações e interpretações. É apenas um recurso para agregar com suas funções. O pesquisador precisa definir claramente qual a metodologia a ser seguida, ele é o personagem principal na análise dos dados. A análise realizada com o *software* ATLAS.ti apresenta uma profundidade na análise dos dados e permite o não desvio do seu objetivo, facilitando a codificação e a categorização, gerando redes que facilitam a visualização e a interpretação do material. A sua utilização adequada de análise qualitativa, além de facilitar e agilizar, obtém resultados mais precisos e de qualidade que validam a pesquisa científica.

O que se destaca no uso desse *software* é que ele aponta para a possibilidade de uma organização contínua na base de dados, proporcionando mecanismos de procura rápida e flexível em momentos de se encontrar um determinado documento, permite estabelecer palavras-chave ou rótulos a segmentos de texto, com o objetivo de encontrar automaticamente ou de permitir uma recuperação posterior ao trabalho. Além disso, autoriza amarrar segmentos de dados uns aos outros, com o objetivo de estabelecer categorias, teias ou redes de informação para utilização a curto, médio e longo prazo, além da criação de diagramas que facilitam a visualização de resultados ou teorias.

Assim, inserimos as 7 entrevistas em formato de arquivo de Word no *software* ATLAS.ti para realização das análises dos conteúdos.

#### **4.5.7 Preparação das informações**

Após inserir as entrevistas no *software* ATLAS.ti, foi necessário prepará-las para a análise, para, em primeiro lugar, identificar as diferentes informações. Foi imprescindível a leitura de todo o material reunido e identificar quais contemplam os objetivos da pesquisa, isto é, devem conter dados significativos e relevantes aos objetivos da análise e abranger o campo que será investigado.

Em segundo lugar, iniciamos o processo de codificação dos materiais para identificar, de forma rápida, cada elemento para a análise. O pesquisador pode codificar com letras ou números. Bardin (1977) apresenta essa etapa como

---

<sup>8</sup> Atlas TI é um *software* proprietário que trabalha com a análise qualitativa de dados a partir de quatro princípios: visualização, integração, intuição e exploração.

pré-análise, reunindo e organizando os documentos, alertando para que obedecem às regras constitutivas do *corpus*, como exaustividade, pertinência, representatividade e homogeneidade, percebidas por meio da leitura flutuante, seguida da leitura exaustiva do *corpus*.

#### **4.5.8 Transformação do conteúdo em unidades**

Para trabalhar com as informações em unidades, foi necessário definir a unidade de análise ou a unidade de registro. Bardin (1977) define essa etapa de exploração do material, unidade de registro (UR), apesar de dimensão variável, como sendo da ordem semântica, o menor recorte que se extrai do texto, podendo ser uma palavra-chave, um tema, objetos, personagens, etc.

Após definir as unidades, chegamos ao momento de identificá-las nos materiais da pesquisa. O resultado foram diferentes mensagens divididas em elementos menores, devidamente codificados.

#### **4.5.9 Metodologia e padrão de representação do mapeamento estrutural do modelo**

A partir das considerações teóricas e a representação inicialmente proposta por Gentner (1983) para as correspondências entre os domínios comparados, optamos por um padrão de representação mais explícito das entidades (elementos, atributos ou relações) em correspondência. Iniciamos o mapeamento fazendo o apontamento de elementos, atributos, relações de 1ª ordem e relações de ordem superior que constituem a entidade de interesse científico. Somente depois de ter feito isto de modo exaustivo é que confrontamos os elementos, os atributos e as relações com o modelo encontrado no museu de ciências para ver o que o modelo representa e aquilo que ele não representa, além de identificar características que o modelo possui, mas que não podem ser levadas ou transferidas para a entidade de interesse científico. Em seguida, fizemos uma montagem com fotos do modelo do olho humano encontradas nos museus, identificando as partes do modelo por números, utilizados no mapeamento como forma de identificação das correspondências entre o domínio representado e o domínio representante. Por exemplo: a *Parte 6* corresponde ao elemento *Retina*. Na sequência, propomos mapear estruturalmente os elementos, os atributos dos elementos, as relações entre esses atributos (ou entre os próprios elementos), as diferenças alinháveis e as limitações do modelo, por meio de um esquema explicitamente codificado. Nesse

esquema, foram representadas as correspondências entre os elementos de cada domínio por setas bidirecionais acompanhadas pela letra E (maiúscula), identificada por um número de ordem. As correspondências entre os atributos desses elementos também foram representadas por setas bidirecionais, acompanhadas, porém, pela letra A, com um número de ordem e endereçada ao elemento diretamente relacionado. A importância desse padrão de representação é afirmada pelos 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; 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 segunda ordem ou de ordem superior.

Além dessas 3 entidades (elementos, atributos, relações), consideramos os conceitos de diferenças alinháveis e limitações do modelo, distinguidas no mapeamento estrutural das comparações (FERRY, 2016).

As diferenças alinháveis foram representadas por setas bidirecionais marcadas com um sinal gráfico semelhante à letra X, e acompanhada pela letra D (maiúscula) identificada pelo número da correspondência. As limitações da comparação foram representadas pelo mesmo sinal gráfico, acompanhadas pela letra L (maiúscula) com um número que se refere a um novo elemento, atributo ou relação.

O quadro 7 apresenta o padrão de representação do Mapeamento Estrutural com os símbolos gráficos criados por Ferry (2018), atualizado em Barbosa (2019), utilizado na análise do modelo do olho humano, encontrados durante a pesquisa. Há que se dizer que esse padrão de representação do mapeamento estrutural proposto por Ferry (2016) para analisar analogias e outros tipos de comparação foi adaptado neste trabalho para a análise de modelos. Assim, no lugar de “domínio alvo”, na terceira coluna do quadro, está escrito “domínio representado (entidade de interesse científico)”; no lugar de “domínio base”, na primeira coluna, escrevemos “domínio representante (modelo)”.

Quadro 7 - Padrão de representação do mapeamento estrutural de modelos, inspirado no padrão de representação de correspondências para análise estrutural de analogias, proposto por Ferry (2016)

DOMÍNIO REPRESENTANTE (MODELO)	REPRESENTAÇÕES DAS CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO REPRESENTADO (ENTIDADE DE INTERESSE CIENTÍFICO)
<b>Elementos do modelo</b>	$\longleftrightarrow E_n$	<b>Elementos da entidade representada</b>
Elementos que compõem o modelo	<i>Correspondências entre elementos devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pela letra E</i>	Elementos que compõem a entidade de interesse científico
<b>Atributos dos elementos do modelo</b>	$\longleftrightarrow A_n (E_x)$	<b>Atributos dos elementos da entidade representada</b>
Predicados descritivos relevantes dos elementos mapeados no modelo.	<i>Correspondências entre atributos devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pela letra A; Cada correspondência dessa natureza deve possuir um único argumento, ou seja, deve estar baseada em uma única característica.</i>	Predicados descritivos relevantes dos elementos mapeados na entidade representada.
<b>Relações de 1ª ordem do modelo</b>	$\longleftrightarrow r_n (E_x/A_x, E_y/A_y, \dots)$	<b>Relações de 1ª ordem da entidade representada</b>
Relações entre dois ou mais elementos do modelo ou entre suas características; relações de ordem estrutural que dizem respeito ao modo como os elementos do modelo estão dispostos entre si.	<i>Correspondências entre relações de menor complexidade devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pela letra r (minúscula); Cada correspondência dessa natureza deve possuir, no mínimo, dois argumentos.</i>	Relações entre dois ou mais elementos da entidade representada ou entre suas características; relações de ordem estrutural que revelam como os elementos dessa entidade estão dispostos entre si.
<b>Relações de 2ª ordem do modelo</b>	$\longleftrightarrow {}^2R_n (r_x, r_y/E_y/A_y, \dots)$	<b>Relações de 2ª ordem e/ou de ordem superior na entidade representada</b>
Relações existentes entre relações de 1ª ordem previamente postuladas entre elementos do modelo ou entre uma relação de 1ª ordem com outros elementos/atributos.	<i>Correspondências entre relações mais complexas que devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pelo código <math>{}^2R</math>; Cada correspondência dessa natureza deve possuir ao menos uma relação de 1ª ordem como um dos seus argumentos.</i>	Relações existentes entre relações de 1ª ordem previamente postuladas entre elementos da entidade representada ou entre uma relação de 1ª ordem com outros elementos/atributos.
Relações de ordem superior de nível hierárquico ou grau 'nh' do modelo	$\longleftrightarrow {}^{nh}R_n ({}^{(nh-1)}R_x, R_y/r_y/E_y/A_y, \dots)$	Relações de ordem superior de nível hierárquico ou grau 'nh' da entidade representada
Relações existentes entre relações do modelo, das quais ao menos uma se configura como uma relação de 2ª ordem.	<i>Correspondências entre relações de maior complexidade devem ser representadas por setas bidirecionais acompanhadas pelo código <math>{}^{nh}R</math>; Cada correspondência dessa natureza deve possuir ao menos uma relação de 2ª ordem como um</i>	Relações existentes entre relações da entidade representada, das quais ao menos uma se configura como uma relação de 2ª ordem.

	<i>dos seus argumentos.</i>	
Determinados atributos ou relações do modelo	$D_n: [\dots]$ 	Determinados atributos ou relações da entidade representada
Características ou relações presentes no modelo, conectadas a pontos em correspondência, que são diferentes nos respectivos pontos na entidade representada.	<i>Diferenças alinháveis</i> <i>As setas bidirecionais devem ser marcadas com um sinal gráfico semelhante à letra X, e devem ser acompanhadas pela letra D*.</i>	Características ou relações presentes na entidade representada, conectadas a pontos em correspondência, que são diferentes nos respectivos pontos no modelo.
Elementos, Atributos ou Relações do modelo ausentes na entidade representada	$L_n: [\dots]$ 	Elementos, Atributos ou Relações da entidade representada ausentes no modelo
Condições do modelo para as quais a representação não se aplica; ou, elementos, atributos ou relações do modelo que não devem ser “transferidos” para a entidade representada.	<i>Limitações da representação</i> <i>As setas bidirecionais devem ser marcadas com um sinal gráfico semelhante à letra X, e devem ser acompanhadas pela letra L**.</i>	Condições da entidade representada para as quais a representação não se aplica; ou, elementos, atributos ou relações da entidade que não encontram correspondência no modelo.
<p>* Os códigos das diferenças alinháveis devem, sempre, remeterem-se a alguma correspondência previamente codificada.</p> <p>** Os códigos das limitações identificadas referem-se a um novo elemento, atributo ou relação. Isto é, na lógica do mapeamento estrutural, as limitações são apresentadas com novos códigos.</p>		

Fonte: Ferry (2018, p. 111-112) e atualizado em Barbosa (2019) (Adaptação).

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com o objetivo de apresentar uma sequência lógica e facilitar a leitura das análises, este capítulo apresenta os resultados da pesquisa organizados em três seções: (1<sup>a</sup>) caracterização de objetos museais baseados em modelagem; (2<sup>a</sup>) as opiniões, ideias e percepções dos professores, participantes das entrevistas semiestruturadas, sobre as possibilidades pedagógicas oferecidas pelos objetos museais identificados e caracterizados ao ensino de Física; e (3<sup>a</sup>) a análise estrutural do mapeamento do modelo do olho humano, quadro do mapeamento estrutural, as potencialidades e fragilidades do modelo percebidas na análise estrutural e pelos participantes das entrevistas semiestruturadas no espaço museal diante do modelo.

### **5.1 Caracterização de objetos museais baseados em modelagem**

Os objetos apresentados nas exposições temporárias nos museus de ciências ou que fazem parte dos acervos detêm características específicas mesmo em comparação aos museus de mesma tipologia. De certa forma, o que se caracteriza como modelo, além da valoração e utilização desses objetos, adquirem contornos diferenciados nos museus de ciências.

A partir das visitas técnicas com uso do instrumento de coleta, entre os seis museus (espaços museais) visitados, encontramos um total de 17 conjuntos expositivos relacionados direta ou indiretamente a algum conceito ou tópico de conteúdo da Física escolar contido no conteúdo programático da grade curricular da Física proposta para a EPTNM do CEFET-MG, sendo que se destaca o Espaço do Conhecimento da UFMG com 10 conjuntos expositivos conforme tabela 1.

Tabela 1 - Conjuntos expositivos por espaços museais

<b>Espaços Museais</b>	<b>CE</b>
Museu das Minas e dos Metais	1
Museu de Ciências Morfológicas da UFMG	1
Museu de Ciências Naturais da PUC Minas	1
Museu da Matemática da UFMG	2
Museu de Historia Natural e Jardim Botânico da UFMG	2
Espaço do Conhecimento da UFMG	10
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Entre os conjuntos expositivos que, de acordo com os nossos critérios, apresentam características de classificação para pesquisa relacionadas às possibilidades pedagógicas para ensino de Física, encontram-se 180 objetos diversos, sendo também o Espaço do Conhecimento da UFMG o espaço museal que contém o maior número de objetos, como mostrado na tabela 2.

Tabela 2 - Objetos museais por espaços museais

<b>Espaços Museais</b>	<b>Objetos Museais</b>
Museu de Ciências Morfológicas da UFMG	1
Museu de Ciências Naturais da PUC Minas	1
Museu de Historia Natural e Jardim Botânico da UFMG	2
Museu da Matemática da UFMG	7
Museu das Minas e dos Metais	14
Espaço do Conhecimento da UFMG	155
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Dos objetos relacionados e classificados na Grelha como modelo, isto é, como representação parcial de alguma entidade de interesse científico, totalizamos cinco objetos selecionados: um conjunto expositivo com representação dos planetas do sistema solar, exposto no Espaço do conhecimento da UFMG; dois conjuntos expositivos diferentes com representações das principais partes do olho humano (decomposto) e mais um objeto do olho humano (composto) representando corte do olho humano posicionado na cavidade orbital, no Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG e um quinto objeto também do olho humano (composto) em corte no Museu de Ciências Morfológicas da UFMG.

Nos objetos classificados como modelos, identificamos as suas características no contexto da exposição quanto ao modo de representação, dinâmica da representação, função do modelo e estratégia de modelagem.

Podemos ver na figura 3 (Os planetas do sistema solar), os objetos expostos em um balcão contendo modelos construídos em material de isopor, em escalas proporcionais, estão fixos e representando os planetas Mercúrio, Venus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, cujas características estão divulgadas à frente dos modelos. Assim, podemos identificar o modo de representação “Concreto (3D)”, cuja dinâmica de representação é de modelo estático, cumpre uma função pedagógica ou de divulgação e sua estratégia de modelagem é convencional, ou seja, esses modelos são representações criadas exclusivamente a partir do conhecimento sobre a entidade de interesse científico.

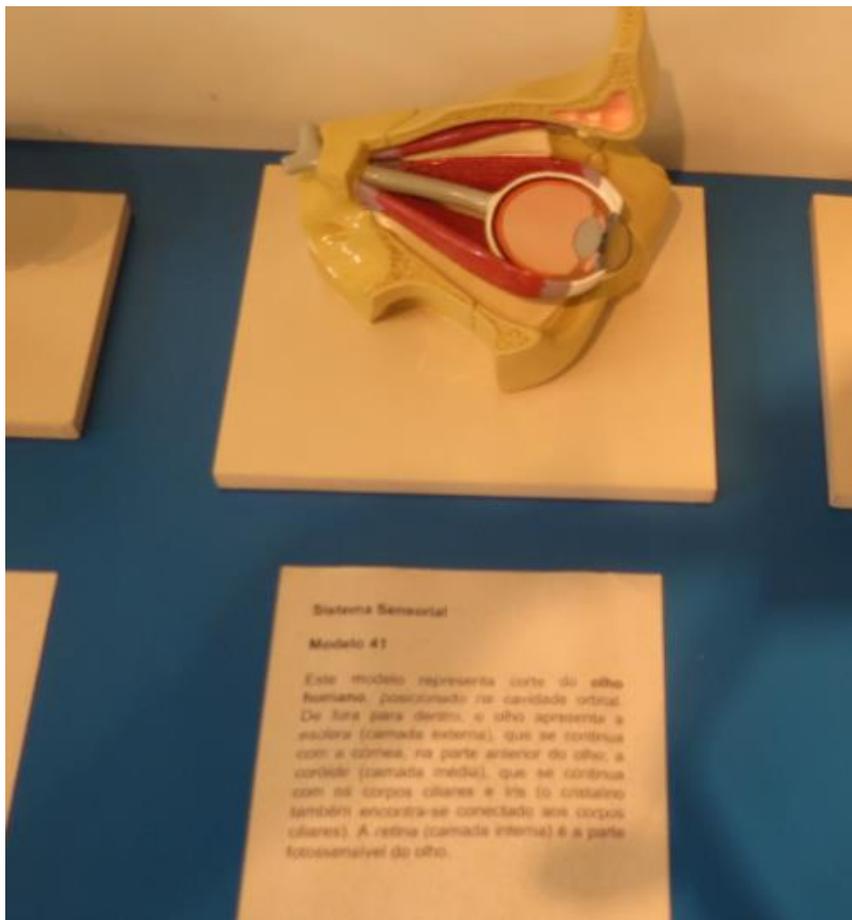
Figura 3 - Os planetas do sistema solar



Fonte: Espaço do Conhecimento da UFMG (2019).

Na figura 4 (O olho humano – em corte), temos o objeto exposto em uma bancada, construído em gesso e resina, fixo e sem nenhuma parte móvel ou desmontável, representando parcialmente o olho humano em corte de fora para dentro, suas características estão impressas e divulgadas à frente do modelo na mesma bancada. Sendo possível caracterizarmos o modo de representação “Concreto (3D)”, dinâmica de representação modelo estático, com função pedagógica ou de divulgação e estratégia de modelagem também convencional.

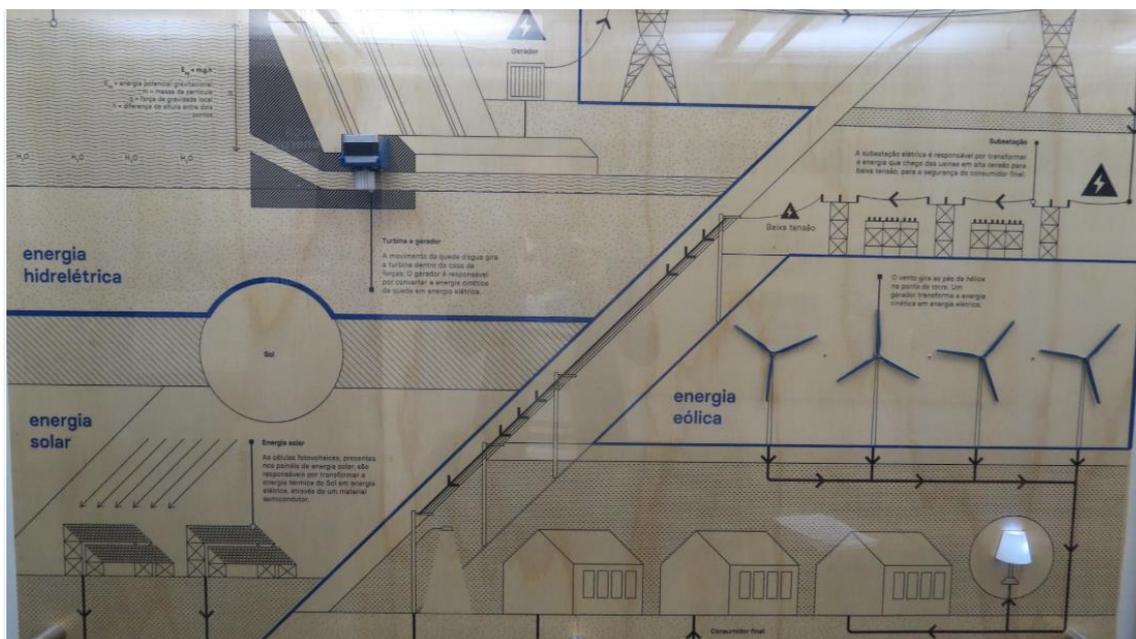
Figura 4 - O olho humano – em corte



Fonte: Museu de Ciências Morfológicas da UFMG (2019).

A figura 5 (fontes de energia), apresenta um esquema representando parcialmente as fontes de geração de energia hidrelétrica, energia solar e energia eólica dentro das matrizes energéticas. São utilizados painéis de acrílico expostos em parede, com desenhos esquemáticos e símbolos representando equipamentos e partes dos processos das fontes de energia. Este objeto encontrado apresenta um modelo concebido a partir da estratégia da modelagem esquemática e modo de representação *Visual (2D ou pseudo-3D)*.

Figura 5 - Fontes de energia



Fonte: Espaço do Conhecimento da UFMG (2019).

Os demais modelos apresentam estratégia de modelagem, *Modelagem convencional*, e modo de representação *Concreto (3D)*, um exemplo pode ser visto na figura 6 em que os objetos representando o olho humano decomposto em suas principais partes estão expostos dentro de um invólucro de acrílico transparente, podendo ser visualizados de diferentes ângulos, todas as partes foram identificadas com números a partir dos quais podem ser consultados os seus nomes em uma relação fixada numa placa ao lado do recipiente. Apesar de cada parte ter sido cuidadosamente construída com o objetivo de oferecer uma compreensão maior sobre o olho humano, ainda assim fica evidenciado que a representação é parcial e foi criada a partir do conhecimento científico do olho humano.

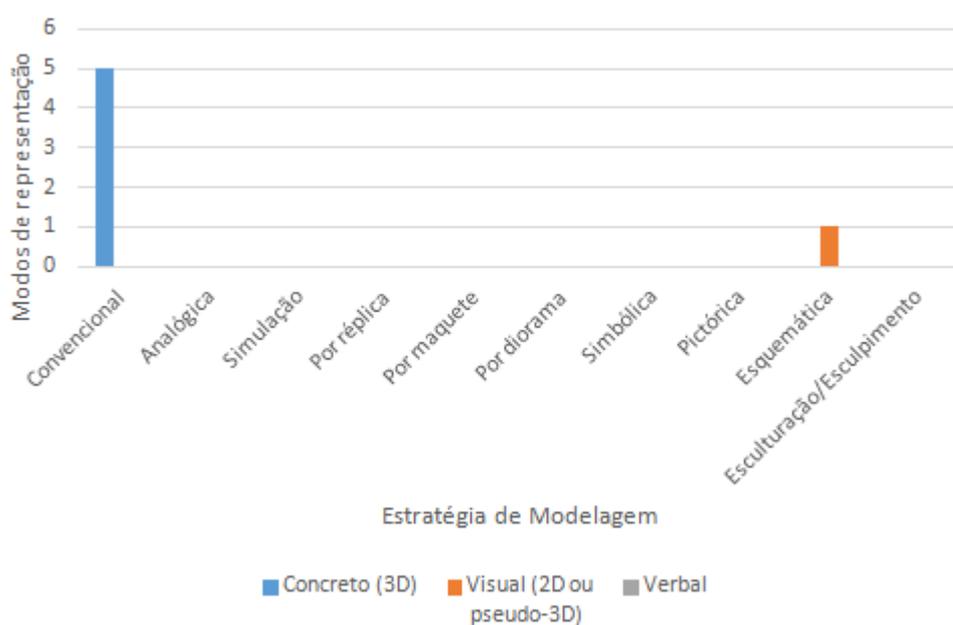
Figura 6 - O olho humano – decomposto



Fonte: Espaço do Conhecimento da UFMG (2019).

Quanto à função do modelo, tanto o modelo que apresenta estratégia de modelagem *Modelagem esquemática*, quanto os que apresentam estratégia de modelagem *Modelagem convencional* têm a função do modelo *Pedagógica ou de divulgação*.

Figura 7 - Estratégia de Modelagem por Modos de representação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Observamos que apesar da existência de um número maior de conjuntos expositivos e objetos museais com características e possibilidades pedagógicas para ensino de Física no Espaço do Conhecimento da UFMG, selecionamos o objeto modelo do olho humano encontrado nos conjuntos expositivos do Espaço Interativo de Ciências da Vida, na Sala dos Sentidos do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, e também encontrado no Museu de Ciências Morfológicas da UFMG por apresentar maior aderência às características pesquisadas.

## **5.2 Percepções dos professores, participantes das entrevistas semiestruturadas**

A partir das transcrições dos áudios captados nas entrevistas semiestruturadas no espaço museal e inserção no *software* ATLAS.ti, foi possível identificar um perfil sobre as ideias, percepções e opiniões dos participantes sobre o papel dos museus de ciências para a aprendizagem de conceitos científicos em Física, sobre os conjuntos expositivos com possibilidades pedagógicas para ensino de Física e como os professores entendem uma interação entre museus de ciências e as escolas.

Participaram da pesquisa sete professores de Física, que foram entrevistados individualmente de acordo com a sua disponibilidade de horário para a visita ao museu. A formação inicial da maioria dos professores varia entre licenciatura e/ou bacharelado em Física, e o tempo de experiência docente com o ensino de Física entre 6 e 34 anos. Somente um deles não possui pós-graduação na área de Física.

Para efeito de apresentação dos dados e em conformidade com o TCLE sobre os cuidados éticos nas investigações que envolvem seres humanos, após a transcrição das falas, foram selecionados trechos de interesse para o estudo em questão sem identificação de qualquer participante. Nesse sentido, fizemos referências a eles, arbitrariamente, apenas no gênero masculino, e identificamos cada professor com as letras P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7.

Ao realizar a análise primária, isto é realização da leitura flutuante, foram destacados no texto os trechos que apresentavam indícios *a priori* definidos. Já com o uso do *software*, após a inserção das entrevistas, foram criados 25 elementos: Códigos, conforme figura 8; e identificadas 159 Citações nos 7 documentos que foram utilizados para contemplar o objetivo específico 5.

Figura 8 - Relação dos 25 Elementos: Códigos organizados no ATLAS.ti

- ▷ ◇ ○ A. Formação acadêmica {7-1}
- ▷ ◇ ○ B. Pós Graduação {6-1}
- ▷ ◇ ○ C. Tipo de escola {7-0}
- ▷ ◇ ○ D. Numero de turmas {6-0}
- ▷ ◇ ○ E. Carga horária {6-0}
- ▷ ◇ ○ F. Tempo de serviço docente {7-0}
- ▷ ◇ ○ G. Como descreveria suas aulas {7-0}
- ▷ ◇ ○ H. Ja deu aula em Museu {7-0}
- ▷ ◇ ○ I. Ja trouxe alunos ao Museu {6-0}
- ▷ ◇ ● J. Como você entende o papel das atividades no ensino de ciências em espaço não formal? {13-2} ~
- ▷ ◇ ● J.1 Percebe Restrição {3-1}
- ▷ ◇ ● J.2 Percebe Valor {11-1}
- ▷ ◇ ○ K. Você costuma utilizar atividades no ensino de ciências em espaço não formal? Se sim, com que frequência? Se não, qual o motivo? {9-0}
- ▷ ◇ ○ L. Você costuma fazer visitas com seus alunos à museus de ciências? Se sim, cite as razões pelas quais você realiza esse tipo de atividade, se não, indique os motivos. {6-0}
- ▷ ◇ ● M. Em sua opinião, você acha que é possível ensinar e aprender ciência em um museu de ciências ou eles servem apenas para despertar o interesse pela ciência? {8-2}
- ▷ ◇ ● M.1 Despertar interesse pela Ciência {3-1}
- ▷ ◇ ● M.2 Ensinar e aprender Ciência {8-1}
- ▷ ◇ ○ N. Durante alguma visita, sozinho ou com estudantes, você lembra de ter visto algum objeto relacionado à Física que tenha despertado a sua atenção como professor? {7-0}
- ▷ ◇ ○ O. Como você entende o papel dos objetos nos museus de ciências? {7-0}
- ▷ ◇ ○ P. Como você compreende que a exposição desses objetos pode oferecer uma contribuição a Educação em Ciências, em Física? {6-0}
- ▷ ◇ ○ Q. Quais as impressões você tem diante da possibilidade do aluno poder aproximar, explorar, manusear os objetos (modelos)? {9-0}
- ▷ ◇ ○ R. Tendo em vista a realidade escolar atual, você acredita que seria possível criar uma relação de ensino e aprendizagem entre o museu de ciências e a escola visando a melhor
- ▷ ◇ ○ S. Em caso afirmativo, como você acha que poderia ser essa relação? {5-0}
- ▷ ◇ ○ T. Você estaria disposto a estabelecer uma parceria como essa? {8-0} ~
- ▷ ◇ ○ U. Quais dificuldades você acha que enfrentaria para participar? {14-0}

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O elemento *Formação acadêmica*, conforme figura 9, é referente a toda citação presente no texto original relacionado à formação acadêmica, conforme figura 10, como graduação, licenciatura, bacharelado, descritos nas entrevistas, em número de sete citações, conforme exemplos<sup>9</sup>:

Figura 9 - Elemento Formação acadêmica {7} frequência de citações {1} frequência de associações

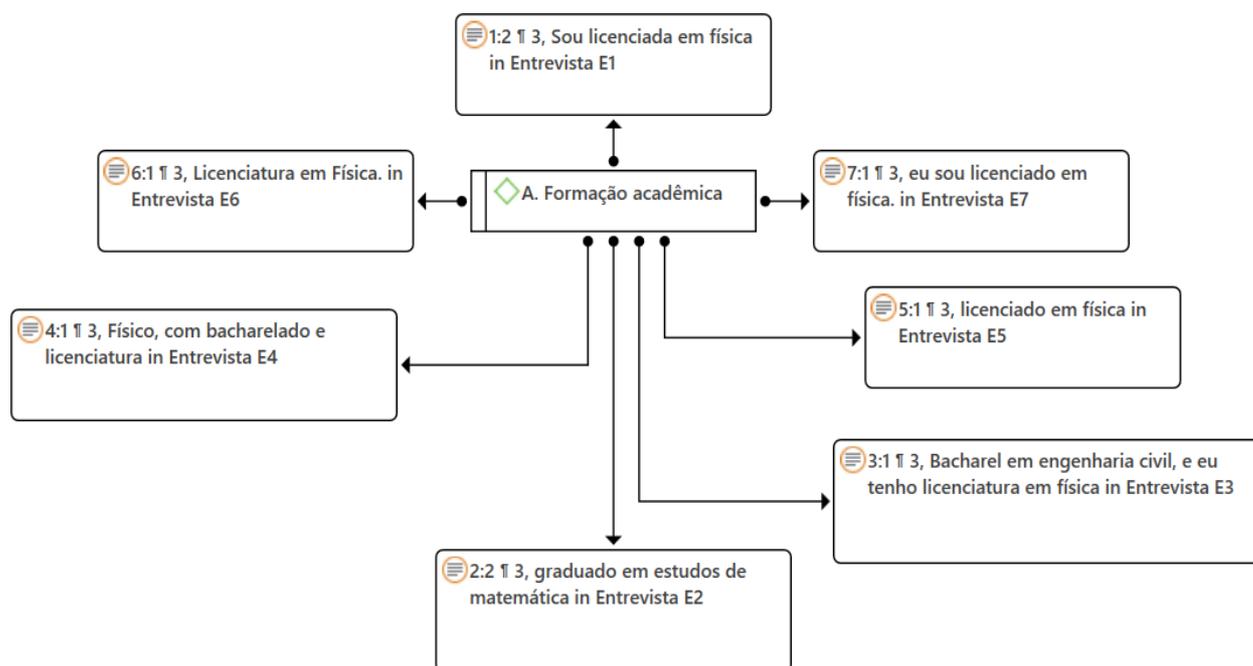
▷ ◇ ○ A. Formação acadêmica {7-1}

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

### Exemplo de citação referente ao Elemento Formação acadêmica

<sup>9</sup> Os números que compõe cada citação (ex: [1:2] [3]) correspondem: primeiro número é do documento primário em que está localizada no *software* Atlas TI; o segundo número representa a ordem da citação no documento e o terceiro número indica qual é a linha inicial do documento em que se encontra a citação.

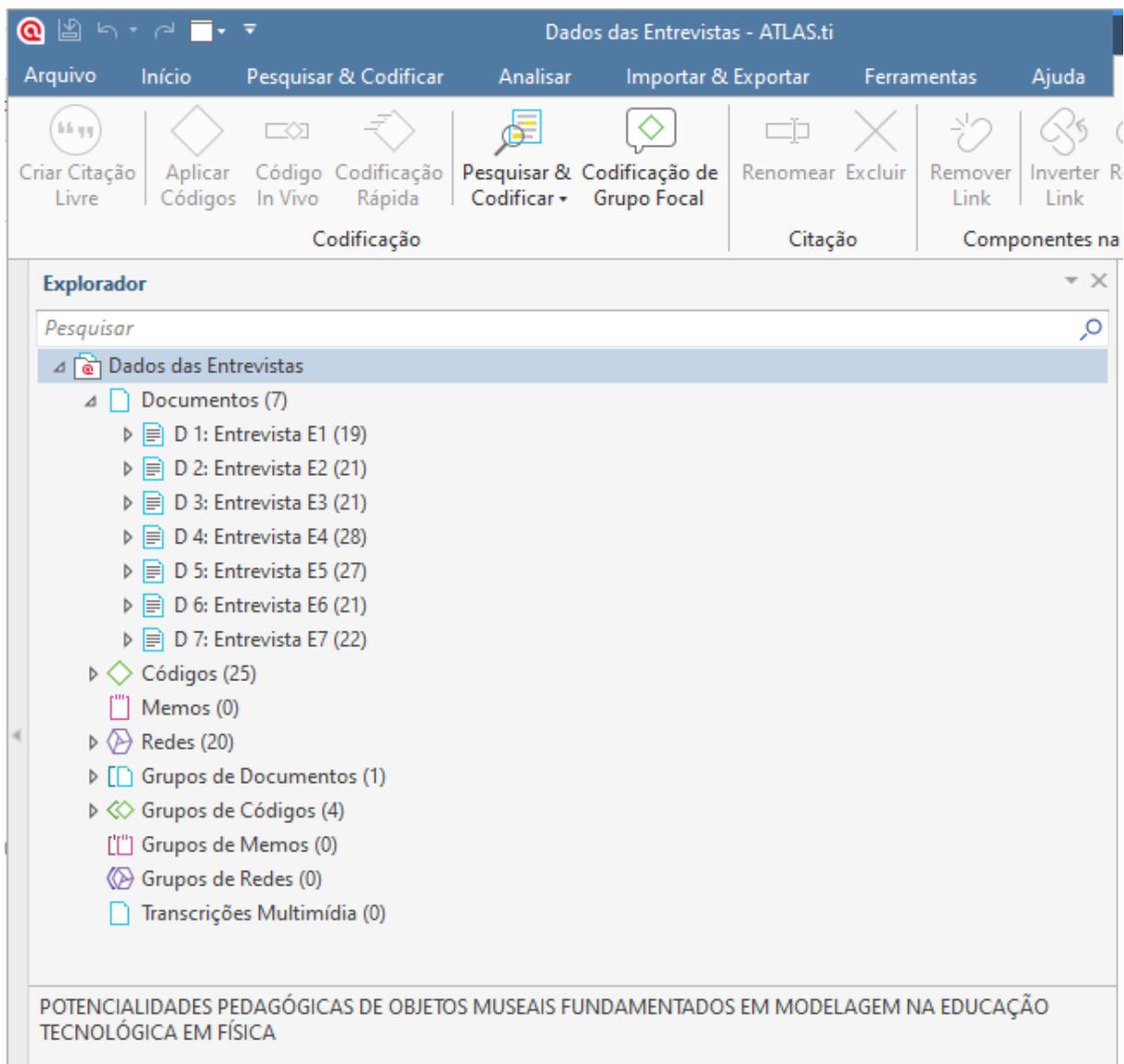
Figura 10 - Dado, citação do dado e linha do dado



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No *software* Atlas TI, as entrevistas foram devidamente organizadas em seus respectivos programas e também passaram pela individualização apresentada na figura 11. Dessa maneira, foi possível a análise individual da entrevista, como a análise no contexto.

Figura 11 - Organização das entrevistas individualmente



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com o uso do Atlas TI, o *software* permitiu produzir uma rede com as citações de cada elemento gerado e que passou por uma categorização dos elementos Códigos. Após relacionar as entrevistas, foi realizada a categorização, isto é, os recortes classificados *a priori* foram agrupados de acordo com características: categorização ou classificação das unidades em categorias, e tratamento dos resultados e interpretações, conforme Bardin (1977). As categorias que surgiram nessa etapa estão descritas no quadro 8.

Quadro 8 - Categorias (posteriori) e características dos códigos

Como você entende o papel das atividades no ensino de ciências em espaço não formal?	
<b>Categorias</b>	<b>Características</b>
Percebe Restrição	Entende ser importante, mas apresenta restrição
Percebe Valor	Entende ser importante
Em sua opinião, você acha que é possível ensinar e aprender ciência em um museu de ciências ou eles servem apenas para despertar o interesse pela ciência?	
<b>Categorias</b>	<b>Características</b>
Despertar interesse pela Ciência	O que foi consentido que desperta interesse
Ensinar e aprender Ciência	O que foi consentido como ensinar e aprender
Como você entende o papel dos objetos nos museus de ciências?	
<b>Categorias</b>	<b>Características</b>
Objeto 3D	Importância física, visual, tridimensional
Interação	Possibilidade de interação com o objeto
Como você compreende que a exposição desses objetos pode oferecer uma contribuição para a Educação em Ciências, em Física?	
<b>Categorias</b>	<b>Características</b>
Interação	Interação com o objeto, visual e física

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No levantamento das ideias que os professores fazem do papel dos museus de ciências para a aprendizagem de conceitos científicos em Física, os professores foram questionados sobre como entendem o papel das atividades no ensino de Ciências em espaço não formal. Buscamos nas falas deles as seguintes evidências:

“Acho que é uma atividade bem interessante poder levar os alunos em ambientes não formais” (P1).

“Eu acho que acaba atraindo mais o aluno por que o espaço formal, sala de aula, quatro paredes, torna-se uma coisa cansativa e massante e quando o aluno tem oportunidade de sair no ambiente externo diferenciado daquele de sala de aula isso já é mais gratificante, já traz aquela curiosidade ao aluno em um espaço igual esse daqui, poxa [sic], é uma oportunidade ímpar na vida dos alunos” (P2).

“Acho extremamente agregador porque é o que possibilita a gente diversificar um pouco mais as aulas empregadas. Deixa de ser aquela coisa metódica e sempre a forma de abordagem que os alunos têm, então varia bastante possibilitando interação maior desses alunos com a matéria provavelmente dita” (P3).

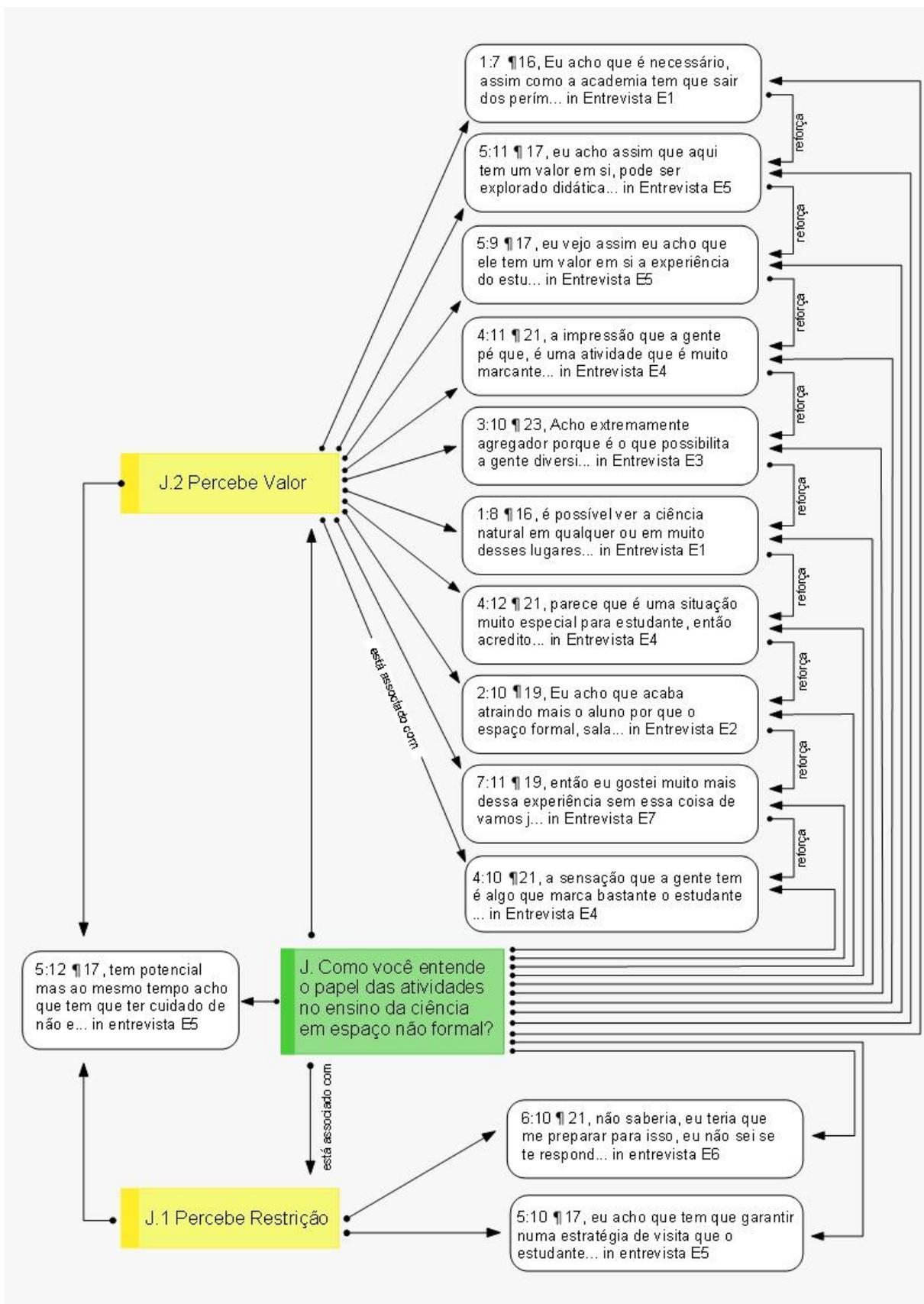
“[...] olha, é bastante... a sensação que a gente tem é que é algo que marca bastante o estudante... é algo que fica bem marcado na memória deles... acredito que, que seja interessante sim, seja importante” (P4).

“eu vejo assim: eu acho que ele tem um valor em si a experiência do estudante de ir nesses locais, interagir por ele mesmo com os objetos que estão postos aqui...” (P5).

Nos fragmentos das falas anteriores, observamos que na percepção dos professores, eles consideram relevante o papel das atividades no ensino de Ciências em espaço não formal ao responderem que o estudante precisa ver que a Ciência não está somente dentro da sala de aula, a experiência museal atrai mais, é mais gratificante, desperta a curiosidade. Ao contrário da sala de aula tradicional que é menos atraente, o espaço museal permite diversificar as aulas e possibilita maior interação do estudante com a matéria e a vivência no espaço fica marcada na memória dele.

Como podemos ver na figura 12, cada citação reforça a outra, porém destacamos que em uma das respostas, apesar de o professor reconhecer que a atividade tem potencial e o professor valorizar a experiência do estudante diante da possibilidade de interagir com os objetos, ao mesmo tempo ele acha que deve haver o cuidado de não escolarizar a visita.

Figura 12 - Rede gerada pelo software Atlas TI com o elemento *a priori* e categorias



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

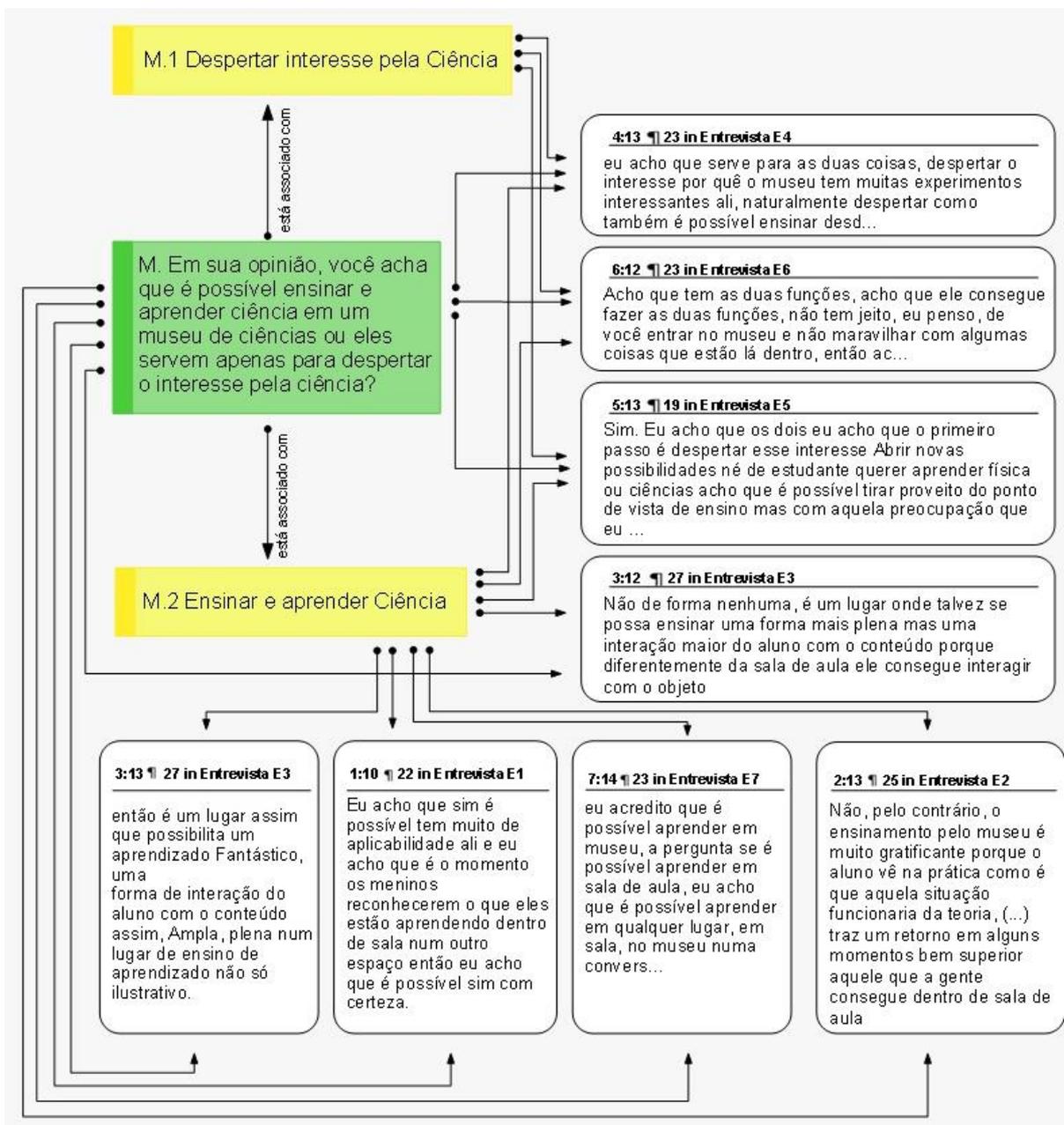
Entretanto, destacamos que não é uma percepção unânime entre os participantes, quando perguntado sobre a possibilidade de ensinar e aprender ciência em um museu de ciências, ou se serviriam apenas para despertar o interesse pela ciência. Conforme exemplo da figura 13, identificamos através da rede formada pelas citações, classificadas com elementos que pudessem se agrupar, 3 citações que se referem ao elemento “*Desperta interesse pela Ciência*” e ao mesmo tempo se referem ao elemento “*Ensinar e aprender ciência*”.

Nos fragmentos dessas 3 citações observamos que as opiniões dos professores são que é possível ensinar e aprender ciência em um museu e ao mesmo tempo eles servem para despertar o interesse pela ciência, abrir novas possibilidades para o estudante querer aprender Física, ativar parte da emoção, da sensação quando se pode interagir com o objeto, e ensinar desde que professor planeje alguma atividade específica para o museu ou que o próprio museu tenha um roteiro já com essa finalidade.

Encontramos também outras 5 citações que estão atreladas especificamente ao elemento “*Ensinar e aprender ciência*”.

Os principais fragmentos dessas 5 citações nos mostram que na opinião dos professores a atividade no espaço museal é uma oportunidade a mais para os estudantes reconhecerem o que aprendem dentro de sala, conectando teoria e prática, o que pode tornar o aprendizado gratificante, inclusive pelos recursos (animações, figuras, modelos, etc.) disponibilizados no espaço museal que podem proporcionar uma interação maior do aluno com o conteúdo, além do que se é possível aprender em sala de aula, é possível aprender em qualquer lugar.

Figura 13 - Rede gerada pelo software Atlas TI com o elemento a priori e categorias



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ainda na sequência da entrevista semiestruturada, buscamos identificar a percepção dos professores a respeito de conjuntos expositivos com possibilidades pedagógicas para o ensino de Física, com o objetivo de observá-los diante do objeto de pesquisa quando os professores foram questionados sobre como eles entendem o papel dos objetos nos museus de ciências. Ressaltamos os seguintes trechos nas respostas dos professores:

“[...] sim, eu vejo enorme potencial, os meninos ficam malucos na frente de uma coisa dessa” (P1).

“Bastante importante porque ver isso daqui em 3D é muito mais sensato do que ver a imagem no papel projetado no plano; então o aluno tem uma ideia de profundidade uma ideia de dimensões; então isso traz um conhecimento mais real para esse aprendizado” (P2).

”Eles possibilitam que os alunos, uma, Como que eu posso dizer além da interação uma ilustração mas mais ampla do que é abordado em sala de aula, por que com os recursos que nós temos, Independente se consegue o projetor num caso assim ideal que a gente tivesse isso em sala de aula mesmo assim ele não teriam essa representação assim tão palpável então é de suma importância por conta dessa amplitude de modelos de tipos de modelos né então ele consegue enxergar de diversas formas a aplicação de um determinado conteúdo” (P3).

“Olha é interessante porque é uma coisa que a gente não tem normalmente em sala de aula, tanto no livro, que é uma figura, 2D e mesmo que a gente, as vezes é comum que professor de biologia por exemplo no caso aqui do olho faça uma maquete, mas a questão as maquetes aqui do museu são do nível, o nível de acabamento bem acima do que a gente consegue fazer no dia a dia, nos trabalhos com estudante então eu acho bem interessante é uma oportunidade interessante, principalmente dado o nível que são, esses modelos no museu, em comparação com o que a gente acaba conseguindo fazer” (P4).

“[...] um papel dos objetos no museu pode ser conferir mais concretude, a outra é a que eu estou dizendo, é uma experiência é uma experiência estética, quer dizer, os materiais podem ser bonitos atrair o olhar do sujeito pela própria estética do objeto, [...] o papel dos objetos e também acho que é criar essa oportunidade do estudante ter uma experiência estética com os objetos para além daquilo que está sendo posto do ponto de vista de ensino, [...] eu acho que ele desperta o interesse, pode gerar novas perguntas que numa sala de aula não apareceria” (P5).

“[...] os objetos [permitem] para trabalhar a emoção, o sensorial mesmo, o sensorial no sentido assim, que no caso a maioria deles é visual vai provocar algo na parte emocional e se isso puder ainda vir para outros sentidos, de toque, de manipulação e tudo, aí eu acho que enriquece ainda mais a experiência [...]” (P6).

“Você diz aqui, os que a gente tá vendo aqui agora? É, eu acho eles muito importantes, por exemplo, eu estou vendo o modelo de olho todo completamente desmontado. Para a gente identificar as partes, eu sinto muita falta desse objeto aqui específico pra gente poder pegar, assim de poder montar esse olho e desmontar ele de novo [...]” (P7).

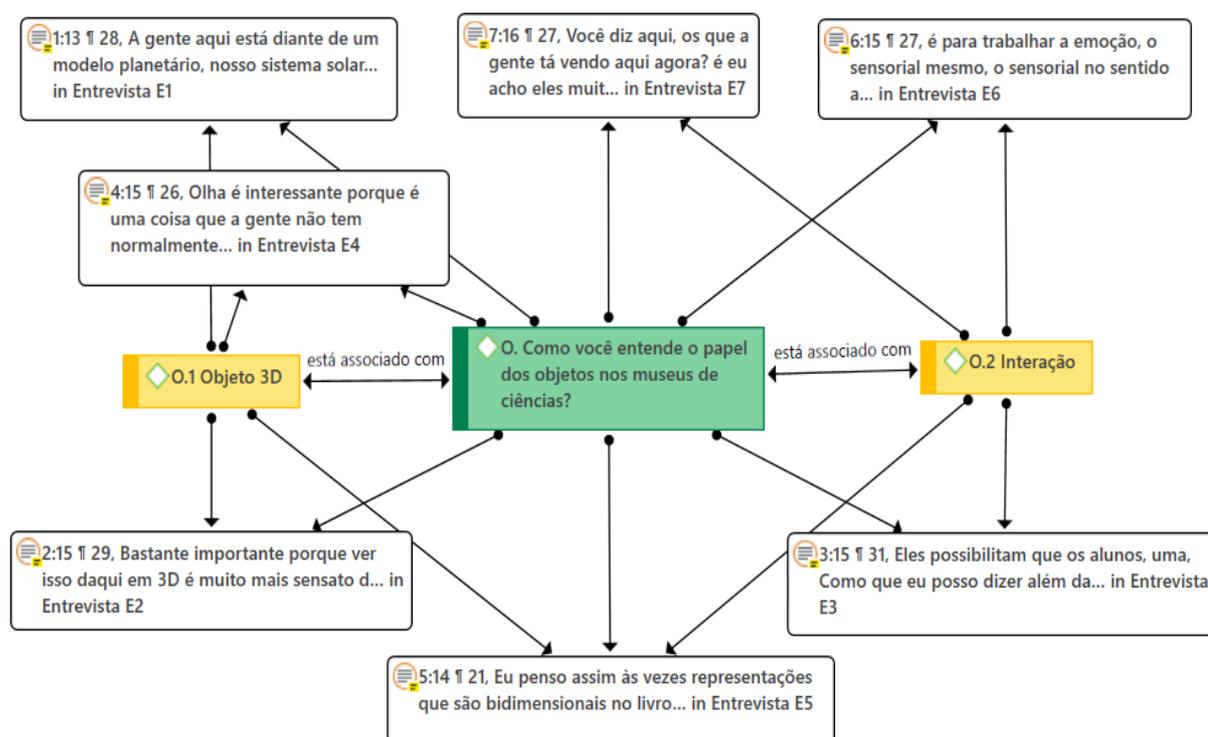
Por meio da figura 14, interpretamos a partir da rede formada e de quadros surgidos do *software* Atlas TI, que 3 citações se referem ao elemento *Objeto 3D* e 3 citações se referem ao elemento *Interação*, e uma outra citação se refere aos 2 elementos ao mesmo tempo.

Observamos nos fragmentos dessas citações que no entendimento dos professores os objetos nos museus de ciência assumem 2 papéis principais de grande importância, um deles desperta interesse dos estudantes pela riqueza de detalhes dos objetos, por serem visíveis, maquetes, 3D, com acabamento de boa qualidade e que normalmente eles não têm em sala de aula; o outro,

a possibilidade de identificar partes, ter uma experiência sensorial, uma interação com o objeto, uma ilustração mais ampla do que em sala de aula.

Ainda nos fragmentos da resposta de um dos professores, observamos que o papel dos objetos foi vinculado à importância de o objeto ser 3D e ao mesmo tempo pela possibilidade de interação do estudante com o modelo, quando o professor percebe que as representações dos livros ganham mais tangibilidade no museu por serem modelos mais concretos, despertar, atrair e, pela experiência estética, extrapolar a sala de aula.

Figura 14 - Rede gerada pelo software Atlas TI com o elemento a priori e categorias.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na última parte da pesquisa, com o objetivo de identificar como os professores entendem uma interação entre museus de Ciências e as escolas, tivemos como foco central a seguinte pergunta: “Tendo em vista a realidade escolar atual, você acredita que seria possível criar uma relação de ensino e aprendizagem entre o museu de ciências e a escola visando à melhoria no ensino de ciências?”

“Eu acho possível [...] é possível com toda certeza trazer os meninos eu acho que é muito vantajoso” (P1).

“Com certeza absoluta essa parceria, ela deveria ser algo no caso já programada pelas escolas em final de ano para que no ano consecutivo essas visitas se tornassem no caso reais programação, isso feita de forma antecipada gera maior conforto para o ano letivo sem atropelos, e sim fazer

um trabalho entre professores das áreas, ali no caso não só Ciências mas com geografia com história e aproveitar mais esse espaço para o conhecimentos gerais eu creio que dá para fazer um trabalho incrível interdisciplinar” (P2).

“Na verdade eu enxergo uma série de empecilhos para isso, mas ao meu ver seria fundamental que existisse essa relação, porque como já foi dito durante entrevista é uma forma de complementar essas aulas que são feitas dentro da escola, é um ambiente extremamente rico, é um ambiente diferenciado que a gente não consegue replicar dentro da escola então mesmo diante das burocracias eu acho que seria fundamental para o estabelecimento dessa relação à criação dessa parceria para que seja uma atividade frequente” (P3).

“Acredito que sim [...]” (P4).

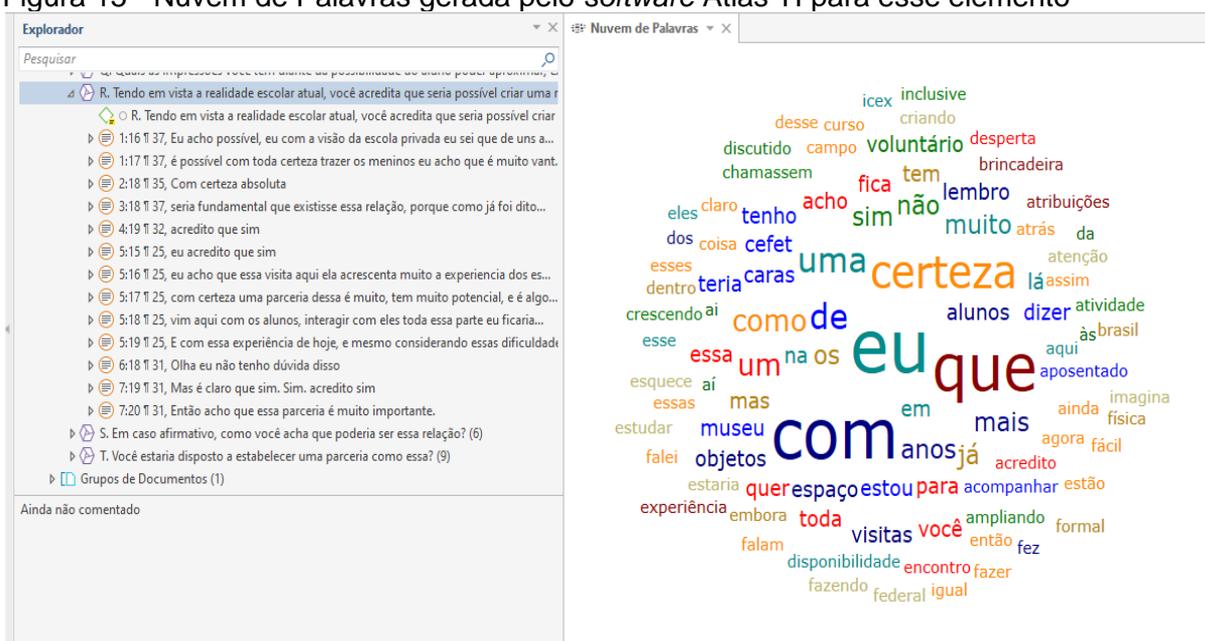
“eu acredito que sim [...] eu acho que essa visita aqui ela acrescenta muito a experiência dos estudantes no museu [...] mas com certeza uma parceria dessa é muito, tem muito potencial, e é algo que é pouco eu diria pouco explorado, eu usei muito pouco na minha trajetória docente essa interação dos meus alunos com os museus [...] mas a experiência com certeza aqui tem um potencial grande [...] a experiência em si para mim é muito motivadora, eu viria aqui com muito gosto, explorava os objetos, pensava não uma aula, mas como uma sequência de ensino que tivesse a visita a Museu como uma etapa, e vim aqui com os alunos, interagir com eles toda essa parte eu ficaria muito animado [...]” (P5).

“Olha eu não tenho dúvida disso [...]” (P6).

“Mas é claro que sim. Sim acredito sim” (P7).

Observamos nas evidências anteriores nas respostas dos professores que no geral eles concordam acreditando que seria possível criar uma relação de ensino e aprendizagem entre o museu de ciências e a escola visando a melhoria no ensino de ciências; conforme podemos ver na figura 15, o recurso Nuvem de Palavras do *software* Atlas TI que nos mostra as seguintes palavras comuns mais importantes usadas pelos professores nessa resposta aberta: “eu”, “com”, “certeza”.

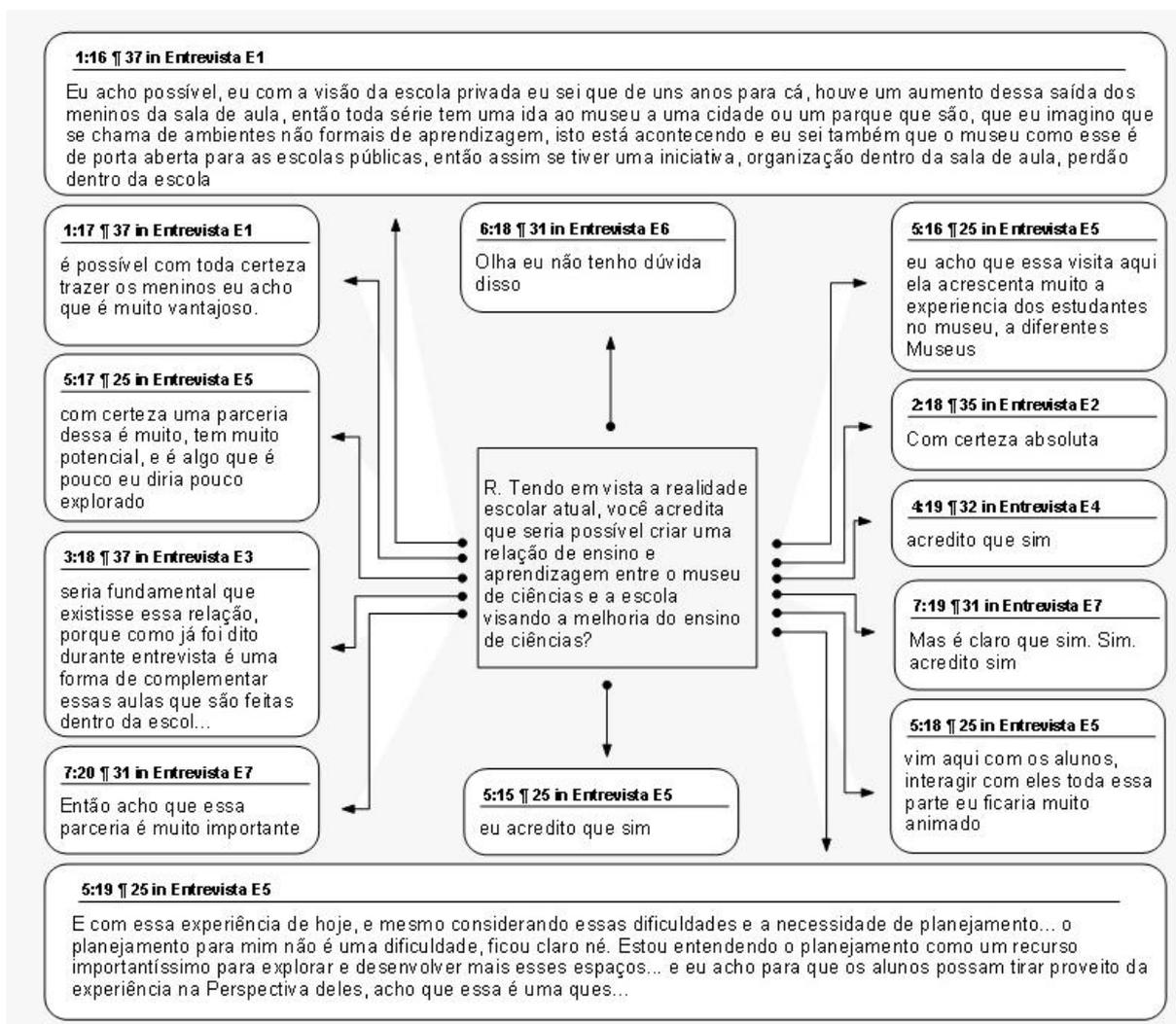
Figura 15 - Nuvem de Palavras gerada pelo software Atlas TI para esse elemento



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na figura 16 também podemos ver a unanimidade entre as respostas dos professores consentindo com a possibilidade de criar essa relação entre o museu de ciências e a escola visando à melhoria no ensino de ciências, mas apesar disso identificamos nos fragmentos das respostas elementos relacionados a benefícios e também a dificuldades como a apresentada pelo professor 3, que apesar de ver que seria fundamental que existisse essa relação, ele enxerga alguns empecilhos entre os listados no quadro 9.

Figura 16 - Rede gerada pelo software Atlas TI com o elemento



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Quadro 9 - Dificuldades e benefícios apontados pelos professores

Desvantagens/dificuldades	Vantagens/benefícios
Falta iniciativa, organização por parte da escola.	
Falta programação das escolas em final de ano para que no ano consecutivo essas visitas se tornem reais e sem atropelos.	Fazer um trabalho entre professores das áreas, não só ciências, mas com geografia, história e aproveitar mais esse espaço para o conhecimentos gerais e fazer um trabalho incrível interdisciplinar.
Burocracias (de ter o aluno fora da escola que também é a grande responsabilidade, autorização dos pais, seguro). Falta de orçamento.	Uma forma de complementar as aulas que são feitas dentro da escola, é um ambiente extremamente rico e diferenciado que não se consegue replicar dentro da escola. Muitas vezes as excursões são vistas como simplesmente diversão para os alunos.
Professor com carga horária muito alta, dando aula em várias escolas, sobrecarregado, dificuldade para conseguir ônibus, conseguir liberação, responsabilidade com a tutela dos	

<p>estudantes, turma grande, se traz uma turma, geralmente tem que trazer todas as turmas que da aula, a escola muito grande, são vários cursos diferentes, difícil reunir os docentes, você ter a direção e os professores todos eles juntos, para ver porque eu acredito que essas atividades, dado o nível de desgaste, a responsabilidades que ela tem de trazer os estudantes aqui, o ideal é que ela seja feita em grupo, que tenha mais professores engajados em torno da mesma atividade e no CEFET essa coisa é muito dissipada, a Física é separada da biologia, da química e você tem uma dificuldade muito grande de uma turma sua o professor de biologia é um, as outras turmas já é outro.</p>	
<p>Responsabilidade de sair com os alunos, pegar autorização, cuidar da logística.          Visitas guiadas, restringem o potencial pedagógico do museu sobretudo se se pensa na experiência mais de aprendizagem dos conceitos.          Dificuldade do próprio professor.          Inexistência de planejamento como um recurso importantíssimo para explorar e desenvolver mais esses espaços.          O direcionamento do estudante conflita com o não formal, que pressupõe que o sujeito tem a liberdade de experimentar o local.</p>	<p>A visita organizada e planejada com o apoio da instituição acrescenta muito a experiência dos estudantes no museu.          Interação dos alunos com os museus.          Ter vários modelos disponíveis.          Deixar uma experiência mais livre do estudante com os objetos.          Interação com os alunos, a experiência em si é muito motivadora.</p>
<p>Necessidade de planejamento.</p>	<p>A experiência de manipular os objetos.</p>
	<p>Escolas que tem poucos recursos podem aproximar os estudantes de objetos que eles podem interagir.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Quadro 10 - Perfil dos participantes da pesquisa

## i. Caracterização do perfil dos participantes da pesquisa

	<b>Graduação</b>	<b>Pós- -Graduação</b>	<b>Setor</b>	<b>Turma / aulas</b>	<b>Experiência docente</b>	<b>Recursos utilizados</b>	<b>Já deu aula em museu</b>	<b>Levou aluno a museu</b>
<b>P1</b>	Física	Especialização Tec. Dig. Apl. Ensino	Privado	3 / 12a	10	Quadro e Vídeos	Não	Não
<b>P2</b>	Matemática	Especialização Física	Privado	11 / 48a	27	Quadro e Data Show	Sim	Sim
<b>P3</b>	Engenharia Civil	Não	Pública	6 / 14a	6	Quadro	Não	Sim
<b>P4</b>	Física	Mestrado e Doutorado Física	Pública	3 / 12a	10	Quadro e Data Show	Não	Não
<b>P5</b>	Física	Mestrado e Doutorado Educação	Pública	4 / 14a	32	Expositiva	Não	Sim
<b>P6</b>	Física	Mestrado Física	Pública	3 / 12a	34	Experimental	Não	Sim
<b>P7</b>	Física	Mestrado Física	Privado	10 / 25a	18	Expositiva	Não	Sim

Fonte: Produzido pelo autor.

Comparando as respostas entre si de cada pergunta principal dentro de cada dimensão podemos notar na dimensão ii – Levantamento das ideias que os professores fazem do papel dos museus de ciências para a aprendizagem de conceitos científicos em Física, para a questão “*Como você entende o papel das atividades no ensino de ciências em espaço não formal?*”, quase todos os entrevistados indicaram que entendem ser muito importante o papel das atividades no ensino de ciências em espaço não formal, porém um deles indicou não saber responder à questão diretamente e outro indicou que gostou muito de uma experiência anterior que teve, de orientar discussões com alunos no museu.

Já para a dimensão iii – Percepção dos professores a respeito de conjuntos expositivos com possibilidades pedagógicas para ensino de Física, questão “*Como você entende o papel dos objetos nos museus de ciências?*”, vimos que os professores se mostraram motivados e com uma visão positiva, enxergando um enorme potencial, dando muita importância, achando interessante. Um deles relatou que o papel dos objetos é criar essa oportunidade de o estudante ter uma experiência estética com os objetos para além daquilo que está sendo posto do ponto de vista de ensino. Esse momento da entrevista ocorreu quando os participantes estavam diante dos conjuntos expositivos que continham vários objetos fundamentados em modelagem do olho humano.

Quanto à dimensão iv – Identificação de como os professores entendem uma interação entre museus de ciências e as escolas, questão “*Tendo em vista a realidade escolar atual, você acredita que seria possível criar uma relação de ensino e aprendizagem entre o museu de ciências e a escola visando a melhoria no ensino de ciências?*”, os professores responderam que:

“é possível com toda certeza trazer os meninos eu acho que é muito vantajoso” (P1).

“Com certeza absoluta essa parceria, ela deveria ser algo no caso, já programada pelas escolas em final de ano para que no ano consecutivo essas visitas se tornassem no caso reais programação, isso feita de forma antecipada gera maior conforto para o ano letivo sem atropelos, e sim fazer um trabalho entre professores das áreas, ali no caso não só Ciências mas com geografia com história e aproveitar mais esse espaço para o conhecimentos gerais eu creio que dá para fazer um trabalho incrível interdisciplinar” (P2).

“Na verdade eu enxergo uma série de empecilhos para isso, mas ao meu ver seria fundamental que existisse essa relação, porque como já foi dito durante entrevista é uma forma de complementar essas aulas que são feitas dentro da escola, é um ambiente extremamente rico, é um ambiente diferenciado que a gente não consegue replicar dentro da escola então mesmo diante das burocracias eu acho que seria fundamental para o

estabelecimento dessa relação à criação dessa parceria para que seja uma atividade frequente” (P3).

“acredito que sim [...] penso que devem ter muitas dificuldades, mais hoje eu acredito que a dificuldade maior está na vida do professor [...]” (P4).

“eu acredito que sim [...] eu acho que essa visita aqui ela acrescenta muito a experiência dos estudantes no museu, a diferentes Museus [...] mas com certeza uma parceria dessa é muito, tem muito potencial [...] mas a experiência com certeza aqui tem um potencial grande [...] a experiência em si para mim é muito motivadora, eu viria aqui com muito gosto, explorava os objetos, pensava não uma aula, mas como uma sequência de ensino que tivesse a visita a Museu como uma etapa, e vim aqui com os alunos, interagir com eles toda essa parte eu ficaria muito animado, a minha dificuldade, talvez seja até uma limitação minha, mas que sempre me afastou desse tipo de atividade” (P5).

“Olha eu não tenho dúvida disso [...]” (P6).

“Mas é claro que sim. Sim. acredito sim [...]” (P7).

O entrevistado P3, apesar de enxergar uma série de empecilhos, acha que seria fundamental que existisse essa relação de ensino e aprendizagem entre o museu de ciências e a escola.

A maioria dos entrevistados acredita na possibilidade da criação de uma relação de ensino e aprendizagem entre o museu de ciências e a escola visando à melhoria no ensino de ciências.

No levantamento das ideias que os professores fazem do papel dos museus de ciências para a aprendizagem de conceitos científicos em Física, ao expressar que *“entende o papel das atividades no ensino de ciências em espaço não formal”*, o professor 4 indicou que:

“[...] a sensação que a gente tem é que é algo que marca bastante o estudante [...] é algo que fica bem marcado na memória deles [...]” (P4).

Conforme indicam os autores, os objetos de museus são, por definição e obrigação, fonte de informação (MARANDINO, 2001).

Na percepção dos professores a respeito de conjuntos expositivos com possibilidades pedagógicas para ensino de Física quanto ao entendimento do papel dos objetos nos museus de ciências, os entrevistados indicaram que:

“Bastante importante porque ver isso daqui em 3D é muito mais sensato do que ver a imagem no papel projetado no plano [...]” (P2).

“Eles possibilitam que os alunos, uma, Como que eu posso dizer além da interação uma ilustração mas mais ampla do que é abordado em sala de aula [...] é de suma importância por conta dessa amplitude de modelos” (P3).

“Olha é interessante porque é uma coisa que a gente não tem normalmente em sala de aula, tanto no livro, que é uma figura, 2D [...] acho bem interessante é uma oportunidade interessante, principalmente dado o nível

que são, esses modelos no museu, em comparação com o que a gente acaba conseguindo fazer” (P4).

“o papel dos objetos é também acho que é criar essa oportunidade do estudante ter uma experiência estética com os objetos para além daquilo que está sendo posto do ponto de vista de ensino [...] eu acho que ele desperta o interesse, pode gerar novas perguntas que numa sala de aula não apareceria” (P5).

“objetos é para trabalhar a emoção, o sensorial mesmo, o sensorial no sentido assim, que no caso a maioria deles é visual vai provocar algo na parte emocional e se isso puder ainda vir para outros sentidos, de toque, de manipulação e tudo, aí eu acho que enriquece ainda mais a experiência [...]” (P6).

“eu acho eles muito importantes “ (P7).

Conforme indicam os autores, a exposição em um museu é algo mais, porque mostra objetos determinados, objetos que são valorizados como importantes de serem vistos, admirados, contemplados (VALENTE, 2005).

Fazendo uma leitura de forma geral em todas as respostas de cada professor, observamos que a maioria das dificuldades apresentadas pelos professores foram associadas a aspectos da escola (estrutura, logística, orçamento, planejamento, etc.), e a minoria relaciona a dificuldade do próprio professor e também ao papel do professor *versus* o do monitor durante a visita ao espaço museal.

Apesar das dificuldades apresentadas, os professores se mostraram motivados, abertos a uma relação entre escola e museu, enxergam e valorizam o potencial, o espaço não formal, os objetos, consideram ser agregador, acreditam na relação da escola com o museu, se dispõem a participar, alerta para o cuidado de não escolarizar a atividade, entende que o objeto estimula e enriquece a atividade, aprecia a possibilidade de interatividade, e acha que a escola deve tomar a iniciativa de procurar os museus.

### **5.3 Análise estrutural do objeto museal: o modelo do olho humano**

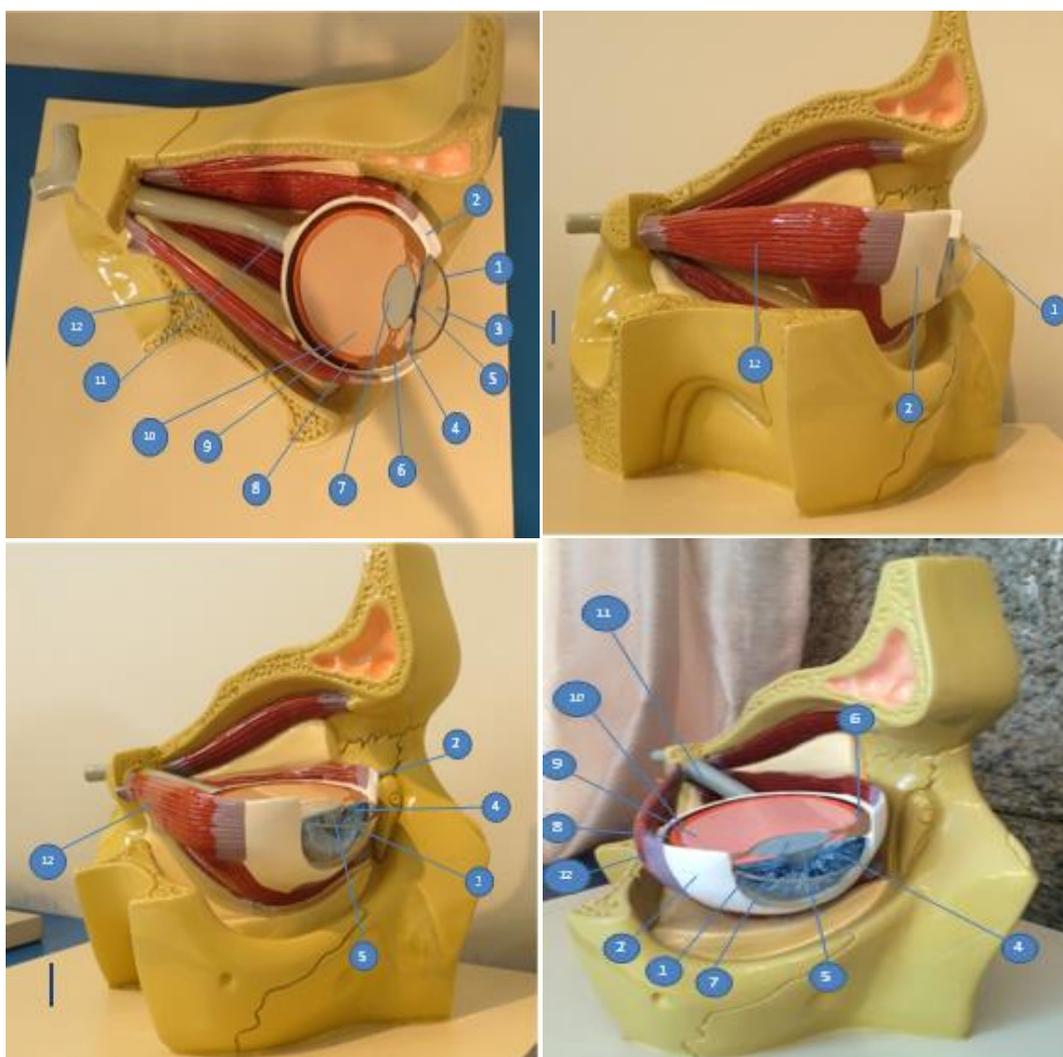
Durante as visitas aos museus de Ciências Morfológicas e o de História Natural e Jardim Botânico, ambos da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, identificamos o objeto museal fundamentado em modelagem, modelo do olho humano.

Na figura 17, apresentamos uma montagem feita com algumas fotos tiradas de conjuntos expositivos contendo o objeto museal modelo do olho humano, presente nos dois museus citados anteriormente, pois os modelos do olho humano encontrados em outros dois museus apresentam formatos e cores diferentes, além

de em um dos modelos faltar uma importante parte, não sabemos se por falta de manutenção ou por detalhe construtivo, assim buscamos selecionar modelos com formatos semelhantes para focarmos nas mesmas partes consideradas pelos materiais didáticos como as partes mais importantes do olho humano.

Para iniciar a identificação dessas partes, que no processo de mapeamento estrutural são consideradas como elementos a serem comparados entre os domínios, o familiar e o domínio a ser explicado/compreendido, inserimos a seguir números marcando-as, de modo que favorecesse a leitura dos aspectos estruturais desses elementos do modelo e que nos permitisse fazer a identificação e comparação quando da realização do mapeamento.

Figura 17 - Objeto museal fotografado – Modelo do Olho Humano

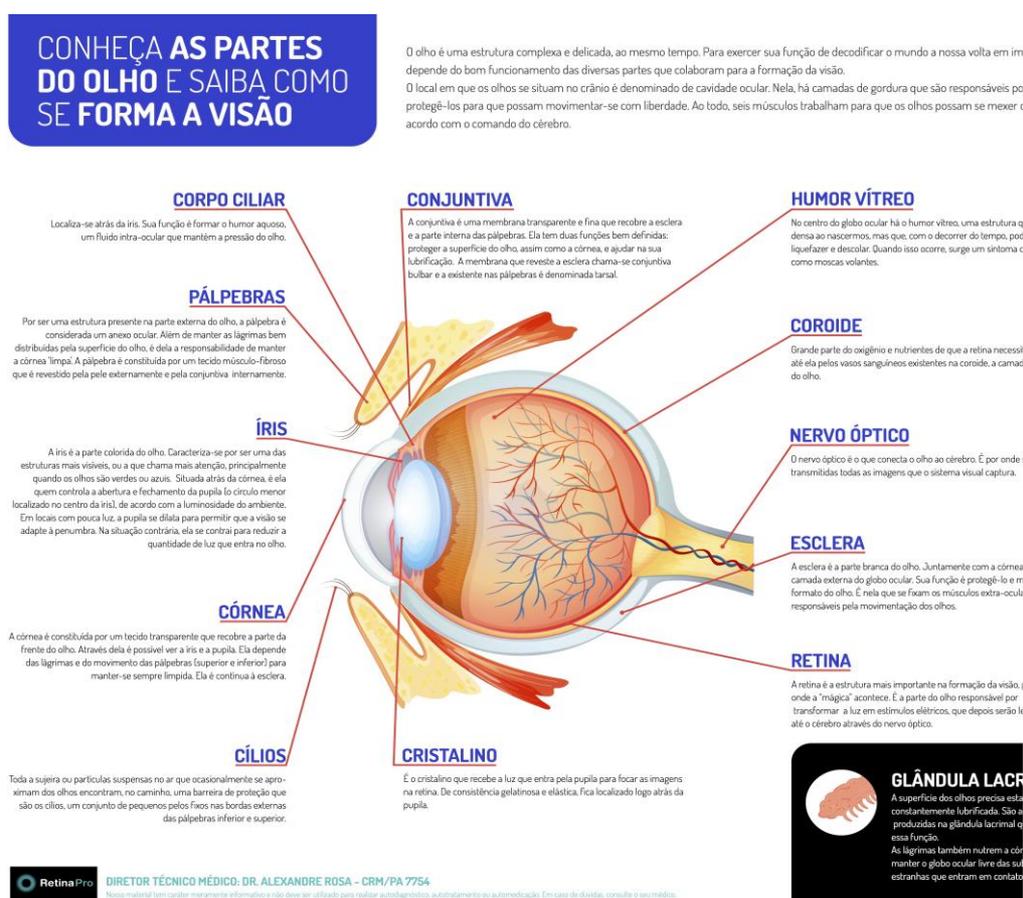


Fonte: Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG.

A figura 18 apresenta uma ilustração esquemática do olho humano

com a identificação e os nomes dos principais elementos que constituem essa entidade de interesse científico, a fim de facilitar a elaboração e a compreensão do mapeamento estrutural das correspondências dos elementos, atributos e relações entre o domínio representado (a entidade de interesse científico) e o domínio representante (o modelo exposto no museu).

Figura 18 - Representação pictórica e esquemática do olho humano com a identificação de elementos e descrições estruturais



Fonte: Site RetinaPr. Disponível em: <<https://retinapro.com.br/blog/principais-partes-do-olho/>>. Acesso em: 07 out. 2020.

### 5.3.1 Mapeamento Estrutural do Modelo do Olho Humano

O quadro 11 apresenta o mapeamento estrutural que fizemos e os símbolos gráficos criados por Ferry (2018, p. 111-112) para representar as correspondências entre o domínio representado e o domínio representante. Essas correspondências podem incidir sobre elementos, atributos dos elementos ou relações estabelecidas em cada domínio. Qualquer correspondência utilizada para indicar uma limitação da comparação ou

diferença alinhável foi identificada pela presença da letra X no meio de uma seta bidirecional.

Quadro 11 - Comparação entre os elementos do modelo e os elementos do olho humano

Modelo (representante)	Correspondências	Entidade de interesse científico modelada (representado)
1	$\longleftrightarrow E_1$	Córnea
2	$\longleftrightarrow E_2$	Esclera
3	$\longleftrightarrow E_3$	Humor aquoso
4	$\longleftrightarrow E_4$	Íris
5	$\longleftrightarrow E_5$	Pupila
6	$\longleftrightarrow E_6$	Corpo ciliar
7	$\longleftrightarrow E_7$	Cristalino
8	$\longleftrightarrow E_8$	Coroide
9	$\longleftrightarrow E_9$	Humor vítreo
10	$\longleftrightarrow E_{10}$	Retina
11	$\longleftrightarrow E_{11}$	Nervo óptico
12	$\longleftrightarrow E_{12}$	Músculos oculares
13	$\longleftrightarrow E_{13}$	Pálpebra superior
14	$\longleftrightarrow E_{14}$	Pálpebra inferior
15	$\longleftrightarrow E_{15}$	Glândula lacrimal
A parte 1 constituída por material transparente.	$\longleftrightarrow A_1(E_1)$	A córnea é constituída por tecido transparente.
A parte 1 está na parte da frente do olho.	$\longleftrightarrow A_2(E_1)$	A córnea focaliza a luz, é a "janela" do olho.
A parte 4 é fixa.	$\longleftrightarrow L_1:[A_3(E_4)]$	A íris dilata.
A parte 1 é contínua à parte 2.	$\longleftrightarrow r_1(E_1, E_2)$	A córnea é contínua à esclera.
A parte 2 juntamente com a parte 1, forma a camada	$\longleftrightarrow r_2(E_2, E_1)$	A esclera juntamente com a córnea, forma a camada externa

externa do globo ocular.		do globo ocular.
A parte 4 está situada atrás da parte 1.	$r_3(E_4, E_1)$ ←→	A íris está situada atrás da córnea.
A parte 5 está localizada no centro da parte 4.	$r_4(E_5, E_4)$ ←→	A pupila está localizada no centro da íris.
A parte 6 localiza-se atrás da parte 4.	$r_5(E_6, E_4)$ ←→	O corpo ciliar localiza-se atrás da íris.
A parte 7 fica localizada logo atrás da parte 5.	$r_6(E_7, E_5)$ ←→	O cristalino fica localizado logo atrás da pupila.
A parte 9 está vazia, o modelo não apresenta um elemento correspondente ao humor vítreo na parte interna do globo ocular.	$L_2:[r_7:(E_9, E_{10})]$ ←→ X	O humor vítreo fica no centro do globo ocular, envolto pela retina.
A parte 11 conecta ao olho chegando apenas até a esclera (parte externa do olho).	$L_3:[r_8:(E_{11}, E_8)]$ ←→ X	O nervo óptico conecta o cérebro ao olho chegando até a coróide e outras partes internas do olho.
A parte 12 se fixa na parte 2.	$r_9(E_{12}, E_2)$ ←→	Os músculos oculares se fixam na esclera.
<i>Não há elemento correspondente.</i>	$L_4:[r_{10}:(E_{13}, E_2)]$ ←→ X	A pálpebra superior ( $E_{13}$ ) localiza-se na parte externa da esclera ( $E_2$ ).
<i>Não há elemento correspondente.</i>	$L_5:[r_{11}:(E_{14}, E_2)]$ ←→ X	A pálpebra inferior ( $E_{14}$ ) localiza-se na parte externa da esclera ( $E_2$ ).
<i>Não há elemento correspondente.</i>	$L_6:[r_{12}:(E_{15}, E_{13})]$ ←→ X	A glândula lacrimal palpebral ( $E_{15}$ ) está na espessura da pálpebra superior ( $E_{13}$ ).
A parte 4 é fixa.	$D_1:[(A_3, E_4)]$ ←→ X	A íris tem uma abertura central, a pupila. Ela controla abertura e fechamento da pupila,
A parte 5 é fixa.	$L_7:[(A_4, E_5)]$ ←→ X	A pupila tem diâmetro que se ajusta e se altera de acordo com quantidade de luz que penetra nas porções internas do globo ocular.
A parte 7 não apresenta essa característica.	$L_8:[(A_5, E_7)]$ ←→ X	O cristalino apresenta consistência gelatinosa.
A parte 7 não é elástica	$L_9:[(A_6, E_7)]$ ←→ X	O cristalino é elástico.
A parte 1 não é totalmente contínua à parte 2.	$D_2:[r_1(E_1, E_2)]$ ←→ X	A córnea é contínua à esclera.

De acordo com esse mapeamento estrutural, o modelo possibilitou o estabelecimento de 38 correspondências: 15 entre elementos, 2 entre atributos, 7 entre relações de primeira ordem, além de 2 diferenças alinháveis e 12 limitações. Essa grande quantidade de correspondências evidencia certo nível de enriquecimento e sofisticação dessa representação.

Consideramos que o modelo é estruturalmente consistente, pois há correspondência um a um entre seus elementos: parte 1/Córnea; parte 2/Esclera; parte 3/Humor aquoso; parte 4/Íris; parte 5/Pupila; parte 6/Corpo ciliar; parte 7/Cristalino; parte 8/Coroide; parte 9/Humor Vítreo; parte 10/Retina; parte 11/Nervo óptico; parte 12/Músculos oculares; parte 13/Pálpebra superior; parte 14/Pálpebra inferior; parte 15/Glândula lacrimal; estendendo-se aos atributos. Essa correspondência um a um, associada à conectividade em paralelo dos códigos mapeados nas relações, evidencia a consistência estrutural do modelo, pois não há elementos, atributos ou relações em um domínio que correspondam a mais de um elemento, atributo ou relação no outro domínio. Com relação à sistematicidade, ela é inexistente ou mínima, uma vez que só foi mapeada relação de primeira ordem. De acordo com o nosso referencial teórico, isso significa que o modelo do olho humano teria um maior “poder inferencial” sobre o olho humano se houvessem outras relações de segunda ordem ou de ordem superior. O foco está em atributos e elementos estruturais de cada domínio, apesar disso, não está limitado somente à aparência do olho humano, ele também permite explorar relações de ordem estrutural entre os elementos que o constitui ao apresentar também a estrutura interna do olho.

Além disso, o modelo apresentou duas diferenças alinháveis mapeadas no quadro 11 que se destacam ao analisar o modelo. A primeira ( $D_1$ ) diz respeito à falta de movimento interno da parte 4 (representante), já a íris (representado) é quem controla abertura e fechamento da pupila. A segunda diferença alinhável ( $D_2$ ) traz uma observação importante a ser esclarecida ao estudante, pois sendo o modelo uma representação, possivelmente detalhes na construção do modelo podem passar despercebidos criando uma ideia errada da constituição do olho humano. Em ( $D_2$ ) a limitação diz respeito à parte 1 e à parte 2 no domínio representante, que não são totalmente contínuas; já a córnea e a esclera no domínio representado são totalmente contínuas.

Além dessas diferenças, o mapeamento estrutural também aponta para limitações do modelo. As limitações mapeadas, associadas a códigos novos, referem-se a entidades (elementos, atributos ou relações) presentes em um domínio que não encontram correspondentes no outro domínio, como as codificadas como L4, L5 e L6, que se referem, respectivamente, aos elementos E13 (Pálpebra superior – Representante), E14 (Pálpebra inferior – Representante) e E15 (Glândula lacrimal – Representante).

Além disso, algumas limitações mapeadas se apresentam como aspectos ou predicados descritivos do domínio representado que não podem ser transferidos para o domínio representante. Assim como nas limitações L7, L8 e L9 que se referem, respectivamente, a um atributo (A pupila tem diâmetro que se ajusta e se altera de acordo com quantidade de luz que penetra nas porções internas do globo ocular) do elemento E5 (Íris – Representado), e dois atributos (O cristalino apresenta consistência gelatinosa e é elástico) do E7 (Cristalino – Representado).

Há que se dizer que o mapeamento apresentado no quadro 11 não esgota as possibilidades de correspondências de similaridade, tampouco esgota as diferenças alinháveis e as limitações do modelo. Contudo, consideramos que tanto as diferenças alinháveis mapeadas quanto as limitações são aspectos possíveis e relevantes de serem abordados na análise desse modelo.

## 6 CONSIDERAÇÕES

Nossa sequência metodológica e a análise de resultados nos permitiu compreender, na percepção de professores de Física da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, e professores de outras instituições de ensino da Educação Básica, quais as potencialidades pedagógicas envolvidas na exposição em museus de modelos convencionais para o ensino de Física. Assim, pudemos analisar o problema que orientou nossa pesquisa: *quais as potencialidades pedagógicas oferecidas à Educação em Ciências, especificamente, ao ensino de Física, no contexto da Educação Tecnológica, pela exposição de objetos fundamentados em modelagem em centros ou museus de Ciência e Tecnologia.*

Buscando responder a esse problema, nosso percurso metodológico foi dividido em duas etapas: (i) Visitação dos museus para identificação e caracterização dos objetos museais fundamentados em modelagem; e para isso realizamos a criação e adaptação da ferramenta de coleta de dados (Grelha), visita para validação da ferramenta e visita para a realização da coleta de dados. (ii) Realização de entrevistas semiestruturadas com a participação de professores de Física da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, e professores de outras instituições de ensino da Educação Básica não pertencentes a essa rede.

Na primeira etapa da visita dos museus para identificação e caracterização dos objetos museais fundamentados em modelagem, evidenciamos 17 conjuntos expositivos (CE) nos 6 museus (espaços museais) visitados. Entre os conjuntos expositivos classificados para a pesquisa com possibilidades pedagógicas para ensino de Física, encontram-se 180 objetos diversos.

Dos conjuntos expositivos relacionados na Grelha quanto à tipologia do objeto foco ou central do conjunto expositivo, 5 foram classificados como modelo (representação parcial de uma entidade de interesse científico), sendo 1 conjunto expositivo representando o sistema solar, 2 conjuntos expositivos diferentes representando os principais componentes do olho humano (olho humano decomposto), e 2 objetos representando o olho humano (composto) em corte.

Nos objetos classificados como modelos, identificamos suas características no contexto da exposição quanto ao modo de representação, dinâmica da representação, função do modelo e estratégia de modelagem.

Somente um apresenta estratégia de modelagem *Modelagem esquemática*, e modo de representação *Concreto (3D)*, os demais apresentam estratégia de modelagem, *Modelagem analógica* e modo de representação *Visual (2D ou pseudo-3D)*.

Quanto à função do modelo, tanto o que apresenta estratégia de modelagem *Modelagem esquemática*, quanto os que apresentam estratégia de modelagem *Modelagem convencional* têm a função do modelo *pedagógica ou de divulgação*.

Apesar da existência de um número maior de conjuntos expositivos e objetos museais com características e possibilidades pedagógicas para ensino de Física no Espaço do Conhecimento da UFMG, selecionamos o objeto modelo do olho humano encontrado nos conjuntos expositivos do Espaço Interativo de Ciências da Vida, na Sala dos Sentidos do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, e também no Museu de Ciências Morfológicas da UFMG, por apresentar maior aderência às características pesquisadas, além de a exposição apresentar modelos anatômicos dos principais órgãos sensoriais, assim como modelos funcionais e interativos que permitem através das variadas estratégias museográficas identificadas nesses conjuntos expositivos (como o Vídeo do olho virtual em 3D, o Olho Gigante modelo anatômico aumentado combinado a um vídeo interativo, o Modelo decomposto do olho humano construído em acrílico exposto em vitrine, o modelo esquemático do olho humano em painel de acrílico), ao sujeito da nossa pesquisa (professores) visualizar as possíveis potencialidades do objeto museal para o ensino de Física, o que foi percebido pelos professores. Assim, nessa primeira etapa, confirmamos a identificação, a caracterização, e a importância das características dos objetos museais fundamentados em modelagem expostos nos museus de ciências.

Concluída a etapa da visita dos museus para identificação e caracterização dos objetos museais fundamentados em modelagem, ela forneceu dados para o mapeamento estrutural do modelo do olho humano (seção 5.3), objeto museal baseado em modelagem encontrado nos conjuntos expositivos que abordam algum tema de estudo de interesse da Física da EPTNM do CEFET contido na grade curricular, com a finalidade de identificação das correspondências entre elementos, atributos e relações, ou seja, as potenciais similaridades que constituem as representações. O nosso mapeamento revelou a presença de quinze elementos, seis atributos, sete relações, oito limitações, duas diferenças alinháveis entre os

domínios de representação, sendo uma delas focada em relações. Por meio do mapeamento estrutural, foi possível analisar a consistência estrutural, o foco e a sistematicidade. Entre os resultados, consideramos que a existência de correspondência um a um entre os elementos e atributos entre os domínios representante e representado revela que é estruturalmente consistente. Que apesar do maior número de relações mapeadas em relação à quantidade de atributos relevantes, o que caracterizaria o foco relacional; o mapeamento nos permitiu também perceber um grande número de limitações relacionadas a essas relações e atributos dos elementos, sugerindo o caráter menos relacional e mais descritivo do objeto de interesse científico tomado como alvo da representação.

O modelo não possui sistematicidade, pois as relações representadas apareceram como predicados isolados, independentes entre si, sem qualquer relação de segunda ordem ou de ordem superior capaz de conectá-las.

Além de destacar, ainda, entre as diferenças alinháveis, a  $D_2$ , na qual o modelo sugere a descontinuidade entre a córnea e a esclera e entre as nove limitações mapeadas, as quatro que identificam a ausência de elementos correspondentes, humor vítreo, pálpebra superior, pálpebra inferior e glândula lacrimal. Tanto no caso das diferenças alinháveis quanto no caso das limitações, a ausência de similaridade pode dificultar inferências que os estudantes podem formular em relação ao domínio representado.

Contudo, consideramos que, embora essa ausência de sistematicidade não comprometa o seu papel como representação parcial do olho humano a ser ensinado, aprimoramentos desse modelo poderiam conferir algum grau de sistematicidade que certamente o enriqueceria ainda mais, ampliando tanto a sua abrangência quanto as potencialidades pedagógicas enquanto recurso de mediação didática no contexto de ensino de Física.

Na segunda etapa, após identificação dos museus e dos objetos de interesse da pesquisa, visitamos o museu com a participação dos professores de Física para realização de entrevistas semiestruturadas sobre a prática docente em Física, especialmente sobre suas percepções, ideias e opiniões frente à possibilidade de ensinar e aprender ciência por meio de objetos museais. As visitas foram realizadas no Espaço Interativo de Ciências da Vida no MHNJB da UFMG. Para as entrevistas de cada professor, elaboramos um roteiro de sugestão de uso (Apêndice II). As perguntas foram sendo respondidas ao longo do percurso da visita na Sala

dos Sentidos, que tem como objetivo apresentar ao visitante através de conjuntos expositivos contendo modelos com a estrutura e funcionamento dos principais órgãos do corpo humano envolvidos na percepção visual, auditiva, olfativa, gustativa e tátil. Os modelos da modalidade sensorial visual foram todos convencionais, um modelo anatômico aumentado, combinado com um vídeo interativo, um modelo decomposto do olho humano, os quais permitem visualizar a estrutura tridimensional externa e interna do olho em diversas perspectivas, um modelo esquemático, dois modelos funcionais e um modelo em corte (figura 4) que foi alvo de uma das perguntas. Os participantes identificaram a abrangência e potencialidades no uso dos modelos expostos no espaço museal para o ensino de Física conforme descrito na seção 5.2.

Perante a sequência apresentada, conseguimos responder a nossa questão de pesquisa de quais as possíveis potencialidades pedagógicas oferecidas à educação em ciências, especificamente, ao ensino de Física, no contexto da educação tecnológica, pela exposição de objetos fundamentados em modelagem em centros ou museus de Ciência de acordo com as entrevistas semiestruturadas com professores de Física da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, e professores de outras instituições de ensino da Educação Básica não pertencentes a essa rede. Identificamos que os participantes percebem a importância do papel das atividades no ensino de Ciências em espaço não formal, bem como a importância dos objetos museais fundamentados em modelagem para mediação pedagógica no ensino de Física, embora existam obstáculos que dificultam a utilização desses recursos. Entendem que os papéis dos objetos nos museus de Ciências assumem alta relevância quanto às possibilidades de: interação com o objeto, vivência de uma experiência sensorial, ilustração mais ampla do que teria em sala de aula. Relevância também quanto à possibilidade de o estudante conectar com o conteúdo de ensino, despertar seu interesse pela riqueza de detalhes dos objetos (formato tridimensional, superioridade visual, qualidade, acabamento). Esses entendimentos corroboram a opinião de diversos autores quanto à importância dos museus de ciências na educação no sentido de que esse tipo de instituição pode proporcionar aos seus visitantes experiências e vivências que a escola, por muitas vezes, não pode proporcionar, e, ainda, que os objetos de museus são, por definição e obrigação, fonte de informação, não se tratando de meros objetos. Embora todos os participantes da pesquisa tenham reconhecido a

relevância desses espaços para o ensino de ciências e tenham se mostrado dispostos a participar de ações que visam o estabelecimento de uma parceria entre o espaço de ensino não formal com a escola, a grande maioria deles não especificou como poderia se estabelecer essa parceria. Isso sugere a importância de trazer a discussão sobre museus e centros de ciências para mais próximo dos professores.

Esse reconhecimento dos professores foi importante para nossa pesquisa, pois permitiu observar que os professores indicam o potencial dos modelos apresentados e, ainda, visualizam as possibilidades de uso, o que sugere que o ensino e a aprendizagem com modelos existentes em espaço não formal incentivam a ampliação de inferências em relação aos conceitos científicos.

Concluimos assim, que a pesquisa trouxe reflexões para o ensino e aprendizagem de Ciências por meio de práticas educativas fundamentadas em modelagem, mostrando que elas podem se constituir como possíveis potencialidades para a Educação em Ciências, uma vez que pode promover através do uso de modelos um ensino mais prático, crítico e aplicável à vida comum e profissional dos estudantes. Destacamos como contribuições de desdobramentos dessa pesquisa a possibilidade de avaliar essa perspectiva metodológica, com a análise do potencial dos modelos na percepção de estudantes sobre o seu uso, para outros modelos ou conteúdos do ensino de Física, o que pode favorecer significativamente a área de pesquisas de práticas educativas fundamentadas em modelagem, uma vez que a percepção do estudante pode auxiliar na construção conjunta dos conceitos e procedimentos que envolvem as Ciências.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, W. V. **Análise da sistematicidade de analogias em contextos de ensino e de pesquisa na educação em ciências**. Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2019.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70; 1977.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Título II, Dos Princípios e Fins da Educação Nacional, Art. 2º. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 03 maio 2019.
- BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S. e VEIT, E. A. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física. **Física na escola**. São Paulo. v. 9, n. 1, p. 10-14, 2008.
- CHAMIZO, J. A. A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. **Science & Education**, 2011.
- DELORS, J. (org.). **Educação: um tesouro a descobrir** – Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. Editora Cortez, 7. ed. 2012.
- FERRY, A. S. **Análise Estrutural e Multimodal de Analogias em uma Sala de Aula de Química**. 170 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2016.
- FERRY, A. (org.). **Pesquisas sobre Analogias no contexto da Educação em Ciências à luz da Teoria do Mapeamento Estrutural (Structure-mapping theory)**. São Paulo: Livraria da Física, 2018.
- FIGUEROA, A. M. S. **Os objetos nos museus de ciências: o papel dos modelos pedagógicos na aprendizagem**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2012.
- GENTNER, D. **Structure-Mapping: a Theoretical Framework for Analogy**. *Cognitive Science*, v. 7, p. 155-170, 1983.
- GENTNER, D.; MARKMAN, A. B. Structure mapping in analogy and similarity. **American Psychologist**, v. 52, n. 1, p. 45-56, 1997.
- GIERE, R.N. **Explaining Science: A cognitive approach**. Chicago and London: University of Chicago Press, 1988.
- GRISPUN, M. P. S. Z. Educação Tecnológica. In: GRISPUN, M. P. S. Z. (org.). **Educação Tecnológica: Desafios e perspectivas**. São Paulo, p. 25-73, 2002.
- JUSTI, R.; GILBERT, J. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2012.

KRAPAS, S.; QUEIROZ, G.; COLINVAUX, D.; FRANCO, C. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, 1997.

LOURENÇO, M. **Museus de Ciência e Técnica: que objetos?**. Dissertação de Mestrado em Museologia e Patrimônio. Departamento de Antropologia. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2000.

MARANDINO, M. **Interfaces na relação museu-escola**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 18, n. 1, p. 85-100, abr. 2001.

MOYA, M. C. H. **Cómo Hacer un Museo de Ciencias**. Mexico: Ediciones Científicas Universitarias, 1998.

MORTIMER, E.F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v. 4, n. 3, p. 265-287, 1995.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. (2015). “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.

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

PETRIK, O. Les modèles dans les musées de sciences et de techniques. In: MORLEY, G. L. M.; RIVIÈRE, G. H. (Ed.). **Museum: Modèles de musées de sciences et de techniques**. Switzerland: UNESCO, v. 23, n. 4, p. 243-273, 1971.

SANTOS, D. A.; MONTEIRO, M. A. A.; **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria v. 38 n. 3, 2016, Set.-Dez. p. 1.461-1.468.

SCHRIBER, T. J. **Simulation Using GPSS**. New York, 1974.

SILVA, F. S.; CATELLI, F. Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, 2019.

SILVERSTONE, R. The medium is the museum: on object logics in times and spaces. In: DURANT, J. (ed.) **Museums and the public understanding of science**. Londres: Science Museum, 1992.

TRIVINOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1990.

VALENTE, M. E.; CAZELLI, S.; ALVES, F. Museus, ciência e educação: novos desafios. **História, Ciência, Saúde, Manguinhos**, v. 12, 2005. (Museus e Ciências. Suplemento).

## LISTA DE SÍMBOLOS

### No mapeamento estrutural

$E_n$ ←————→	Correspondências entre elementos (E)
$A_n(E_x)$ ←————→	Correspondências entre atributos (A)
$r_n(E_x/A_x, E_y/A_y, \dots)$ ←————→	Correspondências entre relações de primeira ordem, isto é, de menor complexidade (r)
${}^2R_n(r_x, r_y/E_y/A_y, \dots)$ ←————→	Correspondências entre relações de segunda ordem ou de ordem superior, isto é, de maior complexidade (R)
$L_n: [\dots]$ ←———— X ————→	Limitação da comparação
$D_n: [\dots]$ ←———— X ————→	Diferença alinhável da comparação

## Apêndice I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Projeto CAAE: **20329219.8.0000.8507**, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 19 de Setembro de 2019, sob o parecer nº: **3.586.462**

Prezado(a) \_\_\_\_\_, você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada: “Potencialidades pedagógicas de objetos museais fundamentados em modelagem e analogia na Educação Tecnológica em Física”. Este convite se deve ao fato de você ser professor(a) de Física atuante na Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM), o que seria muito útil para o andamento da pesquisa.

O pesquisador responsável pela investigação é Renato José de Magalhães, RG M-3.000.554, aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). A pesquisa refere-se ao estudo do possível uso de objetos museais no ensino de Ciências, especificamente no ensino de Física. Por meio desta pesquisa, pretendemos contribuir para o campo da Educação em Ciências e para o campo da Educação Museal a respeito do papel e potencialidades pedagógicas de objetos museais fundamentados em modelagem e analogias, e da integração de tecnologias digitais na divulgação e educação científica, no contexto da Educação Tecnológica.

A pesquisa conta com as seguintes fases: (1ª) Levantar e caracterizar objetos museais baseados em modelagem e/ou analogias, expostos em centros ou museus de Ciência & Tecnologia, associados à divulgação científica em Física; (2ª) identificar e caracterizar propósitos contextuais e funções desempenhadas por esses objetos museais na concepção das exposições e na divulgação científica em Física; (3ª) analisar o modo como diferentes tecnologias digitais encontram-se integradas aos objetos museais caracterizados, e as possibilidades oferecidas por essa integração nas exposições desses objetos para mediação pedagógica; (4ª) analisar a adequação das analogias e/ou das estratégias de modelagem empregadas na concepção e exposição dos objetos museais, considerando aspectos estruturais, semânticos e pragmáticos; (5ª) identificar e descrever possibilidades pedagógicas oferecidas ao ensino de Física pelas exposições dos objetos museais caracterizados, no contexto da Educação Tecnológica, por meio da percepção de professores de Física da formação geral da EPTNM, do CEFET-MG a respeito das potencialidades e limitações dos recursos didáticos apresentados em eventuais situações de uso desses objetos.

A sua participação, após o seu consentimento livre e esclarecido, ocorrerá na 5ª fase dessa pesquisa, por meio da realização de entrevista semiestruturada que abordará questões relativas às suas percepções, ideias e opiniões quanto às possibilidades pedagógicas oferecidas por objetos museais ao ensino de Física para alunos de nível médio. O local e o horário serão combinados com você e os demais participantes, respeitando as suas disponibilidades e preferências. O ambiente no qual será realizado será uma sala de aula comum do campus I do CEFET-MG, que ofereça condições de conforto (pouco ruído ou barulho, isento de odores, com iluminação e mobiliário adequados), e condições de privacidade. Consideramos importante dizer que você não terá nenhum custo com a pesquisa.

Esclarecemos que a coleta de informações será via gravação de áudio, seguida pela transcrição para análise posterior, sendo destinada única e exclusivamente para a realização desta pesquisa. Ressaltamos que a sua identificação, ou a de qualquer outra pessoa mencionada durante a entrevista

semiestruturada, será omitida por meio de códigos alfanuméricos. Os arquivos dos registros dos áudios ficarão guardados em um computador portátil de acesso exclusivo dos pesquisadores. Cada arquivo será identificado com um código alfanumérico: E1 (Entrevista 1), E2 (Entrevista 2), E3 (Entrevista 3), E4 (Entrevista 4), e E5 (Entrevista 5). Os arquivos dos registros dos áudios serão guardados por um período máximo de 5 anos. Esse computador possui senha de conhecimento exclusivo do pesquisador, proprietário do mesmo. No caderno de anotações, os dados não serão registrados de forma identificada. Você poderá se ausentar a qualquer momento, não havendo nenhum prejuízo pessoal, caso sua decisão seja de não participar da pesquisa. Não será obrigatório responder a qualquer pergunta para a qual não se sinta confortável. Após a transcrição das falas, serão selecionados trechos de interesse para o estudo em questão sem identificação de qualquer participante.

Entendemos que os riscos decorrentes da sua participação nessa pesquisa são mínimos a você, restringindo-se a: possível cansaço ao longo da entrevista semiestruturada, inibição, angústia ou constrangimento ao participar da entrevista, e da presença de um segundo pesquisador, ou do desconforto em responder alguma pergunta. Como já foi mencionado, você poderá interromper sua participação e deixar o local da atividade sem prestar esclarecimentos.

Por outro lado, entendemos que você poderá ser diretamente beneficiado por meio da possibilidade de refletir sobre suas práticas educativas e o papel dos museus e centros de ciências para a aprendizagem de conceitos científicos em Física, uma vez que a exposição de objetos museais poderá se constituir como uma abordagem ou estratégia pertinente ao ensino de Física. Como possível contribuição direta à sociedade e indireta aos participantes, a pesquisa possibilitará a reflexão sobre as percepções, ideias e opiniões de professores de Física frente a possibilidade de ensinar e aprender ciência através de objetos museais.

De acordo com a legislação brasileira, como participante de uma pesquisa, você é portador de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Assim, lhe é garantido:

- a observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- a plena liberdade para decidir sobre sua participação e para retirar seu consentimento sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Neste último caso, os dados colhidos de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize, explicitamente, o contrário;
- o acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- o acesso aos resultados da pesquisa;
- o ressarcimento de qualquer despesa relativa à participação na pesquisa (por exemplo, custo de locomoção até o local combinado), inclusive de eventual acompanhante, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- o acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você e por um pesquisador da equipe de pesquisa, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua

propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento ao pesquisador responsável.

Qualquer dúvida ou necessidade neste momento, no decorrer da sua participação ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa, pode ser dirigida aos pesquisadores:

- Mestrando: Renato José de Magalhães, e-mail:

renatodemagalhaes@yahoo.com.br, telefone (31) 99262-1706.

- Orientador: Alexandre da Silva Ferry, e-mail: alexandreferry001@gmail.com, telefone (31) 99196-9371.

Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <<http://www.cep.cefetmg.br>> ou contatá-lo pelo endereço: Av. Amazonas, n. 5855 - Campus VI; E-mail: cep@cefetmg.br; Telefone: +55 (31) 3379-3004 ou presencialmente, no horário de atendimento ao público: às terças-feiras: 12:00 às 16:00 horas e quintas-feiras: 07:30 às 12:30 horas.

Se optar por participar da pesquisa, peço-lhe que rubrique as duas páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pelo pesquisador.

---

### DECLARAÇÃO

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito participar da pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador (mestrando): \_\_\_\_\_

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019

Se quiser receber os resultados da pesquisa, indique seu e-mail ou endereço postal:

---

---

## Apêndice II – Roteiro de entrevista semiestruturada

Dimensões de análise	Informações solicitadas durante a entrevista
i. Caracterização do perfil dos participantes da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual é sua formação acadêmica?</li> <li>• Fez pós-graduação? Em que área?</li> <li>• Atua em escola pública ou privada?</li> <li>• Qual o número de turmas que você possui?</li> <li>• Qual sua carga horária semanal?</li> <li>• Quanto tempo você tem de serviço docente?</li> <li>• Como você descreveria suas aulas de Física no EM: recursos empregados com maior frequência; tipos de aula que você mais gosta?</li> <li>• Você já deu alguma aula dentro de um museu? Já trouxe alunos ao museu?</li> </ul>
ii. Levantamento das ideias que os professores fazem do papel dos museus de ciências para a aprendizagem de conceitos científicos em Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como você entende o papel das atividades no ensino de ciências em espaço não formal?</li> <li>• Você costuma utilizar atividades no ensino de ciências em espaço não formal? Se sim, com que frequência? Se não, qual o motivo?</li> <li>• Você costuma fazer visitas com seus alunos à museus de ciências? Se sim, cite as razões pelas quais você realiza esse tipo de atividade, se não, indique os motivos.</li> <li>• Em sua opinião, você acha que é possível ensinar e aprender ciência em um museu de ciências ou eles servem apenas para despertar o interesse pela ciência?</li> <li>• Durante alguma visita, sozinho ou com estudantes, você lembra de ter visto algum objeto relacionado à Física que tenha despertado a sua atenção como professor?</li> </ul>
iii. Percepção dos professores a respeito de conjuntos expositivos com possibilidades pedagógicas para ensino de Física.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como você entende o papel dos objetos nos museus de ciências?</li> <li>• Como você compreende que a exposição desses objetos pode oferecer uma contribuição a Educação em Ciências, em Física?</li> <li>• Quais as impressões você tem diante da possibilidade do aluno poder aproximar, explorar, manusear os objetos (modelos)?</li> </ul>
iv. Identificação de como os professores entendem uma interação entre museus de ciências e as escolas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendo em vista a realidade escolar atual, você acredita que seria possível criar uma relação de ensino e aprendizagem entre o museu de ciências e a escola visando a melhoria do ensino de ciências?</li> <li>• Em caso afirmativo, como você acha que poderia ser essa relação?</li> <li>• Você estaria disposto a estabelecer uma parceria como essa?</li> <li>• Quais dificuldades você acha que enfrentaria para participar?</li> </ul>

Fonte: Produzido pelo autor e inspirado em Santos e Monteiro (2016, p. 1464).

## Apêndice III – Entrevistas semiestruturadas com os professores

<p>i. Levantamento das ideias que os professores fazem do papel dos museus de ciências para a aprendizagem de conceitos científicos em Física</p> <p>Como você entende o papel das atividades no ensino de ciências em espaço não formal?</p>	<p>P1: “Eu acho que é necessário, assim como a academia tem que sair dos perímetros das Universidades eu acho que o que os meninos aprendem também precisa sair do perímetro da sala de aula, e eles precisam ver que a ciência não está lá dentro da sala de aula só. Ela está lá fora também e é possível ver a ciência natural em qualquer ou muito desses lugares, acho que é uma atividade bem interessante poder levar os meninos em ambiente não formais”</p> <p>P2: “Eu acho que acaba atraindo mais o aluno por que o espaço formal, sala de aula, quatro paredes, torna-se uma coisa cansativa e massante e quando o aluno tem oportunidade de sair no ambiente externo diferenciado daquele de sala de aula isso já é mais gratificante, já traz aquela curiosidade ao aluno em um espaço igual esse daqui, poxa, é uma oportunidade ímpar na vida dos alunos.”</p> <p>P3: “Acho extremamente agregador porque é o que possibilita a gente diversificar um pouco mais as aulas empregadas Deixe de ser aquela coisa metódica e sempre a forma de abordagem que os alunos têm então varia bastante possibilitando interação maior desses alunos com a matéria provavelmente dita.”</p> <p>P4: “olha é bastante... a sensação que a gente tem é que é algo que marca bastante o estudante, eu já participei até de, assisti algumas defesas e tal em relação a isso. No caso foi de Observatório astronômico, a impressão que a gente tem é que, é uma atividade que é muito marcante na vida do estudante, quando ele forma na escola, é algo que fica bem marcado na memória deles, são essas atividades, embora eu não tenha feito, eu já participei às vezes com outros professores ajudando, professor de geografia que fazia muita atividade de campo, já, já participei em conjunto, tudo não na Física, mas parece que é uma situação muito especial para estudante, então acredito que, que seja interessante sim, seja importante”</p> <p>P5: “eu vejo assim eu acho que ele tem um valor em si a experiência do Estudante de ir nesses locais interagir por ele mesmo com os objetos que estão postos aqui eu acho que em se ela tem um valor muito grande que vai muito além do ensino de conceitos e cada estudante vai ter uma experiência própria uma coisa que eu acho assim que tem que ter um cuidado é que escolarizar uma visita dessa pode tirar as potencialidades dela o que não significa que você não possa explorar didaticamente a experiência mas eu acho que tem que garantir numa estratégia de visita que o estudante possa interagir por si só como os objetos estão por exemplo visitas guiadas, já vi algumas, participei aí não como o professor mas às vezes no museu me incomoda um pouco o direcionamento dos monitores que a coisa fica muito muito direcionada impede uma interação que eu acho que tem que ser mais livre eu nunca preparei uma atividade para poder falar assim, fiz e foi assim um assado, mas eu acho assim que aqui tem um valor em si, pode ser explorado didaticamente? Pode, aí depende da preparação que você fizer prévia ou posterior a visita, mas não sei se eu, acho que eu fugir da pergunta. Aproveitando então a essa compreensão ou seja tem potencial mas ao mesmo tempo acho que tem que ter cuidado de não escolarizar a visita, de constrianger as vezes por objetivos didáticos pedagógicos que não são aqueles que estão postos na mostra do museu você deixa de tirar aquilo que o museu ta te oferecendo porque você constriangeu os objetivos de ensino eu acho que tem que ser o contrario, partindo do que o museu está te oferecendo você vê as possibilidades de explorar alguma coisa mas garantindo a experiência dos Estudantes de visitar o Museu.”</p> <p>P6: “Olha eu teria que me preparar para fazer, eu sei que isso por exemplo é uma prática comum em outros países, eu lembro uma vez que eu estava</p>
---	---

	<p>visitando um museu La vilet e tinha um grupo de estudantes lá aí conversando com eles, eles não, estou tendo aula aqui hoje, quer dizer, fazer aula no museu assim, eu nunca estruturei uma aula minha de modo que eu pudesse fazer uma atividade dessa dentro de Museu, não saberia, eu teria que me preparar para isso, eu não sei te responder Realmente isso como que eu estruturaria uma aula para os meninos virem, por exemplo já dei em parque de diversão, aula de Física, que aí vai calcular aceleração, velocidade, força, mas assim num museu eu realmente nunca fiz, apesar de já ter feito no espaço não formal no caso do parque de diversão”</p> <p>P7: “Então por causa da especificidade desse meu grupo eram 11 alunos comigo eu adotei a estratégia de deixá-los livres do museu, a gente não recebeu uma visita guiada com monitores e fomos levados de salas após salas, a gente comprou ingressos como visitantes comuns, Nós entramos e eu achei que essa estratégia ela foi mais produtiva do que a visita guiada que eu vi muitos colégios fazendo lá no Catavento nesse momento assim É claro que eu tinha um grupo de 11 alunos que viajaram comigo porque gostam de Física e eu não sei se essa estratégia é viável quando você traz a sua turma toda de 30, eu tenho a impressão de que então lá comprei o ingresso entre visita e a gente vai ter uma conversa vocês me mostram o que vocês mais gostaram eu não sei se alguns sentariam ali naquele Matinho e não visitariam nada sabe, mas eu gostei muito dessa experiência de orientar menos e conversar mais com os meninos, em momento nenhum eu fiquei na posição de, agora eu vou explicar esse objeto para você, eles faziam as perguntas, eu interagia e pensava junto com eles por exemplo, teve uma demonstração no catavento de ondas, ondas sonoras estacionárias, em um alto falante geravam um ton lá com frequências específicas num tubo cheio de bolinhas de isopor e aí você via dependendo da frequência as ondas estacionárias, a gente começou a medir os comprimentos de onda, os alunos começaram a me perguntar, dobrava a frequência, reduzia pela metade o comprimento de onda, uma pergunta específica eu não consegui resolver na hora, e aí a gente ficou pensando juntos até que a gente conseguiu, então eu gostei muito mais dessa experiência sem essa coisa de vamos juntos como escola visitar todos os espaços com monitor.”</p>
<p>ii. Percepção dos professores a respeito de conjuntos expositivos com possibilidades pedagógicas para ensino de Física. <u>(Momento diante do objeto)</u></p> <p>Como você entende o papel dos objetos nos museus de ciências?</p>	<p>P1: “A gente aqui está diante de um modelo planetário, nosso sistema solar e é muito bacana e desperta muito interesse dos meninos é falar sobre a característica dos planetas e aqui uma coisa visível que eles ficam malucos quando ficam sabendo é a diferença do tamanho dos planetas quantas terras cabem dentro de Júpiter a gente acha que a Terra é enorme imagina o Júpiter E por aí vai descobrir que júpiter é um planeta gasoso não sólido como nosso, não consegue pisar na superfície dele, saber sobre as luas que estão girando em volta dele, então sim eu vejo enorme potencial, os meninos ficam malucos na frente de uma coisa dessa. Como você compreende que a exposição desses objetos podem oferecer uma contribuição à Educação em Ciências, em Física? Eu acho que a coisa mais importante é os meninos conseguirem tirar esse conhecimento do momento da prova e levar esse conhecimento para fora da escola, e aí se ele chegar aqui consegui aplicar o que ele tá vendo dentro da sala de aula é muito importante eu acho que é a concretização do trabalho que foi feito anteriormente. Quais as impressões você tem diante da possibilidade do aluno poder aproximar explorar manusear esse objeto? Nossa chega a ser quase uma coisa meio pessoal assim porque eu tenho uma birra com Museu que não pode encostar nas coisas e o museu interativo para mim a cara dessa sociedade que a gente vive hoje, os meninos querem interagir. Então se eles puderem ir ao espaço que eles podem pegar, olhar ver a cor mexer, você está aumentando o interesse dele, está aumentando inserção dele no objeto também para aquele que ele possa observar mais de perto possa fazer mais indagações despertar mais curiosidades, então assim esses museus que permitem esse toque que permitem essa interação ele tem um</p>

---

potencial maior com o trabalho docente sim eu acho que ele é muito mais válido.”

P2: “Bastante importante porque ver isso daqui em 3D é muito mais sensato do que ver a imagem no papel projetado no plano então o aluno tem uma ideia de profundidade uma ideia de dimensões então isso traz um conhecimento mais real para esse aprendizado”.

P3: “Eles possibilitam que os alunos, uma, Como que eu posso dizer além da interação uma ilustração mas mais ampla do que é abordado em sala de aula, por que com os recursos que nós temos, Independente se consegue o projetor num caso assim ideal que a gente tivesse isso em sala de aula mesmo assim ele não teria essa representação assim tão palpável então é de suma importância por conta dessa amplitude de modelos de tipos de modelos né então ele consegue enxergar de diversas formas a aplicação de um determinado conteúdo”

P4: “Olha é interessante porque é uma coisa que a gente não tem normalmente em sala de aula, tanto no livro, que é uma figura, 2D e mesmo que a gente, as vezes é comum que professor de biologia por exemplo no caso aqui do olho faça uma maquete, mas a questão as maquetes aqui do museu são do nível, o nível de acabamento bem acima do que a gente consegue fazer no dia a dia, nos trabalhos com estudante então eu acho bem interessante é uma oportunidade interessante, principalmente dado o nível que são, esses modelos no museu, em comparação com o que a gente acaba conseguindo fazer”

P5: “Nós temos aqui vários objetos. Essa pergunta ficou geralzona para mim. Aqui nós estamos num espaço interativo, temos aqui um objeto, um olho e várias estratégias, Eu penso assim às vezes representações que são bidimensionais no livro, elas vão ganhar mais concretude aqui no museu, porque o cara vai ver por exemplo o olho humano representado em modelos mais concreto e isso acredito que facilita ele a compreender a estrutura de funcionamento do olho humano, ao entender mesmo o que que é o nosso olho, então um papel dos objetos no museu pode ser conferir mais concretude, a outra é a que eu estou dizendo, é uma experiência é uma experiência estética, quer dizer, os materiais podem ser bonitos atrair o olhar do sujeito pela própria estética do objeto, então aí já é aquilo que eu tô dizendo, já não é necessariamente uma questão didático pedagógica, é a interação do sujeito com essa, porque quando você faz uma mostra no museu imagino que tem uma dimensão artística envolvida né Tem uma parte estética e essa é uma experiência que extrapola sala de aula, então o papel dos objetos e também acho que é criar essa oportunidade do estudante ter uma experiência estética com os objetos para além daquilo que está sendo posto do ponto de vista de ensino, que mais, nós falamos anteriormente, eu acho que ele desperta o interesse, pode gerar novas perguntas que numa sala de aula não apareceria. Pensando no aluno, ele chegando aqui, visitando esse espaço, nós temos os objetos que o aluno, pode manusear, explorar, rodar o objeto, pensando nesse aspecto então, você compreende que isso pode trazer alguma contribuição ao processo de aprendizagem do aluno? Com certeza, por exemplo dando uma olhada aqui, tá mais explorado aqui nos modelos, a fisiologia do olho, aquele modelo de olho que a gente ensina na Ótica, ele está presente aqui mas ele tá assim mais escondido, por exemplo, se eu tivesse aqui mais escondido, discutindo com os alunos, Aí naquilo que eu te falei, eu não ia chegar aqui falar Olha tá vendo aqui uma lente convergente, vai projetar uma imagem na retina, eu não inicialmente eu não faria uma abordagem dessa, eu ia deixar os alunos interagirem, ver as experiências que eles tivessem com o olho, os comentários, e se surgisse alguma pergunta aí eu ia tentar explorar o mecanismo de formação de imagem eu acho que esse objeto favorece,

---

favorece inclusive porque você não tenha representação da lente, não tem aquele modelo simplificado, o modelo mais real, e que depois você pode ressignificar aquela representação que você faz mais voltada a trajetórias dos raios para formação da imagem com olho mais real né digamos se eu tivesse preparando uma visita certamente eu ia fazer isso posterior, depois, eu ia ver e acompanhar os meninos, ver o que eles acharam das representações, dos modelos, que tipo de questão que surgiu claro que dependendo da questão rolaria uma conversa sobre Física mas eu não ia, eu ia deixar isso aqui mais aberto, eu acho que é essa mostra quando eu olho para ela aqui, eu não olhei com todos os cuidados, mas veja é sobretudo a fisiologia, uma parte mais, é ali estou vendo defeito da visão, é curioso tá vendo que quando você parte para pensar a formação das imagens você sempre simplifica bastante modelo né tá vendo ali você tem um modelo mais real, ou mais elementos, a fisiologia do olho está mais presente, a musculatura da córnea a retina humor aquoso né o humor vítreo cristalino pupila nervo ótico né você tem aqui um olho mais ideal, aí quando eu vejo defeito da visão embora aqui não fica muito claro para mim você pode mexer aqui, é o encurtamento do olho para alongamento que você faz aqui a formação da imagem tem como funcionar porque não tá mais aqui aqui se você já teria uma representação, Pois é mais ta vendo, aqui a coisa tá a formação da imagem beleza é aqui também é isso é uma característica que eu ia tentar até mostrar para os alunos Como que o modelo quando você trabalha com modelo você pode dependendo dos seus objetivos vai simplificando muito real você vai tornar o real mais simples para chamar atenção daquilo que você quer ensinar Então quando você sair desse olho, ou desse para esse, trabalhando a formação de imagem na retina você já tem uma simplificação Quando você vai para o modelo defeitos da visão, você simplifica ainda mais, você destaca, o que você está destacando aqui, o objeto e a formação da imagem, que se você alongar o olho vai ser míope, e se você encurtar vai ser um olho hipermetrópe aqui daria para explicar se estivesse funcionando, os defeitos da visão e o processo de formação de imagem. E falta para mim aqui uma lente corretiva, ia ficar show de bola, porque aí você poderia colocar uma lente convergente para mostrar, ela ajuda a corrigir o defeito do olho hipermetrópe e uma divergente da miopia, faltaria uma lente aqui, talvez eu preparasse essa aula eu traria uma lente aqui para acoplar, você pode trazer uma lente e fazer o trabalho aqui, aqui eu diria que você pode explorar mais fisicamente aqueles conceitos da sala de aula, mas eu volto a te falar eu num primeiro momento, eu não ia fazer essa abordagem, do jeito que esse espaço está organizado aqui, eu viria com os alunos, deixaria a interação bem Livre, observaria as questões, o que chamou atenção dele, se a parte mais biológica, senão, dependendo das perguntas entraria alguns conceitos de Física e após visita aí eu ia tentar explorar alguns objetos aqui,”

P6: “aí volto mais ou menos naquele início lá que eu comentei com você um primeiro momento dos objetos é para trabalhar a emoção, o sensorial mesmo, o sensorial no sentido assim, que no caso a maioria deles é visual vai provocar algo na parte emocional e se isso puder ainda vir para outros sentidos, de toque, de manipulação e tudo, aí eu acho que enriquece ainda mais a experiência, estou vendo por exemplo o olho, quer dizer se você tem uma câmera escura por mais simples que seja, quantas vezes a gente ver o estudante olhando para uma câmera escura que só tem um orifício, um papel vegetal, na hora que você, nós já tivemos uma experiência dessa lá, quando a gente vai fazer uma exposição dessa no parque municipal, a cara de espanto do menino de ver uma imagem invertida quer dizer, aquilo lá parece uma novidade tremenda para o menino, ou quando ele bate o olho no telescópio e vê o anel de Saturno, ele faz uma cara de espanto por isso que eu acho que o primeiro o caminho a primeira porta de entrada pro conhecimento é a parte emotiva mesmo. Você acha que no espaço do museu então esse objeto pode propiciar essa parte emotiva? Sim. Se

	<p>principalmente se ele puder ser manipulado, principalmente a manipulação. Que as vezes, um material tá lá tridimensional em corte, girando e tal já proporcionam alguma coisa, mas se eu posso chegar aqui, manipular, alterar alguma coisa nele, ver o resultado aí eu acho que isso modifica mais a pessoa.”</p> <p>P7: “Você diz aqui, os que a gente tá vendo aqui agora? É, eu acho eles muito importantes, por exemplo, eu estou vendo o modelo de olho todo completamente desmontado. Para a gente identificar as partes, eu sinto muita falta desse objeto aqui específico pra gente poder pegar, assim de poder montar esse olho e desmontar ele de novo, e eu tenho uma experiência não sei se isso é relevante para pesquisa mas por exemplo eu acho muito difícil um aluno identificar aqui, ir ali e esclerótica sabe, acho que esse objeto assim estático, intocável, eu acho que a contribuição dele é menor, assim eu acho”</p>
<p>iii. Identificação de como os professores entendem uma interação entre museus de ciências e as escolas.</p> <p>Tendo em vista a realidade escolar atual, você acredita que seria possível criar uma relação de ensino e aprendizagem entre o museu de ciências e a escola visando a melhoria no ensino de ciências?</p>	<p>P1: “Eu acho possível, eu com a visão da escola privada eu sei que de uns anos para cá, houve um aumento dessa saída dos meninos da sala de aula, então toda série tem uma ida ao museu a uma cidade ou um parque que são, que eu imagino que se chama de ambientes não formais de aprendizagem, isto está acontecendo e eu sei também que o museu como esse é de porta aberta para as escolas públicas, então assim se tiver uma iniciativa, organização dentro da sala de aula, perdão dentro da escola, é possível com toda certeza trazer os meninos eu acho que é muito vantajoso.”</p> <p>P2: “Com certeza absoluta essa parceria, ela deveria ser algo no caso já programada pelas escolas em final de ano para que no ano consecutivo essas visitas se tornassem no caso reais programação, isso feita de forma antecipada gera maior conforto para o ano letivo sem atropelos, e sim fazer um trabalho entre professores das áreas, ali no caso não só Ciências mas com geografia com história e aproveitar mais esse espaço para o conhecimentos gerais eu creio que dá para fazer um trabalho incrível interdisciplinar.”</p> <p>P3: “Na verdade eu enxergo uma série de empecilhos para isso, mas ao meu ver seria fundamental que existisse essa relação, porque como já foi dito durante entrevista é uma forma de complementar essas aulas que são feitas dentro da escola, é um ambiente extremamente rico, é um ambiente diferenciado que a gente não consegue replicar dentro da escola então mesmo diante das burocracias eu acho que seria fundamental para o estabelecimento dessa relação à criação dessa parceria para que seja uma atividade frequente.”</p> <p>P4: “acredito que sim, no caso a dificuldade assim, claro no museu, eu não conheço a realidade do museu, devem ter muitas dificuldades aqui, para manter o quadro, manter o acervo, mais hoje eu acredito que a dificuldade maior está na vida do professor, não tanto no meu caso que estou numa condição privilegiada de condições de trabalho lá no CEFET mas, um professor que está na linha de frente além de ter uma carga horária muito alta, dando aula em várias escolas normalmente, então para que ele consiga concretizar essa visita aqui, é um nível de trabalho que ele tem que ter para conseguir, uma dificuldade para conseguir um ônibus, conseguir liberação, então professor que já normalmente já está muito sobrecarregado passa a ter um nível de trabalho muito grande para conseguir concretizar essa visita, fora a responsabilidade toda que vem junto, porque a gente sabe que os estudantes não estão fáceis, então se ficar uma turma grande e gerenciar isso porque você é meio que responsável, pelo os meninos então é muito complicado, aí se você traz uma turma, geralmente tem que trazer todo mundo, porque você da aula para várias, então ali no CEFET eu vejo que a situação, embora eu não tenha feito ainda, é bem mais tranquilo, lá a</p>

dificuldade é porque é uma escola muito grande, são vários cursos diferentes, você não encontra as pessoas, não tem aquela unidade assim de escola, de você ter a direção e os professores todos eles juntos, para ver porque eu acredito que essas atividades, dado o nível de desgaste, a responsabilidades que ela tem de trazer os estudantes aqui, o ideal é que ela seja feita em grupo, que tenha mais professores engajados em torno da mesma atividade e no CEFET essa coisa é muito dissipada, a Física é separada da biologia, da química e você tem uma dificuldade muito grande de uma turma sua o professor de biologia é um, as outras turmas já é outro, para trazer os meninos aqui então é outro nível de, então assim lá eu tenho uma condição de carga horária mais, mais saudável então teria mais facilidade para trazer, mas teriam essas dificuldades intrínsecas do CEFET, e no caso geral aí as dificuldades são bem maiores.”

P5: “eu acredito que sim, agora eu acho que não é um detalhe essa questão da logística, porque veja bem, você sai com os alunos é uma responsabilidade, quer dizer eu vejo assim né, você tem que pegar autorização, Você tem toda uma logística que é algo mais o seu trabalho e isso acaba sendo, eu considero como um obstáculo, para mim, tem que ser, teria que ser organizado com o apoio da instituição e claro vencido esse obstáculo, isso ficado resolvido com facilidade, achado um caminho para fazer isso com facilidade, eu acho que essa visita aqui ela acrescenta muito a experiência dos estudantes no museu, a diferentes Museus, E aí eu diria dessa forma, Eu, como é que eu prepararia uma aula dessa, eu chegaria aqui primeiro para conhecer o espaço e ver se se a visita mereceria uma preparação, ou não, e o que que eu exploraria depois, mas com certeza uma parceria dessa é muito, tem muito potencial, e é algo que é pouco eu diria pouco explorado, eu usei muito pouco na minha trajetória docente essa interação dos meus alunos com os museus, e acho que não vou dizer que seja só por isso, mas um dos aspectos que sempre me afastou dessa experiência é um pouco de desânimo eu não querer mexer com a logística, isso me desanimava um pouco e eu partia para outras possibilidades que estavam mais a mão, mais próximas, que eu considerava executáveis, mas a experiência com certeza aqui tem um potencial grande, tem modelo do ouvido, tem outra parte que estuda ondulatória, a parte de ondas sonoras, aqui a gente tem a mesma coisa, você tem a fisiologia do ouvido humano, agora como é que isso tem a ver com a Física, bom eu deixaria isso livre para depois retomar, aí sim, a gente tem figuras de ouvido humano no livro, o aluno vendo aqui no tridimensional, depois você fazendo uma recuperação bidimensional E aí talvez sim simplificando o modelo para ensinar a recepção de ondas sonoras, seria uma estratégia interessante, esse espaço aqui olhando assim muito rapidamente, eu vim aqui hoje, o que você tá dizendo para uma percepção Inicial, talvez eu mudasse, Se eu tivesse mais tempo para refletir, mas de cara, eu pensaria esse espaço como realmente um momento que deixaria uma experiência Livre, interagiria com os alunos, não queria visita guiada, não queria ninguém falando nada, só respondendo as perguntas dos alunos, não gostaria de ninguém aqui, olha isso aqui, olha aquilo, eu acho que às visitas guiadas, elas restringem o potencial pedagógico do museu, essa que é muito direcionada, que o monitor se sente na obrigação de explicar tudo, de ter que detalhar tudo, eu acho que você perde o potencial pedagógico, acho que você pode ter um monitor que vai também acompanhando, interagindo com os alunos ou com os visitantes na medida das questões que ele tiverem, sobretudo se você está pensando nessa experiência mais de aprendizagem dos conceitos, aquela visita muito direcionada, eu acho que ela impede a experiência estética que eu acho que o museu tem que ter, estou falando estética, nem estou falando conceitualmente, eu queria dizer assim, alguma coisa que envolve a percepção da Beleza, do material, uma coisa mais Ampla que envolve a sensibilidade do sujeito, aquilo que chama mais a atenção dele, seja uma cor, um desenho, uma forma, e depois no meio desse caminho surge

questões ligadas a como é que funciona, por quê, como que é, aí você pode ir realimentando a discussão, eu diria que essa é a maneira que eu enxergaria o uso desses espaços, claro que se eu viesse aqui com os alunos, numa aula seguinte, tendo vindo antes eu teria preparado formas de explorar esses modelos que estão aqui, já pensando no caso aqui, processo de formação de imagem, defeitos da visão, funcionamento do olho humano, funcionamento do ouvido, seria mais por aí. me chamou atenção dois aspectos o primeiro, que tem vários aspectos que eu entendi como dificuldades, e outro aspecto importante foi a necessidade de um planejamento, para trazer os alunos aqui, agora, trazendo então esse... a experiência em si para mim é muito motivadora, eu viria aqui com muito gosto, explorava os objetos, pensava não uma aula, mas como uma sequência de ensino que tivesse a visita a Museu como uma etapa, e vim aqui com os alunos, interagir com eles toda essa parte eu ficaria muito animado, a minha dificuldade, talvez seja até uma limitação minha, mas que sempre me afastou desse tipo de atividade. E com essa experiência de hoje, e mesmo considerando essas dificuldades e a necessidade de planejamento... o planejamento para mim não é uma dificuldade, ficou claro né. Estou entendendo o planejamento como um recurso importantíssimo para explorar e desenvolver mais esses espaços... e eu acho para que os alunos possam tirar proveito da experiência na Perspectiva deles, acho que essa é uma questão que o espaço, que você disse que é um espaço não formal, o direcionamento dele conflita com não formal, o não formal pressupõe que o sujeito tem a liberdade de experimentar o local, depois dependendo da preparação do pós visita, pensando numa escola, você pode explorar outras possibilidades da visita, mas eu acho que a primeira, a primeira delas é essa experiência mais livre do sujeito com os objetos.

P6: “Olha eu não tenho dúvida disso, eu estou lembrado também agora que você comentou sobre isso, existia não sei se existe mais, talvez nessa pesquisa você tenha ouvido falar de um museu, não era bem um Museu, era uma espaço de Física do professor Carlos Heitor lá em Lagoa Santa, chamava Leonardo da Vinci, não sei se ainda está funcionando mas era um Museu Itinerante eu lembro, assim, eu já duas ou três vezes, eu na escola onde eu trabalhava eu levei os experimentos dele lá que ficaram em exposição durante duas, três semanas, aí as turmas iam visitar e ali tinha tanto uma parte demonstrativa mas a maior parte do material era manipulativa mesmo entendeu, E assim, O Retorno que os meninos davam em relação a poder trabalhar Concha Acústica, objetos em movimento, hidrostática, faziam experiência e manipulavam lá era muito enriquecedor, então assim, eu volto a falar eu tenho experiências em espaço no museu mas são talvez atitudes isoladas eu não tenho algo estruturado dentro da minha sequência de ensino que eu tenha usado alguma vez, o museu como parte efetiva do ensino mesmo”

P7: “Mas é claro que sim. Sim. acredito sim. Para escolas que tem poucos recursos, deixa eu te dar um exemplo, assim se eu desejar muito um modelo de olho humano desse eu posso pedir a minha escola que ela vai comprar para mim, isso se já não tiver no laboratório de biologia e eu não sei, mas eu sei o quanto isso pode ser difícil numa escola pública, conseguir um modelo desse para os meninos poderem interagir Então qual que é a alternativa então, assim mesmo que essas peças especificamente Nem todas possam ser tocadas é a saída para quando você não tem recurso na escola para comprar, Então acho que essa parceria é muito importante”.

**Apêndice IV – Termo de permissão para realização de pesquisa científica****CARTA DE AUTORIZAÇÃO**

Eu, Sibelle Conácio Diniz (nome do responsável),  
assistente adjunta do Espaço do Conhecimento UFMG  
(cargo ocupado no local onde a pesquisa será realizada), tenho ciência e autorizo a realização da seguinte pesquisa nas instalações do museu: **Potencialidades Pedagógicas de Objetos Museais fundamentados em Modelagem e Analogia na Educação Tecnológica em Física**, sob responsabilidade do mestrando Renato José de Magalhães, orientado pelo Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry, do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Declaro também estar ciente de que o trabalho de campo a ser realizado nas instalações do museu restringe-se à mera observação e registro fotográfico de objetos em exposição, não envolvendo nenhum tipo de intervenção que envolva visitantes.

Belo Horizonte, 12 de julho de 2019.

Sibelle Conácio Diniz

(nome completo do responsável e cargo ocupado no local onde a pesquisa será realizada)

Atenção: Este documento deverá ser impresso em folha de papel e conter o carimbo institucional do responsável.

## Apêndice V – Termo de Autorização



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**  
 Av. Amazonas, 5253 – Bairro Nova Suíça – Belo Horizonte-MG 30421-169  
 Telefone: (31) 3319-7022 – E-mail: [dppg@dppg.cefetmg.br](mailto:dppg@dppg.cefetmg.br)

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO

O CEFET-MG, Instituição Federal de Ensino Superior *multicampi*, pública e gratuita, com oferta educacional verticalizada (do técnico à pós-graduação *stricto sensu*), contemplando, de forma indissociada, o ensino, a pesquisa e a extensão é uma Instituição aberta à realização de estudos e pesquisas em seus ambientes institucionais, por parte de pesquisadores internos e externos.

O presente documento autoriza a realização de uma pesquisa qualitativa/quantitativa, que utilizará como instrumentos grupos focais aos professores da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM) necessários ao desenvolvimento do trabalho de dissertação, intitulado “Potencialidades pedagógicas de objetos museais fundamentados em modelagem e analogia na Educação Tecnológica em Física”, sob orientação de Alexandre da Silva Ferry vinculados ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

Nessas condições, e tendo em vista a função social da Instituição de contribuir para o desenvolvimento científico, tecnológico e sociocultural, por meio particularmente, da pesquisa e da inovação, a Direção do CEFET-MG autoriza a realização de trabalho relativo à pesquisa cujos dados estão discriminados em anexo. Além disso, autoriza também a menção ao nome do CEFET-MG no estudo em pauta.

As atividades da pesquisa e seus produtos não poderão implicar para o CEFET-MG e seus sujeitos qualquer dano, prejuízo ou constrangimento de ordem educacional, sociocultural, financeiro ou pessoal, além de não poderem denegrir a imagem institucional, devendo ser conduzidas dentro dos princípios éticos. O(a) pesquisador (a) se compromete a encaminhar ao CEFET-MG cópia dos produtos gerados a partir da pesquisa.

Assim posto, autorizo Renato José de Magalhães, aluno do Curso de pós-graduação em Educação Tecnológica (Mestrado), do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), portador de carteira de identidade nº M-3.000.554 e CPF nº 551.517.366-04 que desenvolve pesquisa intitulada “Potencialidades pedagógicas de objetos museais fundamentados em modelagem e analogia na Educação Tecnológica em Física”, a realizar sua pesquisa nesta Instituição.

Belo Horizonte, 06 de 06 de 2019

Prof. Dr. Conrado de Souza Rodrigues  
 Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Dr. Conrado de Souza Rodrigues  
 Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação-CEFET  
 Portaria nº 1.375 de 14 de outubro de 2017

Estou ciente dos termos desta autorização, comprometo-me a observá-los e arcar com as consequências do seu eventual não cumprimento.

Renato José de Magalhães – Pesquisador -  
 Mestrando

Dr. Alexandre da Silva Ferry  
 Orientador