

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

IGOR DONIZETE NUNES BRAVO

**A FÍSICA EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE ENSINO: UMA
PROPOSTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA CIDADE DE
SÃO MATEUS NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

São Mateus

2018

IGOR DONIZETE NUNES BRAVO

**A FÍSICA EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE ENSINO: UMA
PROPOSTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA CIDADE DE
SÃO MATEUS NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica do Centro Universitário Norte do Espírito Santo - Universidade Federal do Espírito Santo, com requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marcia Regina Santana Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Dias Pereira

São Mateus

2018

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Divisão de Biblioteca Setorial do CEUNES - BC, ES, Brasil)

Bravo, Igor Donizete Nunes, 1993-
B826f A física em espaços não formais de ensino : uma proposta de
divulgação científica na cidade de São Mateus norte do Espírito
Santo / Igor Donizete Nunes Bravo. – 2018.
126 f. : il.

Orientador: Márcia Regina Santana Pereira.

Coorientador: Rodrigo Dias Pereira.

Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário
Norte do Espírito Santo.

1. Divulgação científica. 2. Ensino - Metodologia. I. Pereira,
Márcia Regina Santana. II. Pereira, Rodrigo Dias, 1977- III.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário
Norte do Espírito Santo. IV. Título.

CDU: 37

Elaborado por Filipe Briguiet Pereira - CRB-6 ES-000863/O

Igor Donizete Nunes Bravo

**A FÍSICA EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE ENSINO: UMA
PROPOSTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA CIDADE DE SÃO
MATEUS NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

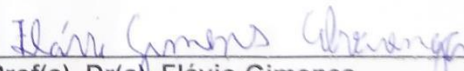
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Aprovada em 11 de junho de 2018.

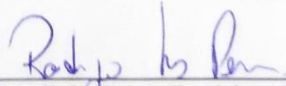
COMISSÃO EXAMINADORA



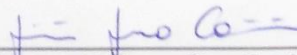
Prof(a). Dr(a). Márcia Regina Santana
Pereira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador(a)



Prof(a). Dr(a). Flávio Gimenes
Alvarenga
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof(a). Dr(a). Rodrigo Dias Pereira
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof(a). Dr(a). Giuseppe Gava Camiletti
Universidade Federal do Espírito Santo

Ao diversificado público que visitou a
exposição “Que onda é essa”?

Agradecimentos

Agradeço a primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me dado força e sabedoria a todo instante para a realização deste trabalho. Agradeço também a todas as pessoas que contribuíram para a realização dessa dissertação de mestrado:

- Minha orientadora, Prof^a Dr. Marcia Regina Santa Pereira, que me mostrou o quão belo é fazer divulgação científica. Quero agradecer pelas valiosas parcerias e também pelo amor incondicional com seu orientando.

- Meu coorientador, Prof. Rodrigo Dias Pereira, que sempre esteve disposto a ajudar em todas as etapas de construção desse projeto. Que agradecer também pelo fato de ter sido ombro amigo nas horas em que mais precisei desabafar. Agradeço pelas inúmeras sugestões, correções do trabalho e também pela preocupação comigo.

- A todos os professores do PPGEB, que durante as aulas trouxeram valiosas discussões sobre o ensino e educação.

- Ao meus amigos do Grupo de estudo PPGEB, pelos inúmeros debates com café, cerveja e música boa na voz de Geraldo. Quero deixar minhas sinceras admirações por vocês.

- Ao meu amigo Ronaldo Furtado, que tem um coração enorme em ajudar o próximo. Quero agradecer por ter cedido um tempo de seu trabalho e estudo para ajudar a planejar e construir dois módulos experimentais.

- Ao Elson de Farias, que mesmo não fazendo parte do Mestrado cedeu seus finais de semana, férias e feriados para me ajudar a cortar madeira, parafusar, pintar, transportar os experimentos da exposição. Sem você a mesma não teria acontecido.

- Aos meus amigos da Física, Daniela Fernandes e Jucimara Felix pelo apoio, e palavras amiga de conforto e confiança durante toda a etapa de construção da exposição. Levarei sempre vocês no meu coração.

- Aos mediadores da exposição: Alexia, Aline, Carlos, Cleiton, Fernanda, Guilherme, Jailany e Otavio.

- Ao Colégio Conhecer e ao Centro Educacional OUSE pela nobre parceria.

- A todos os meus alunos que me apoiaram e prestigiaram a exposição. Quero agradecer-los pela enorme troca de sabedoria e pela linda relação professor-aluno que tem me proporcionado. A todos vocês minha enorme admiração.

- A minha Família que me incentiva nos estudos e que me mostrou que para ser alguém na vida basta ter caráter e vontade de crescer.

- À FAPES pelo incentivo com a bolsa de mestrado.

A divulgação científica envolve, para mim, dois dos maiores prazeres dessa vida: aprender e repartir.

(José Reis)

RESUMO

O presente estudo disserta sobre a proposta de realização de uma exposição científica, itinerante e interativa num espaço não formal de ensino na cidade de São Mateus, norte do estado do Espírito Santo. A exposição intitulada “Que onda é essa?” se configura como uma atividade de divulgação científica em um espaço não formal de educação. Todo o projeto, desde a concepção, até a construção, foi desenvolvido com bases nos conceitos de ondas e som. Para a sua confecção, foram construídos oito módulos experimentais e banners que juntos compõem a cenografia da exposição e garantem a narrativa da mesma. Iniciando pelo conceito de onda transversa, longitudinal, reflexão, onda estacionária, ressonância, Figura de Chladni, tubos aberto e terminado com o conceito de onda em tubo fechado. Para garantir a mensagem da exposição, foram treinados oito monitores, para fazerem mediar à exposição e ajudar o público a compreender a mensagem da mesma. Durante a exibição da exposição no espaço não formal escolhido, observou-se a interação do público com os módulos experimentais, monitores e demais visitantes. Como resultado, verificou a presença de interações do tipo *minds-on*, *hear-on*, *hands-on*, e *dialogues-on*. Além dessas modalidades de interações observadas, percebeu-se que a exposição gerou bastante diálogos e intervenções com o público que a visitou. Ainda em relação ao público, observou-se através do livro de visitas que a exposição recebeu visitas de pessoas de vários bairros da cidade e também de outras cidades. Como conclusão, a exposição cumpriu com seu papel de passar ao público temas de ondulatória de forma clara. O trabalho se mostrou altamente positivo para a continuação de atividades de divulgação científica em espaços não formais de ensino. Ainda revelou pontos que precisam ser reestruturados para se ter uma melhor qualidade em futuras exposições.

Palavras chave: Divulgação científica, espaço não formal, exposição científica, ondulatória, interações.

ABSTRACT

The present study discusses the proposal of a scientific, itinerant and interactive exhibition in a space of non formal education of the city of São Mateus, in the north of the State of Espírito Santo. The exhibition titled "What is this wave?" It is configured as an activity of scientific dissemination in a non-formal educational space. The whole project, from conception to construction, was developed based on the concept of waves and sound. For its elaboration, eight experimental modules and banners were constructed that, together, compose the design of the exhibition and guarantee the narrative of the same one. Starting with the concept of transverse wave, longitudinal, reflection, standing wave, resonance, Chladni figure, open tubes and finished with the closed tube wave concept. To ensure the exposure message, eight monitors were trained to mediate exposure and help the audience understand the exposure message. During the exhibition in the chosen non-formal space, it was observed the interaction of the public with the experimental modules, monitors and other visitors. As a result, he verified the presence of mental, auditory, interactive and dialogued interactions. In addition to these modalities of observed interactions, it was perceived that the exhibition generated many dialogues and interventions with the public that visited it. Still in relation to the public, it was observed through the guestbook that the exhibition received visits from people from different neighborhoods of the cities and also from the cities. In conclusion, the exhibition fulfilled its role of clearly transmitting themes of waves to the public. The work proved to be highly positive for the continuation of scientific dissemination activities in non-formal educational spaces. It also revealed points that need to be restructured to get better quality in future exposures.

Keywords: Scientific dissemination, non formal space, scientific exposition, wave, interactions.

LISTA DE SIGLAS

ABCMC - Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências

CDCC - Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural

CECISP - Centro de Ciências de São Paulo

CMCIs – Centro e Museus de Ciências

DC - Divulgação científica

DEPDI - Departamento de Popularização e Difusão da Ciência e Tecnologia

EXPI - Exposições itinerantes

FAPES - Fundação de Amparo à Pesquisa e inovação do Espírito Santo

FAPs - Fundações de Amparo à Pesquisa

FUNBEC - Fundação para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências

GCMCB - Guia de Centros e Museus de Ciências do Brasil

IBECC - Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura

IBRAM - Instituto Brasileiro de Museus

MAST - Museu de Astronomia e Ciências Afins

MCT - Museu de Ciência e Tecnologia

MCTI – Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação

MEC - Ministério da Educação e Cultura

PREMEN - Projeto de Expansão e Melhoria do Ensino

PROMUSIT - Programa Museu Itinerante

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Rede POP - Rede de Popularização da Ciência e da Tecnologia

SNCT - Semana Nacional de Ciência e Tecnologia

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

ZDP - Zona de desenvolvimento proximal

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição regional dos CMCI's do Brasil segundo o GCMCB.	33
Figura 2 - Distribuição do CMCI's na região Sudeste de acordo com o GCMCB.	34
Figura 3 – Fotografia do museobus extensível e utilização do espaço externo.	41
Figura 4 - José Hidasí e o Museu "Exposição de Belezas Naturais".	44
Figura 5 - Área interna do caminhão museu Itinerante de José Hidasí.	46
Figura 6 - Museu Itinerante em exposição na cidade de Pirenópolis.	47
Figura 7 - Modelo de Projeto de uma Exposição.....	66
Figura 8 – Concepção dos módulos experimentais: (A) Ondão; (B) Mola Maluca; (C) Parabólicas do som; (D) Máquina de ondas estacionárias; (E) Hastes ressonantes; (F) Tubos sonoros; (G) Chinelotrom; (H) Figuras de Chladni.	70
Figura 9 - Módulo experimental "Ondão".....	71
Figura 10 - Esquema de manuseio do Ondão.....	72
Figura 11 - Representação dos elementos de uma onda: crista, vale, amplitude e comprimento de onda.....	73
Figura 12 - Módulo experimental "mola maluca".	73
Figura 13 – Propagação do pulso na mola.....	74
Figura 14 - Módulo experimental "Parabólicas do som".	75
Figura 15 - Esquema de manuseio dos Espelhos Acústicos.....	76
Figura 16 - Módulo experimental "Hastes ressonantes".....	76
Figura 17 - Esquema de manuseio Hastes de ressonância.	77
Figura 18 - Módulo experimental "Máquina de ondas estacionárias".	78
Figura 19 - Representação de uma onda estacionária com os ventres e nós..	79
Figura 20 - Módulo experimental "Figuras de Chladni".	80
Figura 21 - Módulo experimental "Tubos musicas".	82
Figura 22 - Esquema de manuseio Tubos sonoros.....	83
Figura 23 - Harmônicos em tubos abertos: (A) primeiro harmônico; (B) segundo harmônico; (C) terceiro harmônico.	83
Figura 24 - Módulo experimental "Chinelotron".	84

Figura 25 - Esquema de manuseio Tubos sonoros.....	85
Figura 26 - Harmônicos em tubos fechados: (A) primeiro harmônico; (B) segundo harmônico; (C) terceiro harmônico.	86
Figura 27 - Logomarca da Exposição.....	87
Figura 28 - Banners da exposição.....	87
Figura 29 - Localização da Praça Mesquita Neto.....	91
Figura 30 - Mapa de instalação da Exposição para o Coreto.....	93
Figura 31 - Banner ao lado do módulo experimental Chinelotron.	94
Figura 32 - Interação dos visitantes com os módulos experimentais.	95
Figura 33 - Mediadora apresentado as Figuras de Chladni.	96
Figura 34 - Grupo de visitantes interagindo com o Espelho Acústico.	97

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1 – EDUCAÇÃO, CULTURA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	19
1.1 Educação formal, informal e não formal: conceitos e objetivos	19
1.2 Educação formal, informal e não formal e o ensino de ciências.....	22
1.3 Conceitos e características da divulgação científica.....	24
CAPÍTULO 2 – CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA DO BRASIL	28
2.1 Os primeiros Centros e Museus de Ciências do Brasil	28
2.2 Breve panorama atual dos Centros e Museus de Ciências do Brasil	31
2.3 Centros e Museus de Ciências do estado do Espírito Santo	33
CAPÍTULO 3 – ITINERÂNCIA E MUSEU.....	37
3.1 Itinerância entre museus: Um serviço de trocas de exposições	37
3.2 Museu móvel	39
3.3 As primeiras exposições itinerantes internacionais.....	42
3.4 Museu José Hidas: O primogênito na museologia itinerante no Brasil.....	44
3.5 Museus e centros de ciências itinerantes no Brasil	48
CAPÍTULO 4 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	55
4.1 – Vygotsky e a teoria sócio-interacionista.....	55
4.2 – Interações em museus de ciências	59
CAPÍTULO 5 – DOS INVENTOS AOS REINVENTO: A CONSTRUÇÃO DA EXPOSIÇÃO “QUE ONDA É ESSA?”	62
5.1 Motivação.....	62
5.1.1 – Objetivo Geral.....	63
5.1.2 – Objetivos específicos.....	63
5.1.3 – Recurso metodológico.....	64
5.2 O processo de desenvolvimento da exposição “Que onda é essa”?	64
5.2.1 Fase conceitual.....	66
5.2.2 Fase de desenvolvimento	69
5.2.2.1 – Fase de planejamento.....	69
5.2.2.2 - Fase de produção.....	71
5.2.2.2.a - Ondão.....	71

5.2.2.2.b - Mola Maluca	73
5.2.2.2.c - Espelhos acústicos.....	74
5.2.2.2.d - Hastes ressonantes	76
5.2.2.2.e - Máquina de ondas estacionárias	78
5.2.2.2.f- Figuras de Chladni	80
5.2.2.2.g - Tubos musicais	81
5.2.2.2.h - Chinelotron	84
5.2.2.2.i – Logomarca da Exposição e Banners informativos	86
5.2.2.3 – Formação de mediadores.....	88
5.2.3 - Fase funcional	91
5.2.4 - Fase de avaliação	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
REFERÊNCIAS	102
APÊNDICE A.....	111
A.1 Definindo um museu	112
A.2 Gabinetes de curiosidades um ancestral dos museus.....	113
A.3 Museus de primeira geração: História Natural	114
A.4 Museus de segunda geração: Ciência e Indústria.....	117
A.5 Museus de terceira geração: Fenômenos e conceitos científicos.....	120
APÊNDICE B.....	123
B.1 Slides utilizados no primeiro encontro com os mediadores.....	124
B.2 Slides utilizados no segundo encontro com os mediadores.....	125
APÊNDICE C	127

INTRODUÇÃO

A cidade São Mateus localizada no norte do Espírito Santo possui uma população de 129.028 habitantes, segundo o último levantamento do IBGE (IBGE, 2017)¹. Mesmo não possuindo dados oficiais, pode-se afirmar que a comunidade acadêmica, tem ocupado um bom espaço na cidade, este fato está diretamente relacionado com a presença de quatro instituições de ensino superior, incluindo um campus da Universidade federal do Espírito Santo.

Apesar da boa quantidade de estudantes e profissionais de alta qualificação e da aparente vocação para o desenvolvimento de novos conhecimentos, a cidade carece de opções de espaços culturais e de divulgação científica, como por exemplo um Centro ou Museu de Ciências que divulgue o conhecimento científico, não só para a cidade de São Mateus, mas para todas as cidades do norte do Espírito Santo, sul da Bahia e leste de Minas Gerais.

Diante desta realidade, tem-se como principal objetivo neste trabalho apresentar uma proposta de divulgação científica na região, que consiste na montagem e exibição de uma exposição itinerante e interativa de física, com temática voltada ao som e ondulatória.

Nesta dissertação, tem-se no capítulo 1, uma revisão de conceitos sobre as modalidades de educação formal, informal e não formal, dando uma maior ênfase ao ensino de ciências. E também aos espaços não formais de ensino destacando os Museus e Centros de Ciências.

No Capítulo 2, busca-se apresentar ao leitor, o surgimento dos primeiros Centros e Museus de Ciências do Brasil bem como a importância dessas instituições para a Divulgação Científica no país. Também se apresenta nesse capítulo o panorama dessas instituições, chamando a atenção para a alta concentração das mesmas nas capitais dos estados brasileiros.

A partir da problemática da concentração dos Museus e Centros de Ciências nas capitais. O capítulo 3, apresenta ao leitor a criação dos museus móveis, que são importantes ferramentas de acesso a divulgação científica

¹ <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/es/sao-mateus/panorama>

para a população do interior, que carece de espaços científicos em suas regiões.

No capítulo 4, apresenta-se o referencial teórico onde se discute a importância da interação social para a aquisição de conhecimentos científicos nesses espaços não formais de ensino. Também apresenta a importância da mediação nesses espaços bem como os vários tipos de interações que podem ocorrer.

No capítulo 5, apresenta-se as etapas da construção da exposição proposta, desde a sua concepção, até a sua avaliação prévia. Ainda nesse capítulo, ressalta-se a importância da continuidade de atividades como a desenvolvida nesta pesquisa.

CAPÍTULO 1 – EDUCAÇÃO, CULTURA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.

1.1 Educação formal, informal e não formal: conceitos e objetivos

A educação, de modo geral, prepara o ser humano para o desenvolvimento de suas atividades no percurso de sua vida. Nesse sentido, faz-se necessário uma educação que dê suporte aos vários aspectos sejam eles, econômicos, sociais, científicos e tecnológicos, impostos por um mundo globalizado. Assim, não basta que as pessoas acumulem no começo da vida uma quantidade de conhecimentos, mas devem aproveitar todas as oportunidades para atualizar, aprofundar e enriquecê-los, procurando compreender o mundo e suas mudanças.

Segundo Afonso (1989), Gohn (2008), Ghanem e Trilla (2008), o processo de ensino e aprendizagem que ocorre no decorrer da vida por meio da educação, pode se subdividir em três modalidades: *educação formal*, *educação informal* e *educação não formal*. Esses termos na visão dos autores surgiram a partir da década de 1960 ocasionados pela segunda Guerra Mundial.

Nesse período segundo Cascais e Terán (2014) se desencadeou crises nos sistemas educacionais dos países de primeiro mundo. Para os autores o que influenciou essas instabilidades foram, os sistemas escolares que apresentavam lenta adaptação às mudanças socioeconômicas em curso. Além disso, eles não cumpriam seu papel em relação à promoção social e a não formação de recursos humanos para as novas tarefas que surgiam com a transformação industrial. Então, a partir da problemática, houve de um lado, uma exigência de um planejamento educacional e, de outro, a valorização de atividades e experiências não escolares, tanto ligadas à formação profissional quanto à cultura geral, exigindo que diferentes setores da sociedade se articulassem para enfrentar as novas demandas sociais.

Nesse sentido, o marco desse movimento foi o relatório “*Learning to be – The Faure Report*” (Aprendendo a ser - O Relatório Faure) de 1972 da

“Comissão Internacional sobre educação” da Organização das nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura (UNESCO). Esse documento firmou metas quanto à “educação ao longo da vida”, onde ela deveria organizar-se em torno de quatro pilares sendo eles: (i) aprender a conhecer; (ii) aprender a fazer; (iii) aprender a viver juntos e (iv) aprender a ser. Além dessa organização, o relatório influenciou a divisão já visível do sistema educacional nas três categorias conforme apresentada por Afonso (1989), Gohn (2008), Ghanem e Trilla (2008). Nesse sentido, será apresentado as diferentes definições e objetivos de cada uma dessas três modalidades de educação.

A educação com reconhecimento oficial, oferecida nas escolas em cursos com níveis, graus, programas, currículo e diplomas, é chamada de *educação formal*. De acordo com Gaspar (2002), a *educação formal*, é uma instituição muito antiga, cuja origem está ligada ao desenvolvimento de nossa civilização e ao grande acervo de conhecimento gerado por ela ao longo do tempo.

Gaspar (2002), ainda retrata que o surgimento da escola nas civilizações mais avançadas, decorreu da necessidade de preservar e garantir o legado do acervo cultural continuamente gerado por essas civilizações. Provavelmente, foi também por essas razões que segundo o autor, a educação formal a ser transmitida na escola se organizou e se especializou num ordenamento de conteúdos separados em áreas uniformes e distintas, com o significativo nome de disciplina.

A vida cotidiana sempre exige mais do que os conteúdos ensinados no âmbito da *educação formal*, há muito mais a aprender e desde muito cedo, como: a língua materna, tarefas domésticas, normas de comportamentos, caçar, pescar, cantar, dançar e sobretudo sobreviver. E, para tanto, sempre existiu, também desde muito cedo, uma *educação informal*, a escola da vida.

A *educação informal* não apresenta a divisão de conteúdos tal como *educação formal*, não há lugar, horários ou currículos, pois é decorrente de momentos de “convívios” não organizados e espontâneos do dia-a-dia, logo não é institucionalizada. Os conhecimentos são partilhados em meio a uma interação sociocultural que tem como única condição necessária e suficiente, existir quem saiba e quem queira ou precise aprender. Essa modalidade de educação é transmitida em diferentes núcleos sociais durante o processo de

socialização produzido nas relações intra e extrafamiliares. Nela vêm embutidos valores, regras e normas de uma determinada cultura e o ensino e aprendizagens ocorrem espontaneamente, sem que, na maioria das vezes, os próprios participantes do processo tenham consciência. Nessa modalidade educativa, os agentes transmissores de conhecimento são os membros da família, os amigos, e meios de comunicação (GASPAR, 2002).

Além das formas de educação apresentadas, que podem ser facilmente reconhecidas por suas características bem distintas e definidas, há outras formas de transmissão cultural originárias da complexidade e do avanço contínuo da civilização conhecida como *educação não formal*.

Para Gohn (1999), a educação não formal envolve práticas educativas fora do ambiente escolar ocorrendo em situações pouco formais, sem a obrigatoriedade legislativa, nas quais o indivíduo experimenta a liberdade de escolher métodos e conteúdos. Além disso, diferencia-se do informal, pois mesmo organizados de maneira sequencial, não seguem o mesmo pragmatismo escolar, podendo ser operacionalizado de várias maneiras segundo demandas sociais determinadas.

Alguns exemplos de locais que oferecem a educação não formal segundo Nardi e Langhi (2009) são: museus, meios de comunicação, agências formativas para grupos sociais específicos, organizações profissionais, instituições não convencionais de educação que organizam eventos tais como cursos livres, feiras, exposições científicas e encontros.

Segundo Gohn (2006), espera-se como resultado da educação formal, uma aprendizagem efetiva além da certificação e titulação que permitem os indivíduos a seguirem para graus mais avançados. Na educação informal, os resultados não são esperados, eles acontecem a partir do desenvolvimento do senso comum nos indivíduos. Já os resultados da educação não formal para Gohn (2006), provém do desenvolvimento de uma série de processos, se destacando, a construção e reconstrução de concepção(ões) de mundo e sobre o mundo e também aprender a ler e interpretar o mundo que os cerca .

Gohn (2006) ainda ressalta a importância da educação não formal, pois segundo ele, essa modalidade está “voltada para o ser humano como um todo”. Toda via, afirma ele ainda que ela não substitui a educação formal,

podendo sim complementá-la por meio de programações específicas e fazendo uma articulação com a comunidade educativa.

Em pesquisas realizadas por Jacobucci (2008), Oliveira e Gastal (2009), percebe-se a existência de dois tipos de espaços de educação não formal: os espaços institucionalizados, que dispõem de planejamento, estrutura física e monitores qualificados para a prática educativa dentro das quais se destacam os Museus de História e Ciências, Jardins Zoológicos, Jardins Botânicos, Observatórios, Planetários e Aquários. Já os espaços não institucionalizados para esses autores, são todo e qualquer espaço que pode ser utilizado para uma prática educativa de grande significação para população como um todo.

Dentre os espaços informais não institucionalizados, pode-se considerar as praças públicas, áreas verdes nas proximidades da escola, lagos, rios, quadras poliesportivas, etc. Esse espaço não dispõe de uma estrutura preparada para este fim, contudo, se a atividade for bem planejada e o espaço bem utilizado, poderá se tornar um espaço de educação de construção científica. Vale ressaltar, que os espaços de educação não formal têm ganhado, cada vez mais, notoriedade na educação em ciências (MARANDINO *et al.*, 2004), mas, apesar disso, em especial no Brasil, para Gohm (2006) ainda são raras as iniciativas de investigação que tenham o ensino não formal como objeto de análise.

Ainda de acordo com Nardi e Langhi (2009), tanto a educação formal quanto a não formal tem intenções educativas, e considerando o fato de que a educação não formal ocorre em espaços denominados de espaços não formais sendo eles institucionalizados ou não, optou-se realizar esse trabalho nesses tipos de espaços, tendo em vista que, a exposição investigada possibilita aos indivíduos que dela vierem a visitar o contato direto com temas da ondulatória e som, que poderá gerar a aquisição e reconstrução de conceitos.

1.2 Educação formal, informal e não formal e o ensino de ciências

Segundo Krasilchik (2000), à medida que a ciência e a tecnologia foram consideradas como importantes para o desenvolvimento econômico, social e cultural, o ensino das ciências também se tornou importante, chegando a fazer

parte das diversas reformas educacionais ocorridas em todo o mundo. Moreira (2004) conceitua educação em ciências de forma bem abrangente distinguindo-a do treinamento científico, que prepara o futuro cientista e está voltado para o “fazer ciência” e as teorias científicas:

A educação em ciências, por sua vez, tem por objetivo fazer com que o aluno venha a compartilhar significados no contexto das ciências, ou seja, interpretar o mundo desde o ponto de vista das ciências, manejar alguns conceitos, leis e teorias científicas, abordar problemas raciocinando cientificamente, identificando aspectos históricos, epistemológicos, sociais e culturais das ciências (MOREIRA, 202, p. 1).

Para alguns autores como Marques (2002) e Rocha (2008), existe um espaço próprio onde à educação trata do conhecimento científico. Este lugar são as escolas, com os seus níveis de ensino, suas regras e procedimentos. Entretanto Cascais e Terán (2014) afirmam que o conhecimento científico não pode se ater somente nas escolas. Portanto, faz-se necessário lançar mão de outros ambientes onde se promova a educação não formal que pode ocorrer em espaços institucionalizados ou não. Na visão de Vieira (2005):

“A educação não formal pode ser definida como a que proporciona a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em espaços como museus, centros de ciências, ou qualquer outro em que as atividades sejam desenvolvidas de forma bem direcionada, com um objetivo definido” (VIEIRA, 2005, p. 21).

Observa-se a partir da definição de educação não formal em Ciências definida por Vieira (2005) que, a ela volta-se para a utilização de vários espaços educativos onde se pode proporcionar uma aula mais dinâmica. Segundo Cascais e Terán (2014), a utilização desses espaços, pode levar o estudante à assimilação de conteúdos previstos no currículo do espaço formal.

A partir de 1980 a UNESCO juntamente com países que a ela estão vinculados, assumiram um compromisso em relação à educação em ciências, em que a ideia de “ciência para todos” foi amplamente difundida. Nesse contexto, começou a chamar a atenção os meios de divulgação científica, pelos quais a população podia ter acesso ao conhecimento científico, ficando evidente assim, que o ensino de ciências não se restringia a escola.

O conhecimento que o público adulto tem sobre os temas científicos mais atuais e relevantes, não vem das experiências escolares, mas da ação da divulgação científica, da mídia

eletrônica de qualidade e dos museus de ciência, que trazem para as suas exposições, tanto os conhecimentos científicos/tecnológicos clássicos, quanto as temáticas atuais e/ou polêmicas (VALENTE, 2008, p. 54).

Portanto, a partir da fala de Valente (2008), nota-se que os espaços de divulgação científica institucionalizada ou não, tornaram-se fonte imprescindíveis para o desenvolvimento da educação científica não somente para aqueles que frequentam a escola, mas para todos os cidadãos que participam da vida na sociedade. Percebe-se também, que pessoas não inseridas no processo educativo formal, quando em contato com espaços de educação não formal e informal, têm a possibilidade de ter acesso às informações sobre a ciência e a tecnologia, estando assim em concordância com o relatório da Comissão Internacional sobre a Educação para o Século XXI que destaca a educação ao longo da vida.

Segundo Cunha (2009), no Brasil o termo divulgação científica, tem sido bastante utilizado para expressar ações que têm a intenção de transmitir informações relacionadas à Ciência para a população em geral, e que as relações entre espaços não formais de educação e a divulgação científica são bastante estreitas. Nessa perspectiva, na próxima seção será abordado o conceito de divulgação científica e suas características.

1.3 Conceitos e características da divulgação científica

De acordo com Cunha (2009), o significado da palavra “*divulgação*”, que provém do verbo “divulgar” tem origem no latim *divulgare* cujo significado é tornar conhecido, publicar, difundir, transmitir ao vulgo, fazer-se popular, etc. Nesse sentido, Massarani (1998) apresenta a definição da palavra “*divulgação*” como sendo o envio de mensagens elaboradas mediante a transcodificação de linguagens, transformando-as em linguagens acessíveis a uma totalidade do universo receptor. Assim, pode-se entender o termo divulgação científica (DC) como as formas pelas quais, se difundi e torna público o conhecimento científico.

Para Lopes (1998) a DC deve ser compreensível e ao mesmo tempo rigorosa, sem deformar os resultados da pesquisa e dos conceitos científicos

ao popularizá-los. Nesse sentido Roqueplo (1974) também define a DC sobre duas condições: a primeira é que as explicações e a difusão do pensamento científico seja feita fora do ensino formal ou de ensino equivalente. A segunda, é que tais explicações extraescolares não devem ter como objetivo formar especialistas, nem mesmo aperfeiçoá-los em sua própria especialidade.

Ainda ao se falar de DC, percebe-se que a mesma é utilizada inadequadamente como sinônimos de outros termos tais como: difusão científica, vulgarização da ciência, popularização da ciência, etc. Alguns autores apresentam características desses termos, entretanto para os mesmos, não há uma definição de comum acordo.

Massarani (1998), propõe considerar vulgarização, divulgação e popularização como tendo o mesmo significado, diferenciado apenas da difusão e disseminação. Para Cunha (2009), o termo difusão científica é todo e qualquer processo, ou recurso utilizado para a comunicação da informação científica e tecnológica, seja para o público em geral ou especialistas. Segundo o autor, quando a comunicação científica tem objetivos de difundir entre especialistas, essa passará e receber a denominação de disseminação científica. Por outro lado quando a comunicação científica é destinada a população em geral, Cunha (2009) a define como divulgação da ciência, vulgarização científica ou popularização da ciência.

Ao falar de popularização da ciência, Leitão e Albagli (1997) a definem como o uso de recursos e de processos de informação e tecnologia para o público em geral, supondo uma tradução da linguagem especializada para uma linguagem que consiga atingir o público.

Quando se trata do termo vulgarização científica, Massarani (1998) indica que tal conceito foi bastante utilizado no Brasil durante o século XIX, e início do século XX e ainda se encontra presente em algumas publicações como no artigo de Miguel Osório de Almeida, "*A vulgarização do saber*"². Cunha (2009) mostra que posteriormente o termo vulgarização científica deu lugar ao termo popularização da ciência que ganhou boa aceitação pelos países caribenhos, latino-americanos e também entre os britânicos.

² ALMEIDA, M. *A vulgarização do saber*. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, ILDEU DE C.; BRITO, F. (Orgs.) *Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro, Casa da Ciência. UFRJ, 2002.

Germano e Kuesla (2006) destacam que essa aceitação ocorreu devido à criação em 1990 da Rede de Popularização da Ciência e da Tecnologia³ na América Latina e no Caribe (Rede-POP) que tem como uma de suas metas principais mobilizar os potenciais nacionais e regionais através de diferentes mecanismos de cooperação, com o firme propósito de fortalecer a popularização da ciência e da tecnologia na região.

Ainda para Germano e Kuesla (2007), o uso do termo popularização da ciência entre os brasileiros, ganhou uma maior utilização a partir da criação do Departamento de Popularização e Difusão da Ciência e Tecnologia (DEPDI) pelo governo federal brasileiro em 2004, que de acordo com Tait, Felix e Dagnino (2008) teve como objetivos, formular políticas e implementar programas de popularização da Ciência e Tecnologia, como promover Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNTC), firmar parcerias com TVs e rádios para desenvolvimento de programas de divulgação científica; colaborar com ensino de ciências nas escolas, em parceria com o Ministério da Educação e Secretarias de Educação; apoiar Centros e museus de Ciências; apoiar eventos de DC inclusive formação de comunicadores de ciência.

Conforme apresentado, não há um consenso entre pesquisadores sobre as definições precisas dos termos apresentados, deve-se entender que praticamente todos eles são utilizados quando se trata de tornar a Ciência mais próxima para a população, compartilhar conhecimentos e descobertas e principalmente, estimular o interesse pelas áreas da Ciência, em especial o da Física.

Nesse sentido optou-se por utilizar nesse trabalho, o termo DC. Como visto, todas as atividades ligadas à DC, fazem o uso de diversos mecanismos a fim de tornar a ciência em geral mais afetiva e agradável o público. Uma das motivações para usar esse termo, é de que o papel das atividades de DC não é apenas de estreitar o elo entre o conhecimento científico e a população em geral, mas também de apresentar uma concepção de ciência e da Física, que não é neutra e linear, mas sim como produção humana, que apresenta relações com aspectos sociais, políticos e econômicos. Essas atividades

³ Rede de Popularização da Ciência e da Tecnologia na América Latina e no Caribe, <<http://www.redepop.com>>.

podem vir a contribuir para a formação de cidadãos críticos, capazes de interpretar e agir sobre a realidade em que vivem.

Acreditando que, as exposições científicas e interativas possuem uma importante função na sociedade, tanto na promoção de uma cultura científica como para a formação de uma sociedade mais informada, interessada, crítica e consciente, serão explorados no próximo capítulo elementos dessas atividades, mais especificamente das ações itinerantes.

CAPÍTULO 2 – CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA DO BRASIL

Neste ponto é importante apresentar uma breve síntese sobre a história dos Museus e Museus de Ciências e destes no contexto brasileiro, na tentativa de articular os propósitos desta instituição, seu papel e alcance em relação à DC. Além disso, de forma complementar no Apêndice A, encontram-se uma breve definição do que é um museu, bem como uma síntese da evolução histórica destas instituições que deram origem aos atuais Centros e Museus de Ciências.

2.1 Os primeiros Centros e Museus de Ciências do Brasil

De acordo com Gaspar (1993) e Souza (2008), o surgimento dos primeiros CMCI's do Brasil iniciou-se com a preocupação de servir ao ensino formal. Isso porque ainda na década de cinquenta, o ensino de ciências, em especial o da Física, era considerado livresco e sem experimentação.

A fim de alavancar o rumo do ensino de ciência que se praticava em nosso país e de incluir a experimentação nas aulas de ciências, José Reis e José Leite Lopes, iniciaram a tradução de livros pioneiros com ênfase na experimentação e no raciocínio para serem implementados nas escolas, tentando assim criar uma renovação didática no país. Ainda nessa década, mais precisamente no ano de 1955, foi fundado o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), ligado à UNESCO, dedicada ao ensino de ciências.

O IBECC segundo Gaspar (1993), foi concebido para estimular professores e alunos a "praticar" Ciências. Ainda para o autor, o instituto teria como um de seus focos, desenvolver atividades tais como: feiras e exposições de ciências, museus, clubes de ciências, pesquisa, treinamento de professores, produção de material didático, etc. Em relação à produção de material didático, Gaspar (1993) aponta que o IBECC iniciou ainda na década de cinquenta, o projeto denominado "Iniciação às Ciências", que se constituía na produção de kits para os alunos de 1º e 2º graus.

Os kits eram compostos por uma caixa, contendo material para a execução de experimentos, um manual com instruções para a sua execução e um folheto com leitura suplementar sobre assuntos de Física, Química e Biologia. “O objetivo dos kits era capacitar os alunos, mesmo fora do ambiente escolar, a realizar experimentos e encontrar soluções por si próprias, desenvolvendo, dessa forma, uma atividade científica” (GASPAR, 1993, pg. 25).

Durante a sua atuação, O IBECC contou com apoio do Centro de Ciências de São Paulo (CECISP), que fora criado em 1965, e da Fundação para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), fundada em 1966. Até o final da década de 60 o IBECC-FUNBEC desenvolveram 15 projetos para o ensino de ciências e de Física para o 1º e 2º graus. Vale ressaltar que a partir de 1971, com promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), o então Ministério da Educação e Cultura (MEC), criou o Projeto de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN) em 1972, que deu um grande impulso à produção de materiais didáticos de ciências em nosso país e, como consequência, às atividades do IBECC-FUNBECC.

De acordo com Gaspar (1993) ainda no ano de 1972, foi criado o projeto "Os Cientistas", que fora importante iniciativa voltada à DC desenvolvida no Brasil, que incluía a difusão dos Centros e Museus de Ciências. A partir de 1980, o IBECC e a FUNBEC tiveram suas atividades gradativamente reduzidas. Durante a sua atuação, IBECC-FUNBECC, proporcionaram o surgimento do primeiro CMCI do Brasil. Dentre eles a Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) do Instituto de Física e Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo em 1979.

Para Gaspar (1993) e Souza (2008), o CDCC surgiu com o objetivo de contribuir para romper, a nível regional, a barreira que tradicionalmente separava o ensino básico do universitário. Inicialmente o CDCC consistia em um projeto de apoio ao ensino formal de ciências, sem um espaço físico delineado para atividades e práticas de DC em um caráter mais amplo. Para os autores somente em 27 de janeiro de 1981, é que o CDCC, foi instalado no prédio onde a USP iniciou suas atividades em São Carlos, em um casarão histórico de 1750 m² de área construída e três pavimentos, no centro da cidade.

Gaspar (1993) ainda ressalta que o CDCC tem como objetivos principais, promover a integração Universidade - Comunidade facultando a esta o acesso

aos meios e resultados da produção científica e cultural da Universidade. Motivar o cidadão, em especial o jovem, promovendo e orientando atividades planejadas, que visam despertar o interesse para a Ciência e para a Cultura. E também, programar e realizar pesquisa de meios educacionais alternativos.

Gaspar (1993) e Souza (2008), ainda mostram que um dos maiores investimentos do CDCC foi a "Experimentoteca"⁴. Trata-se de um conjunto de experimentos veiculados pelos programas curriculares de ciências das quintas às oitavas séries do 1º grau. Esses experimentos foram concebidos para serem utilizados em sala de aula comuns, dispensando os laboratórios que ainda estão ausentes em muitas escolas.

Seguindo a linha de pensamento e levando em consideração que o CDCC, produz kits de ciências para servir de apoio ao ensino básico, pode-se concluir que o mesmo é um CMCI que se aproxima do Centro de Ciências de Ontário, cuja preocupação também é com o ensino formal. Portanto, conclui-se que além de fazer DC, ele também tem a preocupação com a educação básica, o que faz dele ser um importante elemento de apoio à educação formal.

Com uma proposta de trabalho inspirada no *Exploratorium* de São Francisco, em 1982, foi criada no Rio de Janeiro o Espaço Ciência Viva. Souza (2008) afirma que esse novo CMCI surgiu da iniciativa de um grupo de pesquisadores e professores interessados em fazer DC. Sendo as primeiras atividades desenvolvidas em praças públicas, comunidades carentes e parques urbanos do Rio de Janeiro. Somente em 1986, o Espaço Ciência Viva se estabeleceu em um espaço físico na Tijuca.

Seguindo uma proposta mais parecida com a do *Exploratorium*, em 1987, foi criado um CMCI em um galpão construído no início do século XX ao lado da Estação da Luz, que faz parte da rede ferroviária de São Paulo. Esse novo espaço de DC recebeu o nome de Estação Ciência. Um dos objetivos da Estação Ciência é de "ampliar a cultura científica dos cidadãos, envolvendo-os no processo de elaboração da ciência, estabelecendo contato com os fenômenos naturais, com os princípios físicos e com novas fenomenologias, num ambiente lúdico que anima a participação" (GASPAR, 1993, pg. 29).

⁴ O nome "Experimentoteca" foi escolhido porque os kits são retirados para a utilização nas escolas da mesma forma que o são os livros de uma biblioteca.

Ainda de acordo com Gaspar (1993) a Estação Ciência dispõe de exposições interativas que possuem máquinas eletrostáticas, experimentos de eletromagnetismo, instrumentos mecânicos e óticos, laser, dentre outros. Uma das preocupações desse CMCI em relação à Física segundo o autor é desmistificá-la como ciência de difícil compreensão e que para alguns é afastada do cotidiano. Nesse sentido ele nos mostra que, os visitantes deixam de "ouvir falar" para visualizar o experimento, tocá-lo e interagir.

Outro importantíssimo CMCI criado em 1985 no Rio de Janeiro, foi o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST). De acordo com Gaspar (1993), desde a sua criação voltou-se para a DC, inspirada nos modelos dos centros de ciências internacionais. Grande parte do seu acervo é constituída de objetos que acompanharam a trajetória do Observatório Nacional desde a sua fundação em 1827. De acordo com Souza (2008), o MAST possui uma organização de espaços diversificada. Possui peças de acervo histórico e documental, área para exposições de longa duração e de curta duração e realiza várias atividades dedicadas a professores e escolas, além de observações públicas do céu.

Ainda em relação às exposições que o MAST organiza, Gaspar (1993) salienta que o mesmo tenta explorar através de módulos interativos, noções básicas de ciência, o que faz dele um importante instrumento técnico científico para o ensino de ciências e DC.

2.2 Breve panorama atual dos Centros e Museus de Ciências do Brasil

Conforme visto, os primeiros CMCI do Brasil surgiram a partir da década de 80. E com o seu desenvolvimento e expansão, começaram a receber impulso governamental através de editais. Segundo Souza (2008), embora a iniciativa governamental patrocinasse apenas um pequeno número de instituições, contribuiu decisivamente para despertar o entusiasmo de muitos talentos vocacionais para a DC.

Uma das importantes fundações que contribuiu para a expansão do CMCI no Brasil foi a Fundação VITAE. Souza (2008) retrata que essa fundação instituiu e manteve por mais de dez anos, uma linha de apoio à

implantação, ao fortalecimento e à disseminação dos centros e museus de ciência. A autora ainda salienta que a VITAE durante a sua atuação, insistia na importância da existência de vínculos institucionais entre os CMCI e universidades ou centros superiores de pesquisa e ensino. Ainda em relação à Fundação, durante a sua atuação que ocorreu de 1985 a 2005, diversos CMCI foram criados no país.

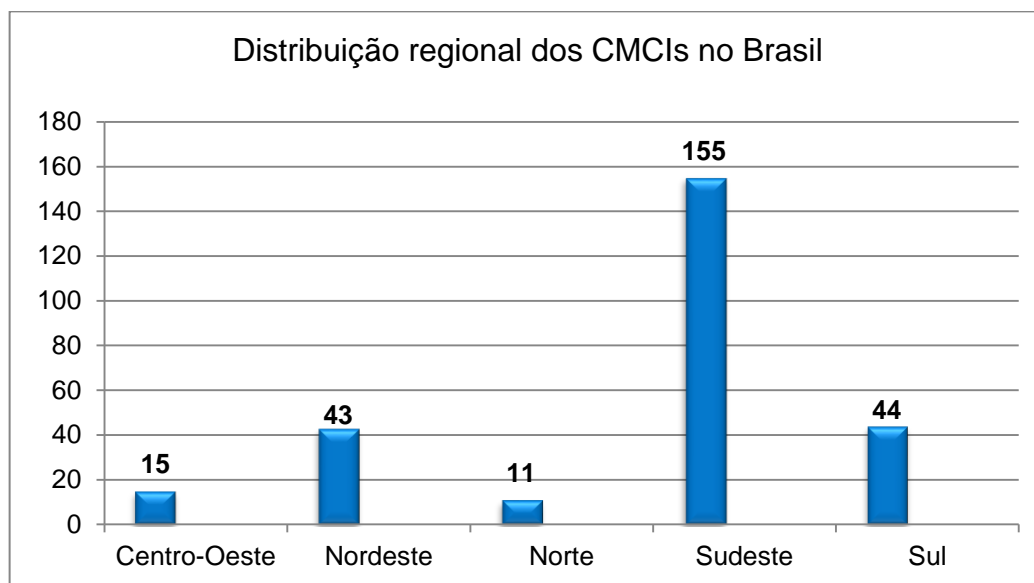
Com o crescimento em números dos CMCI, no ano 2000, surgiu a Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências (ABCMC), com o intuito de mapear iniciativas voltadas aos novos museus de ciências que estavam sendo criados, e também a fim de unir ideias, compartilhar experiências, consolidar projetos e possibilitar um intercâmbio maior de recursos e informações entre centros e museus de ciência de todo o Brasil. Em 2004 a ABCMC lançou o primeiro Guia de Centros e Museus de Ciências do Brasil (GCMCB).

No primeiro semestre de 2015, juntamente com a Casa da Ciência da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o Museu da Vida da Fiocruz a ABCMC, lançou a terceira edição do guia GCMCB, onde se encontra catalogados 268 espaços científicos e culturais no país. Vale destacar que esse total corresponde a 7,5% dos 3585 museus cadastrados no Instituto Brasileiro de Museus-IBRAM do Ministério da Cultura, dentre os quais estão os centros e museus de ciência, jardins botânicos, planetários e observatórios, zoológicos e aquários. A Figura 1 apresenta como se encontra a distribuição regional dos CMCI no território nacional.

Nota-se a partir da análise da Figura 1, que a distribuição regional dos CMCI é desigual. Considerando as informações do GCMCB, percebe-se ainda, que há uma grande concentração desses espaços não formais de ensino nas capitais, e mesmo que isso seja coerente com a distribuição urbana da população, deixa ainda a maioria dos municípios sem acesso ao que é produzido e principalmente, sem DC. Nesse sentido Barata (2015) afirma que:

“[...] Hoje, os principais centros e museus de ciência estão localizados nas grandes capitais, o que é resultado da nossa própria história. Mesmo vivendo um processo de interiorização das universidades, ainda não temos a mesma proporção com a criação desses espaços. O interior carece de espaços científicos e culturais” (BARATA, 2015, p. 8).

Figura 1 - Distribuição regional dos CMCI's do Brasil segundo o GCMCB.



Fonte: Guia centro e Museus de Ciências do Brasil 2015.

Tais afirmações podem ser reforçadas pelos dados da pesquisa “Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil” (MCTI, 2015), que retrata dentre os motivos para não se visitar museus ou centro de ciências e tecnologia, 32,2% dizem que não tem tempo, outros 31,1% dos entrevistados alegam que não existem iniciativas do tipo em suas regiões. Já 8,7% apontam que os CMCI's ficam muito longe. Um total de 7,7% não sabe aonde existem esses espaços.

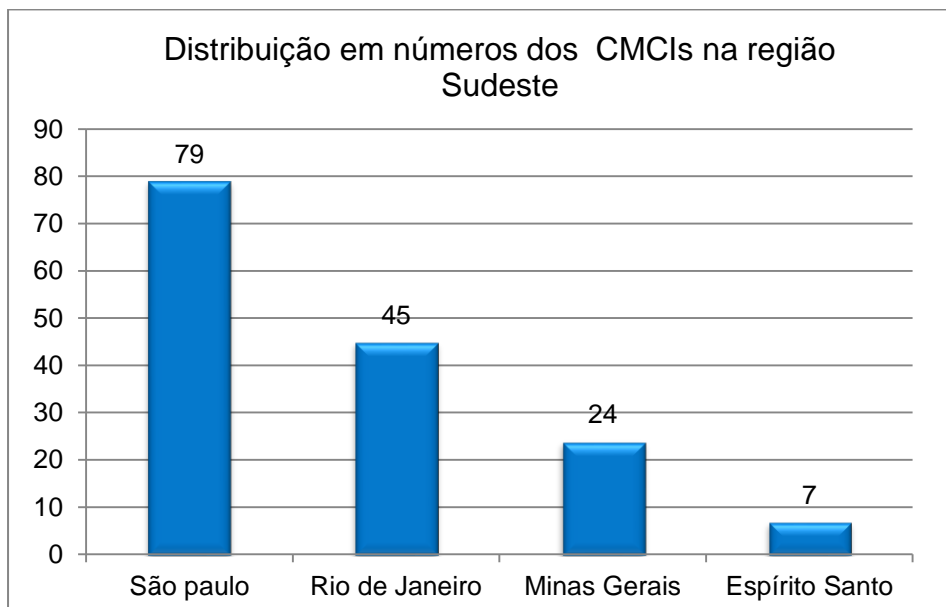
Assim percebe-se através dos dados da pesquisa, que as respostas mais frequentes indicam muito mais falta de acesso ou de conhecimento do que a falta de interesse. Ou seja, a oferta desses espaços ainda é restrita e a informação é esparsa. Levando em consideração a má distribuição dos CMCI's, a próxima seção apresentará os espaços de educação não formal institucionalizados no Estado do Espírito Santo, que encontra-se catalogados no GCMCB.

2.3 Centros e Museus de Ciências do estado do Espírito Santo

Ainda com base no GCMCB a região Sudeste concentra 57,8% dos CMCI's do país. Na Figura 2 apresentam-se como esses espaços estão

divididos em quantidade pelos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

Figura 2 - Distribuição do CMCI na região Sudeste de acordo com o GCMCB.



Fonte: Guia Centro e Museus de Ciências do Brasil 2015.

Embora o estado do Espírito Santo esteja na região que apresenta a maior quantidade de CMCI do país, percebe-se que em relação ao Rio de Janeiro, que apresenta dimensões territoriais semelhantes, o número de CMCI no ES é 6,5 vezes menor. Das sete instituições de espaços não formais de ensino que divulgam de alguma forma a ciências, catalogadas no guia GCMCB do ES, seis se encontram localizadas na capital Vitória, região metropolitana e uma localizada na cidade de Santa Teresa, região serrana do estado. Citaremos apenas três dos CMCI dos ES tendo em vista que as mesmas abordam assuntos relacionados ao ensino de Física:

- **Praça da Ciência**

Inaugurada em 12 de Outubro de 1999, foi criada para que o público geral, pudessem se divertir aprendendo com a aplicação no dia-a-dia de conceitos físicos e astronômicos. Esse espaço localiza-se na Curva da Jurema próximo do Shopping Vitória, e possui instrumentos pedagógicos e interativos onde se destacam o Sistema Solar em escala, relógio de Sol, espelho de som, elevador de mão, João teimoso, prato giratório, balanços, alavancas, plano inclinado, gyrotec e refletor parabólico. Esses instrumentos são destinados ao

ensino de conceitos científicos em especial os de Física e também temas ligados à educação ambiental.

- ***Escola da Ciência - Física***

Localizada no Parque Moscoso, a Escola da Ciência - Física tem a proposta de popularizar a física, abordando conceitos ligados à eletricidade, à óptica e à mecânica de forma a encantar os visitantes. O objetivo é despertar a curiosidade e ajudar a compreender, de forma divertida, os fenômenos científicos. Para isso, apresenta em toda sua exposição experimentos interativos, que despertam a curiosidade do público que visita a instituição.

- ***Planetário de Vitória***

O Planetário de Vitória foi inaugurado em 1995, no campus da Universidade Federal do Espírito Santo, e é vinculado à Secretaria de Educação da Prefeitura de Vitória e ao Centro de Ciências Exatas da universidade. O espaço fornece informações sobre fenômenos astronômicos e os desafios enfrentados pela humanidade na busca de novos conhecimentos sobre o Universo. Além disso, ele é um importante instrumento complementar para o ensino de ciências nas escolas.

Seus equipamentos refletem na cúpula da sala de projeção, o céu como seria visto de qualquer ponto da Terra e em qualquer período histórico. Além disso, é possível reproduzir os movimentos dos planetas, dos satélites de Júpiter e das estrelas cadentes e apresentar imagens e animações de fenômenos astronômicos. Juntamente com o Observatório Astronômico da UFES, o Planetário desenvolve um intenso programa de atividades educativas, com cursos, oficinas, palestras e exposições.

Além desses espaços de educação não formal e de DC do ES, que estão catalogados no GCMCB, existem outros espaços que ainda não se encontram catalogados, como no caso o Museu de Ciências da Vida localizado também na capital do estado e o Museu de História Natural do Sul do Espírito Santo que se localiza na cidade de Alegre.

Como já citado, os CMCI's do ES em sua maioria, estão localizados na capital Vitória, e considerando fato de que, as cidades da região norte do ES estão distantes da capital, percebe-se que o não acesso dos estudantes;

professores e da população em geral dessa região, aos meios de DC oferecidas por essas instituições é marcada por diversos fatores, dentre eles a distância. Distância essa que poderia ser encurtada caso esses centros de ciência promovessem ações itinerantes, para popularizar a ciência não só no norte do estado, mas sim nos quatro cantos do mesmo.

Nesse sentido, vale lembrar que essa pesquisa vem propor uma exposição itinerante e interativa para ser exibida em um espaço não formal na cidade de São Mateus e posteriormente nas cidades arredores. Pretendemos com a mesma divulgar ciência e mostrar que ações como essa, podem vim a ser importantes instrumentos para o ensino de ciência e da Física onde não existe CMCI. Antes de descrever os processos metodológicos e o referencial teórico que dará suporte a essa pesquisa, traremos no próximo capítulo, assuntos relacionados à itinerância de exposições e museus, e também ações de DC feita por meio de museus de ciências móveis.

CAPÍTULO 3 – ITINERÂNCIA E MUSEU

3.1 Itinerância entre museus: Um serviço de trocas de exposições

De acordo com Xavier (2012), as primeiras atividades ligadas a itinerância, foram propostas com finalidade de levar a locais mais afastados e de difícil acesso, objetos, informações, livros, filmes, remédios, etc. Para a autora, a definição da itinerância na museologia evoluiu em conformidade com a própria área. Segundo a mesma, inicialmente a itinerância era dita fechada, isto é, que itinerava exposições de museus para museus a fim de manter um público presente nesses espaços. A autora ainda afirma que:

As exposições itinerantes serviriam, para enriquecer temporariamente as coleções de outros museus, emprestadas sucessivamente serviriam para atrair o público para esses e, também, auxiliar na divulgação do museu detentor da coleção (XAVIER, 2012, p. 75).

Xavier (2012) aponta que as exposições itinerantes (EXPI), muitas vezes, foram vistas pelos funcionários dos museus como um obstáculo para a realização das atividades tradicionais, sendo a sua chegada vista como um fardo, um trabalho adicional, pois impedia que os mesmos se dedicassem à pesquisa das coleções do museu receptor e alterasse os ritmos de trabalho.

Entretanto, em meados da década de 50, essa nova modalidade de exposições começou a ser, propagandeada e utilizadas por muitos museus. Pois representavam inovação e comunicação num período em que esses espaços buscavam se renovar e renovar o seu público, democratizando o acesso às coleções e aos seus discursos (XAVIER, 2012, p. 77).

Na busca por essa renovação, alguns museus passaram a fazer serviços de empréstimos de suas exposições para outras entidades que não eram museus, abrangendo públicos que se encontravam em contextos diferentes dos modelos e locais tradicionais de exibição. Rocha e Marandino (2016) apontam esses espaços como sendo centros culturais, associações de moradores, sindicatos, escolas e até mesmo parques e praças.

Devido aos grandes números de EXPI que vinham acontecendo em meados da década de 50, foi criada a Revista internacional *Museum* (Museu) e nela publicado o artigo intitulado *Museums and circulating exhibitions* (Museus e exposições circulantes). De acordo com Rocha e Marandino (2016), essa revista lançada inicialmente com oito artigos, tratava sobre a nova modalidade expositiva que vinha sendo realizada em alguns países. Além disso, ela ofereceu uma visão geral de como a itinerância era percebida e trabalhada nesse período. Para Xavier (2012), essa revista:

“desempenhou uma importante função no sentido de colaboração e troca de experiências entre os países, para além de se afirmar como uma extraordinária ferramenta para a divulgação de experiências, textos e teorias museológicas” (XAVIER, 2012, p. 78).

Com as fortes influências que as EXPI estavam desempenhando na sociedade da década de 50, em 1953 a UNESCO, lançou o *Manual of travelling exhibitions* (Manual de exposições itinerantes). Esse documento versava sobre como construir, montar e realizar exposições itinerantes. Além disso, o documento mostrava que EXPI circulavam há mais de um século. Nesse sentido, Bose (1980) afirma que:

O Victoria and Albert Museum, da Inglaterra, já emprestava suas coleções de arte desde 1850, por exemplo. Por causa da sua funcionalidade em países de grandes territórios, as exposições itinerantes também foram adotadas no Canadá e nos Estados Unidos da América em meados de 1920 (BOSE, 1980, p. 11).

Contudo, apesar dessa modalidade expositiva já existir antes de 1950, apenas após a Segunda Guerra Mundial que as EXPI realmente ganharam força (ROCHA e MARANDINO; 2016). Nesse período, segundo Osborn (1953), houve um aumento da percepção da necessidade e da obrigação moral de aumentar as oportunidades educacionais e tornar os valores culturais mais prontamente acessíveis a todos, sem empecilhos relacionados à distinção social ou ao isolamento geográfico.

Essa preocupação com a acessibilidade geográfica e social faz com que as EXPI, paulatinamente, aumentassem suas áreas de influência se voltando cada vez mais para outros públicos que, não apenas eram aqueles que já tinham o hábito de frequentar museus contemplado de alguma forma as exposições itinerantes internas.

Nesse período, houve segundo Xavier (2012), um *boom* democratizador do pós-guerra, que propiciado pelo período de paz e pela necessidade da afirmação cultural, bem como pela divulgação de ideais de respeito e tolerância ao próximo fez com que as EXPI buscassem, cada vez mais, contemplarem novos públicos. Assim Rocha e Marandino (2016) mostram que vários museus deslocaram suas exposições para fora das suas paredes e as instalaram em galerias de arte, centros comunitários, sindicatos, escolas, etc.

Esse contexto que se desenhou após anos de guerra influenciou e incentivou a itinerância de exposições de todos os tipos, já que elas tinham grande função social e contribuíam, efetivamente, para a propagação da cultura e da arte em todas as camadas da população e em todos os lugares dos países, sem levar em consideração as dificuldades de acesso geográfico ou social (ALEXANDER, 1979).

Nesse sentido, as EXPI passaram a se percebidas como ferramentas importantes na democratização do acesso à educação e à cultura, podendo ser uma ferramenta bastante útil para suprir essa disparidade. As coleções precisavam ser acessíveis para favorecerem as pessoas que moravam em comunidades afastadas dos grandes centros e os museus não deveriam apenas atrair os visitantes, era a sua função ir ao seu encontro, realizando algum tipo de trabalho educativo (XAVIER, 2012). É nesse contexto que surge uma solução para a problemática, onde os veículos passaram a ser percebidos não apenas como ferramentas para o transporte das coleções, mas eles mesmos se transformarem em salas de exposições, ou seja, em museu móvel.

3.2 Museu móvel

Conforme visto no tópico anterior, a utilização de EXPI para empréstimo a museus pequenos, galerias de arte, instituições de ensino, igrejas, sindicatos, associação de moradores, entre outras no período pós-guerra foi considerada de fundamental importância para a criação e utilização dos museus Móveis. Morley (1950), retrata que alguns museus já haviam feito testes de exposições transportadas em reboques, destacando-se o Museu de História Natural de Cleveland e o Museu Nacional Polonês.

De acordo com Xavier (2012) a grande legitimidade dos museus móveis chamou a atenção da UNESCO, que na sua Conferência Geral, realizada em Paris, trouxe na sua 7ª sessão, a resolução 4.2 intitulada *Préservation et mise em valeur du patrimoine culturel* (Preservação e promoção do patrimônio cultural). Essa resolução apresentava a decisão de construir uma unidade móvel sobre caminhão destinado a exibir pequenas exposições de interesse educativo. Xavier (2012) ainda aponta que plantas de museus móveis foram planejadas e ficou a disposição dos membros da UNESCO.

Muitos eram os benefícios de se utilizar essas unidades móveis de exposição, dentre elas se destacam o rompimento da barreira geográfica, e também o fato do espaço expositivo ser adequado às exposições que seriam circuladas, o que possibilitava a não mudança na museografia proposta originalmente (XAIVER, 2012). Seguindo essa linha de pensamento Osborn (1953), mostrou que vans foram equipadas com luzes e balcões de exposição para que o meio de transporte se torna-se a própria exposição. Entretanto, o autor retrata que as apresentações das exposições feitas por esses automóveis eram muito limitadas, pois o espaço interior era menor do que o oferecido pela maior parte das galerias, e segundo o autor, o custo para equipá-las seria alto.

Nesse sentido, procurando encontrar uma solução para a busca constante na melhoria dos veículos, onde se tem como foco favorecer o público visitante e expandir o espaço expositivo, fez com que durante a década de 1950 até meados de 1960, ocorresse uma maior preocupação com a arquitetura e o planejamento das unidades móveis. Nesse período, o arquiteto Beer (1954), especialista em museus móveis, foi contratado pela UNESCO para o planejamento de museus móveis que tivessem sua área de exposição aumentada. De acordo com o arquiteto

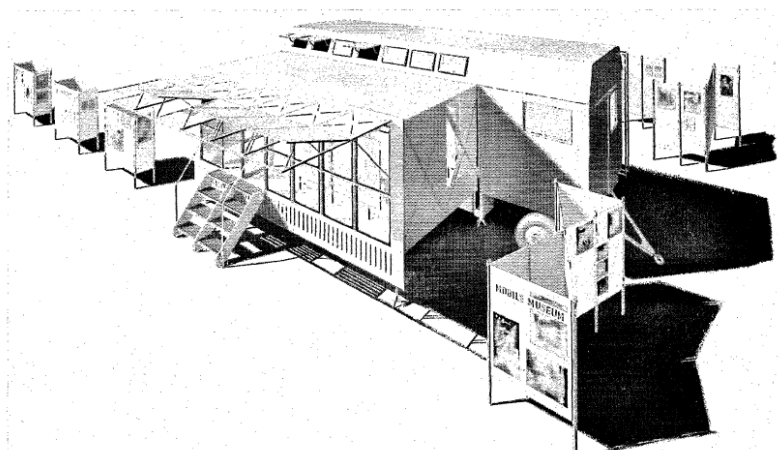
Para tirar proveito das condições econômicas, as unidades móveis com fins de educação e de relevância econômica e social deveriam dispor de um espaço suficiente para permitir a diversificação das fórmulas de exposição e para proporcionar aos visitantes uma maior liberdade de movimento no interior do veículo (Beer, 1954, p. 127).

Assim ao se pensar em um maior espaço, esse importante arquiteto projetou um novo modelo extensível que triplicava o espaço interno do veículo. Nesse novo modelo foram utilizados caminhões ou ônibus, o sistema de

expansão era simples, o que poderia ficar a cargo de apenas uma pessoa que gastaria cerca de noventa segundos para a sua abertura. Xavier (2016) ainda conclui que, todas as operações necessárias para a montagem da exposição da unidade móvel não levavam mais que duas horas e economizavam mão de obra de muitos homens.

Com objetivo de cada vez mais ampliar seus espaços e a circulação de seu público, alguns museus móveis começaram a fazer o uso da área exterior dos locais onde ficavam estacionados conforme ilustra a Figura 3. Algumas dessas unidades utilizavam-se ou de um sistema extensível, fixado no veículo e/ou da afixação de painéis móveis ao entorno da unidade de exposição. Tudo era válido para a ampliação do espaço expositivo, desde que as dimensões dos veículos seguissem os dispositivos legais (XAVIER, 2012).

Figura 3 – Fotografia do muséobus extensível e utilização do espaço externo.



Fonte: UNESCO (1953).

Muitos desses museus tinham também com função encantar seus visitantes. Para Sevcuk (1966) esse encantamento era obtido por meio de uma expográfia, em que, cada caminhão ou ônibus museu eram atrativamente decorados de acordo com a exposição instalada. Essas unidades móveis, também eram equipadas com projetores, filmes, rádio, amplificadores de som, slides, álbuns e painéis móveis. Algumas delas segundo Sevcuk (1966) possuíam geradores de eletricidade, visto que algumas comunidades ao qual visitava nem se quer possuía energia elétrica.

Uma das figuras centrais dos museus móveis, foram os monitores. Para Xavier (2012), eles não tinham somente a função de mediar às exposições, mas também, de desenvolver tarefas com os visitantes. Muitas dessas mediações aconteciam até nos espaços externos a essas unidades móveis. Essa presença dos monitores, fez com que muitos museus móveis transformassem a essência de suas exposições, que muitas das vezes, eram apenas vistas como uma extensão do museu fixo. A presença de equipamentos de entretenimento juntamente com a mediação transformou vagarosamente o modelo de exposição itinerante. Antes se tinha uma exposição baseada no empacotamento e desempacotamento, que deixou de lado essa característica, se transformando em interativa e prazerosa.

Além da difusão cultural e educacional, as exposições e museus itinerantes serviram para responder às necessidades dos diferentes espaços que se instalavam, podendo ser utilizadas pelos trabalhadores na hora do intervalo, ou mesmo pelas escolas organizadas para a visita. Nas zonas urbanas e rurais, com o auxílio dos governos locais, seria possível a organização de programas completos de museus itinerantes que tratassem sobre as ciências e a higiene. Por fim, nos países pouco desenvolvidos, sua utilização deveria favorecer a educação básica.

3.3 As primeiras exposições itinerantes internacionais

As primeiras experiências de EXPI internacionais foram propostas com a finalidade de divulgar o conhecimento científico e tecnológico que, surgira em decorrência da segunda guerra mundial. Segundo Bose (1993), em alguns países como a Índia, essas exposições traziam consigo a intenção de melhorar a produção do país e possibilitar que, a aplicação de conhecimento científico e tecnológico nas áreas rurais pudesse melhorar o cotidiano das pessoas.

Com essa intencionalidade de divulgar conhecimento científico, Xavier (2012) aponta que a UNESCO, entre 1950 a 1958 se lançou num projeto de criação de cinco exposições de ciências itinerantes que viajariam uma após a outra para diversos países, principalmente aqueles que estavam em fase de desenvolvimento, como no caso dos países do continente asiático. Dentre

essas cinco exposições duas se destacaram bastante, a primeira intitulada “*Nossos sentidos e conhecimentos do mundo*” e a segunda com o tema de “*Energia e suas transformações*”.

Essas exposições elaboradas para essas unidades foram pensadas para serem bastante didáticas e pedagógicas uma vez que, o público ao qual elas iriam atender, possuíam um nível de conhecimento e tecnologia bastante deficiente. Seguindo essa proposta, Bose (1983) mostra que todos os princípios científicos dessas exposições foram explicados em painéis com a ajuda de texto, maquetes e fotografias. Além desses elementos chaves, contribuíam para o entendimento das exposições os monitores, que em geral eram estudantes da região onde as unidades móveis passavam. Esses estudantes recebiam treinamento a fim de melhorar seus conhecimentos e explicação dos fenômenos abordados a serem transpassado para o público. Vale ressaltar que o tempo de duração de cada exposição em determinada localidade variava de duas a quatro semanas, de acordo com a quantidade de público.

Uma vez que essas exposições traziam consigo conhecimento científico, é importante reconhecer que as mesmas tinham importância educacional, e, portanto, foi mais que necessário explorar seu impacto de produzir desejos de utilizar os frutos da ciência e da tecnologia que não eram limitados a fronteiras nacionais (BOSE, 1983). Muitas dessas exposições internacionais em unidades móveis foram levadas as escolas nos países onde visitavam o que contribuiu para o ensino formal.

Levando em consideração que essas exposições transmitiam conhecimentos científicos, percebe-se que a sua utilização assume em certa medida, um papel civilizatório, uma vez que há de forma bem intencionada uma sobreposição dos valores científicos sobre o senso comum. Assim, percebe-se que esse instrumento foi de grande validade para a DC e desenvolvimento dos países em que passaram bem como importantes para as mudanças que ocorrem no mundo dos museus.

Levando em consideração que as exposições internacionais realizadas pela UNESCO, apresentavam como objetivo a DC, e que as mesmas foram planejadas a serem exibidas em unidades móveis, será abordado na próxima

seção uma ação itinerante de DC que deu origem as várias modalidades de EXPI no Brasil.

3.4 Museu José Hidasi: O primogênito na museologia itinerante no Brasil

De acordo com Perotti (2005), Xavier (2012), Rocha e Marandino (2016), no Brasil o primeiro exemplo de museu científico itinerante é o já extinto Museu Itinerante José Hidasi, que foi criado em 1965 na cidade de Goiânia – GO. Esse museu tinha como objetivo a realização pessoal e o sustento financeiro de seu idealizador, o professor, naturalista, ornitólogo e taxidermista José Hidasi, e também, a popularização da ciência biológicas através da exposição “*Curiosidades da Natureza*” que era composta por diferentes espécies de animais.

A história do surgimento desse ícone da museologia itinerante no Brasil esteve diretamente ligada com os vários anos de trabalho do naturalista com a taxidermização. Após anos juntando um bom acervo, decidiu realizar uma exposição ao ar livre para divulgar seu trabalho e o início de seu museu. De acordo com Perotti (2005), a primeira exposição realizada pelo taxidermista conforme ilustrado na Figura 4, foi em uma festa religiosa na cidade de trindade em Goiás.

Figura 4 - José Hidasi e o Museu "Exposição de Belezas Naturais".



Fonte: Perotti (2005).

Chegando lá, na sua Rural W65, fez um puxado com caibro que cobriu com lonas, para compor uma exposição. Colocou animais do cerrado e principalmente animais com anomalias, de diferentes regiões do mundo, que chamavam mais atenção do público. Armou a sua pequena exposição em frente à prefeitura: em cima do improvisado puxado colocou o nome de Belezas Naturais. (PERROTI, 2005, p. 16)

Ainda de acordo com Perotti (2005), a reação do público que passava curioso em frente à exposição chamava bastante atenção, e com um preço popular, ao poucos o público ia chegando. As curiosidades dos animais exóticos eram um convite para a entrada. O autor ainda destaca que professores e escolas visitavam a exposição e, durante as visitas eram possíveis ver os encantamentos e em alguns casos, medo do público com alguns itens do acervo.

De acordo com Xavier (2012), o projeto do Naturalista José Hidasí era de grande interesse público e contribuía para a divulgação da ciência e sua preservação. Na visão da autora, embora esse empreendimento fosse particular, também tinha função social. Pois apesar de cobrar para a visitação, os preços estipulados para conhecer a exposição eram populares, o que facilitava o acesso da grande maioria dos interessados.

Trabalhando praticamente sozinho, José Hidasí juntou certa quantia em dinheiro com suas exposições e, com a venda de uma chácara e de sua Rural Willys, comprou um caminhão de transportar bois. Após algumas modificações em sua carroceria, ele transformou o caminhão em um museu, obtendo assim um maior espaço pra expor seu acervo. A Figura 5 apresenta a parte interna do caminhão onde funcionava a exposição do naturalista.

Figura 5 - Área interna do caminhão museu Itinerante de José Hidasi.



Fonte: Perotti (2005).

Percebe-se com essa iniciativa de Hidasi, uma busca pela itinerância de sua exposição. Fato esse que em meados de 1969, levou seu museu móvel para outras cidades de Goiás. A saber: Pirenópolis, Anápolis, Corumbá de Goiás, Palmeiras, Rio Verde e chegou até Minas gerais na cidade de Montes Belos.

A preocupação com a aproximação da ciência das comunidades visitadas estava muito presente em seu trabalho, pois ao lado de alguns exemplares expostos inseria um texto explicativo de forma simplificada e, também, acompanhava os visitantes através de uma visita guiada, explicando sobre as espécies expostas e o processo de taxidermização (XAVIER, 2012, p. 99).

Com sua criatividade e perseverança, depois de passar por diversas cidades, Hidasi melhorou a aparência de seu caminhão museu, colocando janelas para arejar e dar mais segurança. Logo após tais reparos, viajou para o interior de Mato Grosso e Cuiabá.

Com a volta para Goiânia em 1973, o naturalista criou um novo projeto de museu itinerante. Nessa nova fase, ele vendeu o caminhão e comprou um ônibus e continuou seu pioneirismo na DC da fauna do cerrado, do apelo contra a devastação e da educação ambiental. A Figura 6 ilustra o ônibus museu de Hidasi em uma exibição pela cidade de Pirenópolis.

Figura 6 - Museu Itinerante em exposição na cidade de Pirenópolis.



Fonte: Perotti (2005).

Com esse ônibus museu, José Hidasi viajou pelo país por cerca de vinte e cinco anos e encabeçou segundo Perotti (2005), Xavier (2012), Rocha e Marandino (2016), campanhas educativas que repercutiram nas pessoas. Segundo os pesquisadores, o Museu itinerante por onde passava exercia atração e seu público maior era as cidades do interior, onde a carência de material didático era enorme.

É notável o quão importante foi o projeto de Hidasi com a DC pelas cidades onde passou. Além disso, percebe-se que as ações desse museu sobre rodas estavam ligadas com o ensino não formal e também contribuiu para a educação formal no momento em que escolas o visitava, fato esse que legitima o trabalho do naturalista.

Foram anos de estrada até que um acidente acabou com o ônibus museu. Entretanto, José Hidasi não se deixou abalar, pois com sua força e perseverança comprou novamente outro ônibus e deu-lhe o nome de “curiosidades da Natureza”. Muitas viagens foram realizadas, e com o encerramento delas, o museu ônibus foi colocado no Memorial do Cerrado da Universidade Católica de Goiás onde se encontra atualmente para visitas.

Conforme visto, as atividades itinerantes de DC desenvolvida por José Hidasi foram as pioneiras no Brasil, no sentido de levar uma exposição para um público ao qual não era contemplada por um museu. Após essa iniciativa, sabe-se que outras atividades itinerantes de DC no país foram criadas por

museus e centros de ciências. Nesse sentido, a próxima seção irá apresentar um pouco dessas iniciativas que surgiram a partir do legado de José Hidasi.

3.5 Museus e centros de ciências itinerantes no Brasil

De acordo com Texeira (2014), o primeiro museu de ciência a adotar o sistema de itinerância que se tem registro, foi o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), com o projeto denominado “O museu vai à praia”, no ano de 1987. Durante esse projeto aparatos experimentais eram levados à praia por funcionários e mediadores, a fim de levar a ciência para fora dos muros do museu.

Ainda segundo Teixeira (2014), no ano 2000, o Museu de Ciência e Tecnologia (MCT) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) idealizou um museu itinerante completamente diferente ao que o MAST tinha feito. Nesse novo modelo, o MCT organizou um museu dentro de um caminhão que depois de descarregado, se transformaria em um local de visitação dentro e fora dele. Esse projeto ficou conhecido como “Programa Museu Itinerante” (PROMUSIT). Ele, de acordo com Rocha e Marandino (2016), foi inspirado no *Shell Questacon Science Circus* (Circo da Ciência de Shell Questacon), projeto de DC itinerante do museu de ciência e tecnologia, australiano, Questacon. Segundo Bertolletti (2004):

A ideia do PROMUSIT surgiu em um simpósio de centros e museus de ciência no Rio de Janeiro. Um Físico inglês que trabalhava no Questacon usava um caminhão para transportar kits pedagógicos para cidades do interior da Austrália. Quando chegava, descarregava os kits em uma sala e dava uma aula para alunos e pessoas da comunidade. Nesse simpósio, ele subiu em uma mesa e começou a fazer demonstrações. O amor que ele demonstrava por aquilo e as questões que levantava eram muito interessantes. (BERTOLETTI, 2004)

Ainda de acordo com Rocha e Marandino (2016), a criação do PROMUSIT se deu por meio do “*Projeto Novas Fronteiras – O Museu vai à comunidade*”, composto por duas frentes: o PROMUSIT e o Projeto Escola-Ciência (um ônibus para buscar os alunos em suas escolas para levar ao MCT-PUCRS). Segundo as autoras, o projeto foi aprovado pela VITAE que apoiava à Cultura, Educação e Promoção Social. Os recursos financeiros concedidos

pela VITAE foram essenciais para a criação de museus itinerantes, pois possibilitou a aquisição da carreta e sua adaptação, do micro-ônibus, de uma Kombi que era utilizada para o transporte de equipamentos e da equipe e também de alguns experimentos da exposição.

Diante do grande sucesso do PROMUSIT, as práticas de DC ganharam um impulso no ano de 2004, com o edital “Projeto Ciência Móvel”, lançado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) em parceria com o MCTI. De acordo com Ferreira *et al.* (2007), esse edital contemplava oito projetos que adquiririam a compra de ônibus ou caminhões, que utilizariam o PROMUSIT como modelo de transformação dos espaços internos desses automóveis, afim de se tornarem museus itinerantes para divulgar a ciência nos mais variados cantos do Brasil, em especial nos interiores.

Segundo Ferreira, Soares e Oliveira (2007), a chamada pública do edital “Projeto Ciência Móvel”, foi concorrida por quarenta e oito propostas de projetos de divulgação científica de todas as regiões do país. Vale ressaltar que segundo Rocha e Marandino (2016), a maioria das propostas foram submetidas por reconhecidas universidades e instituições de ensino e pesquisa do país em diversas áreas de atuação. Ainda segundo as autoras, houve também uma pequena participação de prefeituras e organizações não Governamentais.

Apesar do grande número e da diversidade de propostas, apenas nove unidades foram contempladas dentre as quais, oito adquiriram veículos e uma apoio para a compra de equipamentos. Os projetos aprovados foram: 1) Microônibus - Novos Curupiras (PA); 2) Microônibus - Espaço Ciência (PE); 3) Caminhão baú - Ilhéus (Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, BA); 4) Van - Ciência para Poetas - Casa da Ciência (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, RJ); 5) Caminhão do Ciência Móvel – Vida e Saúde para Todos da Fundação Oswaldo Cruz (RJ); 6) Microônibus – UnB (Universidade de Brasília, DF); 7) Microônibus - Sangue na Rua - USP (Universidade de São Paulo, Botucatu, SP); 8) Caminhão Baú – UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS) e 9) Apoio ao PROMUSIT (MCT-PUCRS, RS) (BRASIL, 2008, p.17).

Vale ressaltar que outros editais de Popularização da Ciência do MCTI e convênios continuaram acontecendo e, mais projetos de caminhões e veículos

foram contemplados ao longo dos anos. Segundo Ferreira (2014), foram lançados 41 editais entre 2003 e 2012 pelo MCTI, CNPq e/ou FINEP, com uma média anual de 4,1 chamadas. Dentre esses 41 editais, onze contemplavam projetos de todas as áreas da popularização da ciência; nove para a área das olimpíadas de várias áreas do conhecimento (sendo o segmento que recebeu o maior número de chamadas); seis editais para feiras e eventos científicos; cinco para áreas temáticas, como Física e Astronomia; três para Centros e Museus de Ciências e um edital para projetos Ciência Móvel.

A partir de 2003, houve também uma expansão de ações dos governos estaduais por meio das Secretarias de Ciência e Tecnologia e Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), que lançaram seus próprios editais para a popularização da ciência (ROCHA e MARANDINO, 2016). De acordo com Xavier (2016), no estado do Rio de Janeiro, a FAPERJ, por exemplo, lançou entre 2007 e 2014 pelo menos um edital anual para a difusão e popularização da ciência, sendo dois editais em 2007 e em 2013. No norte do país, a FAPEAM, entre 2006 e 2015, lançou pelo menos um edital anual de popularização da ciência/comunicação científica e a FAPEMIG, em Minas Gerais, de maneira mais tímida, lançou um edital em 2007 e um edital em 2010 se destacando o Museu Itinerante Ponto da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), criado por esses editais da FAPEMIG.

No Estado do Espírito Santo, a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), possui o Projeto de Popularização e Difusão Científica e Tecnológica. A finalidade desse projeto é apoiar iniciativas de popularização e difusão da Ciência e Tecnologia que propiciem a instalação e o fortalecimento institucional de museus e centros de ciência e o ensino informal das ciências junto ao público capixaba. De acordo com as recomendações da FAPES, os projetos deverão ter as seguintes finalidades:

- I - Elaboração, desenvolvimento, produção e/ou aquisição de materiais destinados a atividades de divulgação científica e tecnológica, para o público em geral, como equipamentos, vídeos, material impresso, softwares e jogos;
- II - Implantação, aprimoramento ou expansão de espaços destinados à popularização da Ciência e Tecnologia, como centros e museus de ciências,

bibliotecas, salas multimídia, planetários, e outros ambientes de apoio à educação informal;

III - Produção de conteúdos de divulgação científica destinados aos diferentes meios de comunicação como jornais, revistas, rádio, TV e internet;

IV - Elaboração, desenvolvimento e aplicação de processos de avaliação e de metodologias inovadoras voltadas para a comunicação pública da ciência.

Embora o projeto de Popularização e Difusão Científica e Tecnológica da FAPES seja maravilhoso, deve-se destacar que desde a sua criação em 2015, nenhum edital foi lançado com a proposta de implementação de um centro de ciências, e muito menos no que se diz a respeito de atividades itinerantes de divulgação científica. A maioria dos editais lançados, apenas visam a o apoio a realização de eventos técnico-científicos e a organização da Semana Estadual de Ciência e Tecnologia. Xavier (2012) nos mostra que o aporte de dinheiro público nesses projetos vem corroborar os preceitos legais do papel do Estado no que se refere à obrigação e ao estímulo da educação e da cultura nacional.

Nesse sentido, é importante que editais abrangendo também a implementação de centros científicos, museus de ciências móveis, exposições científicas, sejam publicados pela FAPES e demais instituições, afim de fazer cumprir a finalidades do projeto, em especial aquela que se refere a implantação, aprimoramento ou expansão de espaços destinados à popularização da Ciência e Tecnologia, como centros e museus de ciências, bibliotecas, salas multimídia, planetários, e outros ambientes de apoio à educação informal.

Aguardando por edital que contemple as ações descritas acima, vale destacar que os projetos contemplados pelo edital “Ciência Móvel” sem sobra de dúvidas, fizeram efeitos por onde passaram. Júnior (2015) destaca o “caminhão da ciência” ligado à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), localizada na cidade de Ilhéus, na Bahia. Para ele, esse caminhão adquirido pelo edital “ciência móvel”, proporcionou a itinerância de exposições temáticas científicas para várias cidades em torno da UESC. Ainda de acordo com o autor, as exposições eram mediadas por monitores que na grande maioria,

eram alunos de graduação da própria instituição. Segundo Júnior (2015), nos primeiros três anos de atividades o “caminhão da ciência” atendeu cerca de 14 mil pessoas.

Conforme visto, alguns dos projetos do edital “Ciência Móvel”, preferiram trabalhar com ônibus. Teixeira (2014) destaca por exemplo o “Busão da Ciência” da Universidade de Sergipe. Outra ação itinerante que optou por um micro-ônibus foi o projeto “Phd – Por Hora Doutor”, adquirido pela Fundação Oswaldo Cruz da Bahia, e que adaptou em seu interior um pequeno laboratório de microbiologia. O projeto Phd tinha como principal foco a propagação de questões relacionadas a saúde pública.

De acordo com Júnior (2015), muitos desses caminhões e ônibus da ciência, receberam durante suas exposições nas diversas cidades que passaram, grupos escolares. Dessa forma o autor mostra, que todos os envolvidos no processo educacional do museu itinerante, pais, alunos, professores e gestores, foram de alguma forma beneficiados com a passagem dessas exposições em suas cidades.

Em relação à atividade museal itinerante, Pereira, Chinelli e Coutinho&Silva (2008) destacam que:

Os projetos que visavam à interiorização da ciência são de extrema importância para toda sociedade, podendo significar uma oportunidade de formação continuada para professores das escolas atendidas, aproximar os saberes científicos dos saberes escolares e oferecer amplas possibilidades para abordagem interdisciplinar de temas científicos de interesse social, de modo a instrumentar alunos, pais de alunos, professores e outros profissionais do ensino para o desempenho consciente da cidadania. (Pereira, et al, 2008, p. 10).

Como a manutenção, seguro e despesas desses projetos que envolvem caminhões e ônibus são caros, algumas universidades optaram pela prática de projetos itinerantes denominados “mambembes”, que segundo Teixeira (2014), agrega mediadores, colaboradores e experimentos demonstrativos, com objetivo de visitarem parques, feiras e também praças públicas, levando exposições itinerantes e propagando assim a ciência.

Um exemplo que se destacou foi o projeto “Arte & Ciência no Parque” (A&C), projeto esse de extensão realizado pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo. De acordo com Rocha (2015) e Júnior (2015) esse

projeto se iniciou no ano de 2006 e também foi contemplado pelo edital de Popularização e Divulgação da Ciência e Tecnologia do (CNPq/MCTI). Ainda para os autores, o A&C tinha como proposta levar arte e ciência para os locais públicos de São Paulo através de exposição e de experimentos científicos. Por meio das suas atividades, em especial as exposições itinerantes e interativas, o A&C mostraram ao seu diverso público que a ciência pode fazer parte da cultura, assim como o futebol é.

Em 2009, segundo levantamento do GCMCB, existiam, aproximadamente, 20 projetos de divulgação científica itinerante (ABCMC, 2009). Seis anos depois, em 2015, já eram 32, dentre eles, os já citados, Ciência Móvel da Fundação Oswaldo Cruz, a Caravana da Ciência da Fundação CECIERJ; o Museu Itinerante PONTO UFMG, o PROMUSIT (MCT - PUC/RS) e outros como: o Ciência Móvel - Ilha da Ciência da Universidade Federal do Maranhão e a Oficina Desafio do Museu Exploratório de Ciências da Universidade Estadual de Campinas (ABCMC, 2015).

Percebe-se a partir dos dados do GCMCB, que o aumento do número de projetos de divulgação científica itinerante, ainda é pequeno. Tal fato pode estar ligado à queda na média de chamadas públicas em nível nacional para editais de popularização da ciência a partir de 2013. Que de acordo com Rocha e Marandino (2016):

Em 2013 foram lançados apenas três editais, sendo um para feiras e mostras científicas, um para a criação e desenvolvimento de Centros e Museus de Ciência e Tecnologia e outro para atividades de Difusão e Popularização da Ciência. Em 2014, apenas os editais de feiras de ciências e mostras científicas e de olimpíadas científicas foram lançados e, em 2015, apenas um de feiras e mostras científicas, um de olimpíadas científicas e um para atividades de divulgação científica voltadas ao Ano Internacional da Luz. Até meados de 2016, a área contou apenas com o edital para realização de eventos para a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (ROCHA e MARANDINO, 2016, p.12).

Ainda seguindo a linha de pensamento das autoras, mais que afetar a manutenção dos museus e centros de ciências itinerantes já existentes, a diminuição de financiamentos impactará na redução significativa da criação de novos projetos, invertendo a curva de crescimento que se via há mais de uma década.

Portanto, faz-se necessária a criação e o incentivo financeiro das entidades governamentais, sejam elas estaduais ou federais e até mesmo instituições privadas, para preservar, criar e divulgar essas ações itinerantes de DC, por todo país. Deve-se também utilizar os modelos e as propostas de museus e exposições itinerantes que já foram criadas por editais passados e que deram certo, o que possibilitará ainda mais a inclusão social por meio do acesso ao conhecimento e a informação científica de qualidade.

CAPÍTULO 4 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 – Vygotsky e a teoria sócio-interacionista

Lev Semiótnovich Vygotsky⁵ dedicou-se a estudar os processos do desenvolvimento e os mecanismos cerebrais subjacentes ao funcionamento psicológico ao longo do processo sócio histórico. Nesse sentido, Vygotsky destaca que, a formação da consciência resulta da interação entre os sujeitos na produção de seus modos de vida.

As pesquisas de Vygotsky fundamentaram-se em três elementos: o entendimento de que o cérebro é a base biológica das funções psicológicas; a noção de que tais funções se fundam nas relações sociais, necessariamente históricas e culturais; e a interpretação de que as funções psicológicas superiores são mediadas simbolicamente. Seguindo essa linha de pensamento, Oliveira (1992), mostra que um dos principais postulados da teoria Vygotskyana é que o funcionamento psicológico humano fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico.

Essas relações sociais, entendidas aqui como interações, são vistas por Santana, Roazzi e Dias (2006) como molas propulsoras para o desenvolvimento cognitivo da pessoa. Nessa mesma linha Arantes (2003) afirma que, é na interação dialética dos planos genéticos que ocorre a constituição de cada indivíduo. Assim para Vygotsky esta concepção postula que o sujeito é produto do desenvolvimento de processos físicos e mentais, cognitivos e afetivos, internos (história anterior do sujeito) e externos (situações sociais do desenvolvimento no qual o sujeito está envolvido). Para Pino (2000), é justamente o caráter histórico que diferencia a concepção de desenvolvimento humano de Vygotsky das outras concepções psicológicas.

Seguindo essa linha de pensamento, pode-se entender que a dimensão histórica é uns dos pontos chave na análise da natureza social e cultural da teoria de Vygotsky (SOUZA JUNIOR, 2015). De acordo com Vygotsky o desenvolvimento humano se desdobra em planos ao qual ele chama de

⁵ O nome de Vigotski é encontrado, na bibliografia existente, grafado de diferentes maneiras: Vigotski, Vygotsky, Vigotskii, Vigotskji, Vygotski ou Vygotsky. Nesta pesquisa empregamos a grafia Vygotsky, mas preservamos, nas indicações bibliográficas, a grafia original adotada em cada uma delas.

“*planos genéticos do desenvolvimento*” que para Wertsch (1985) e Silva (2008) são eles: o plano da *filogênese* (história da espécie); da *ontogênese* (história do próprio indivíduo); da *sociogênese* (história do grupo social/cultural) e da *microgênese* (história da formação de cada processo psicológico específico em curto prazo, bem como das experiências vividas pelo indivíduo). Para Scherer (2010), o desenvolvimento e a transformação dos indivíduos acontecem ao longo de toda a vida e é resultado da interação entre esses quatro planos.

Vygotsky deu mais ênfase em seus estudos à dimensão social (sociogênese), concentrando-se na cultura de cooperação, colaboração, comunicação e ensino, seguida pela preocupação com a ontogenia em detrimento da filogenia (MOLL; TOMASELLO, 2007). Ainda de acordo com Vygotsky (2007), o comportamento humano é caracterizado essencialmente pela influência que os próprios homens exercem sobre o ambiente e através desse ambiente, pessoalmente modificam seu comportamento, colocando-o sob controle. Para ele o sujeito se constitui nas interações sociais com outros sujeitos, e essas interações são determinadas por fatores históricos culturais. Portanto percebe-se que o mecanismo de mudança ao longo do desenvolvimento tem sua raiz na sociedade e cultura.

A partir do desenvolvimento cognitivo ligado as interações sociais, surgem segundo Vygotsky às funções mentais superiores⁶, na visão de Scherer (2010), podem ser entendidas como aquelas de origem social, que só passam a existir no indivíduo na relação mediada com o mundo externo. Para Souza Junior (2015), essas funções mentais superiores, tem como finalidade principal a organização da atividade psicológica (vida mental) do indivíduo em seu meio. Vale ressaltar, que essas funções, não se desenvolvem em trajetórias retilíneas, mas sim umas ao lado das outras formando um sistema hierárquico em que o desenvolvimento do pensamento humano é uma de suas funções primordiais.

Para Vygotsky a relação entre o homem e o mundo é sempre mediada, e os mediadores dessa relação são os instrumentos⁷ (ferramentas, objetos e

⁶ Também chamada de “formas superiores de conduta”, “formas mentais”, “processos mentais superiores”.

⁷ Os instrumentos são elementos externos ao indivíduo, voltados para fora dele; cuja função é provocar mudanças nos objetos, controlar processos da natureza, auxiliando em ações concretas (OLIVEIRA, 1997).

peças) e os signos⁸. Nesse sentido Bedim e Oliveira (2012) afirmam que, o conceito de mediação é de suma importância na aprendizagem, pois é por ela que a internalização dos signos que os processos psicológicos complexos, característicos do homem, são formados. Ainda de acordo com Branco (1993) a internalização dos símbolos representa a inserção do indivíduo no universo de significados e valores da cultura em que vive.

Para Castro (2010), a mediação à qual Vygotsky se refere ocorre através da linguagem, um ponto importante na formação e no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. De acordo com Mármora (2013), a linguagem, enquanto um signo estritamente humano é o palco onde acontecem as interações nas quais os sujeitos reformulam e reinterpretem informações, conceitos e significações, intermediados pelos que o cercam. Vale destacar que a mediação significa a existência da intervenção de um “outro”, mais experiente, que atribuirá significados à realidade na qual estamos inseridos (BEDIM; OLIVEIRA, 2012), situando o comportamento como um reflexo direto do diálogo social (WERTSCH, 1980).

Dentro da teoria sócio-interacionista de Vygotsky (1978), o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) é o de maior importância, quando se leva em consideração a questão da interação entre aprendizado e desenvolvimento. Esse conceito foi formulado a partir da postulação de dois níveis de desenvolvimento cognitivo sendo eles o real e potencial.

Vygotsky (1978), a partir das definições desses dois níveis de desenvolvimento cognitivo, define a ZDP como:

A distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela resolução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de problemas sob a orientação de adultos ou em colaboração com seus pares mais capazes. (VYGOTSKY, 1978, pg. 85-86).

Para Gaspar (1993) o conceito de ZDP proposto por Vygotsky apresenta diversas implicações sendo a mais rica, o papel da interação social no processo ensino-aprendizagem. Para ele, o salto do desenvolvimento cognitivo de uma pessoa poderá ser maior ou menor em função das interações sociais serem mais ou menos ricas e eficientes.

⁸ Chamados por Vygotsky de “instrumentos psicológicos”. São orientados para o próprio sujeito, para dentro do indivíduo; dirigem-se ao controle de ações psicológicas, seja do próprio, seja de outras pessoas.

Outro tema bastante discutido para o entendimento da ZDP é o conceito de “interação social”. Que segundo Gaspar (1993) se dividi em três níveis: o primeiro nível seria o nível da interação interorganismos que ocorre entre animais ou crianças muito pequenas, ou ainda entre seres de espécies diferentes (homem e cachorro, por exemplo). O segundo nível, específico de seres humanos, seria o do relacionamento interpessoal, que utiliza mecanismos cognitivos e comportamentais muito mais complexos. Consiste, como regra geral, na comunicação entre indivíduos da mesma cultura, num local de padrões culturalmente definidos, e que têm aproximadamente o mesmo nível de desenvolvimento cognitivo.

O terceiro nível seria o da verdadeira interação social, com características básicas em que, os parceiros desempenham diferentes papéis sociais, se diferem por possuírem, ou não, diferentes sistemas de comunicação e também diferem na medida em que são, ou não, detentores de sistemas de conhecimento, valores, etc. Segundo Ivic (2010), o conceito de ZDP está ligado ao terceiro nível de interação social, e que somente a partir deste nível de interação social se torna possível atingir-se a ZDP de seus participantes menos capazes.

Ainda de acordo com Ivic (2010), à medida que se criam condições para o desenvolvimento de interações sociais, também se criam meios para o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos que participam destas interações. Portanto, um ambiente que estimula o surgimento de interações sociais é um ambiente onde o processo ensino-aprendizagem pode ocorrer, e, portanto, uma exposição científica em um espaço não formal de ensino pode ser esse ambiente.

Nesse sentido, a exposição científica, tal como a que será investigada, os mediadores⁹, juntamente com os experimentos interativos e a cenografia, possuem importantes funções nos processos de interação que poderá ocorrer entre sujeitos e objetos, sujeitos e sujeitos.

Na próxima seção será apresentada categorias de interatividade clássicas reconhecidas e praticadas por vários CMCI. Essas categorias encontram-se

⁹ Também chamados de guia, monitor, anfitrião, animador, explicador são algumas das denominações que esse profissional de museus recebe em diversos países, além de mediador. Nesta pesquisa optou-se pelo uso do termo mediador.

focalizadas na interatividade através dos sentidos, provocando experiências que envolvem a percepção sensorial, a emoção ou a reflexão. Nesse sentido elas também são importantes para a aquisição de conhecimento e conseqüentemente o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos que participam delas.

4.2 – Interações em museus de ciências

Para Screven (1993) a maioria dos visitantes de um CMCI, tem uma forte orientação visual/sensorial e apresenta interesses principalmente por objetos e elementos das exposições que se “movem” ou que convidam o mesmo a utilizar seus sentidos como tocar e manipular. Nessa linha de pensamento Alexander (1979) em seu trabalho sobre exposições científicas de CMCI afirma que esses estímulos sensoriais podem condicionar reações emocionais, e estas, ao trabalharem em conjunto com o racional, levariam a uma melhor compreensão dos fenômenos abordados pela exposição. Portanto, alguns autores como Griffin (1998), Gilbert e Stocklmayer (2001), Wagensberg (2000) e Colinvaux (2005) se interessaram pela interatividade¹⁰ enquanto opção para o aprendizado em exposições de CMCI.

Nesse sentido Colinvaux (2005), ao referir-se a interatividade, cita que nos museus ela pode ocorrer entre sujeitos, sujeitos e objetos, e também entre sujeitos e contextos. Em relação as essas interações, Wagensberg (2000) definiu três níveis de interatividade que ocorrem nesses espaços, sendo elas elas: *hands-on* (interatividade manual ou de emoção provocada), *minds-on* (interatividade mental ou emoção inteligível) e *heart-on* (interatividade cultural ou de emoção cultural).

Ainda para Wagensberg (2000), esses três níveis de interatividade podem não ser encontrados juntos em uma mesma exposição. Entretanto ele afirma que o ideal é a presença simultânea das três, onde em uma escala de hierarquia a interatividade *hands-on* aparece como conveniente; a *heart-on*, como recomendável; e *minds-on*, como imprescindível.

¹⁰ Aqui, a interatividade é considerada como uma das ferramentas de comunicação a que o idealizador da exposição pode recorrer para atingir seus objetivos, quaisquer que sejam.

A interatividade *hands-on*, tem como característica, oferecer ao público a possibilidade de interagir com os experimentos, provocando a curiosidade científica e a compreensão de determinados fenômenos. Nesse sentido, os museus onde os visitantes têm uma relação direta com os experimentos, protagonizam ações e descobrimentos, convertendo-se em sujeitos ativos (PAVÃO e LEITÃO, 2007, pág., 40).

Entretanto, algumas críticas são feitas quanto ao mau uso da *hands-on*. Entre elas destacam-se construção de experimentos manipuláveis do tipo pasteurizados, que não possibilitam múltiplas respostas, confronto de situações e muito menos a reflexão do visitante. Nesse sentido Souza (2008) destaca:

[...] o uso da interatividade *hands-on* em museus de ciência, declara que esta não pode ser entendida (unicamente como mecânica (receita de bolo), feita com as mãos. Experimentos onde o fenômeno é demonstrado através da manipulação do visitante com o aparato são o veículo desse tipo de interação; mas um bom experimento é aquele que proporciona a experiência de se conversar com a natureza através dessa manipulação: uma resposta da natureza sugere uma nova manipulação, uma provocação, outra pergunta. Um experimento manipulável deve provocar uma indagação em relação ao fenômeno demonstrado (SOUZA, 2008, pg. 66).

Chelini e Lopes (2008) apontam que tais observações, reflexões e indagações, podem ocorrer com o uso de dispositivos simples, como por exemplo, questões ou desafios que estimulam o visitante a buscar pistas e respostas ou ainda, os painéis-perguntas, com respostas escondidas.

A partir das considerações de Wagensberg (2000) e Souza (2008), percebe-se que a indagação em relação ao fenômeno demonstrado pelo experimento, proporciona novas experiências ao sujeito podendo assim durante a sua interação com os objetos da exposição, reformular seus conhecimentos. Nesse sentido, surge à interação *minds-on*.

Essa interação de acordo com Wagensberg (2000) proporciona experiências que permite a compreensão científica: distinguir o essencial do acessório, ver o que há de comum entre o que é aparentemente distinto, estabelecer relações entre o que se vê no museu e no cotidiano.

A interatividade *heart-on* explica que, embora a ciência seja universal, a realidade na qual ela se desenvolve não é. Assim, para promover a interatividade cultural, uma exposição deve tentar priorizar as identidades presentes no entorno do museu, promovendo a identificação com o acervo, do

visitante da comunidade local; e um despertar para uma nova cultura, quando o visitante é de outras localidades (CHELINI e LOPES, 2008 p. 234).

Outras definições de interações em CMCI foram definidas por Souza (2008) levando em consideração interações entre sujeitos, dentre elas se destacam: *Dialogues-on* (Diálogo e mediação), *Context-on* (Contexto de inovação) e *Social-on* (Compromisso e inclusão social).

A interatividade *Dialogues-on* definido por Souza (2008) refere-se a todos os mecanismos, atividades e instrumentos de um museu que provoquem conversas entre visitantes e visitantes, visitantes e cientistas, cientistas e cientistas, etc. Ou seja, ações que pressuponham a provocação de diálogos e conversações mediadas pela ciência.

O *context-on* segundo Souza (2008) tem a preocupação de contextualizar em âmbitos diversos, os temas trabalhados nos CMCI mostrando várias faces de uma mesma questão e como eles se apresentam e se manifestam na realidade que nos cerca, para além da ciência. Ainda para a autora o *context-on* possibilita trabalhar conhecimento científico de forma contextualizada, levando em consideração aspectos históricos, cotidianos, cultural e ambiente físico-geográfico.

O conceito de interatividade *social-on* proposto por Souza (2008), remete à preocupação em levar, ao espaço do museu, questões e necessidades da população local, onde se encontra o CMCI, para discuti-las sob o ponto de vista da ciência. Percebe-se então que a *social-on* tem como um de seus pontos chave, tornar o museu uma ferramenta facilitadora de mudança social, tratando de temas científicos emergentes ou oferecendo à população novas possibilidades de conviver com a própria realidade através da ciência.

De todos os níveis de interatividades proposta, os monitores participam de todas elas. Pavão e Leitão (2008) ressalta que é grande o poder da linguagem do mediador, que por suas intervenções competentes, estimulam os visitantes a interagirem uns com os outros (*social-on*) e com os objetos do conhecimento (*hands-on, minds-on e hearts-on*). Os autores ainda discutem que os mediadores ao estimular diálogos mediados, favorecem a criação de um espaço de comunicação e interlocução de saberes onde o acesso ao conhecimento se torna uma aventura prazerosa, útil e transformadora.

CAPÍTULO 5 – DOS INVENTOS AOS REINVENTO: A CONSTRUÇÃO DA EXPOSIÇÃO “QUE ONDA É ESSA?”

5.1 Motivação

A partir do estudo de ações itinerantes de divulgação científica, optou-se nessa pesquisa pela elaboração de uma exposição científica de caráter itinerante e interativa. A exposição destina-se a ser exposta em um espaço não formal de ensino na cidade de São Mateus no norte do Estado do Espírito Santo. A ideia surgiu a partir da análise de dados coletados da pesquisa “Percepção Pública de Ciência e Tecnologia no Brasil” de 2015.

De acordo com a pesquisa, houve um crescimento bastante significativo da participação da população quanto à visitação a espaços científicos culturais, assim como a presença em atividades de divulgação da C&T ao longo da última década. Conforme visto no capítulo 3, tal aumento teve como causa principal as políticas públicas para a popularização da C&T que começaram a ser implementadas na última década. Dentre essas políticas destacam-se os programas e editais de apoio às atividades de divulgação científica; aos museus e centros de ciências; às olimpíadas científicas e às feiras de ciência; além da criação da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) em 2004 (MOREIRA, 2014).

Outro marco da política de popularização da C&T foi o aumento no número dos Centros e Museus de C&T no país, que segundo a ABCMC cresceu 65% nos últimos 15 anos, o que atesta uma alta taxa de crescimento na disponibilidade de espaços dessa natureza. Por sua vez, a desigualdade na distribuição desses espaços ainda é grande, embora tenha se reduzido na última década.

As dificuldades em ter acesso aos espaços científico-culturais, incluindo a não existência deles em algumas regiões foram, de acordo com a pesquisa, os principais motivos declarados por cerca de metade dos entrevistados para não visitar esses espaços. Indagados sobre as razões pelas quais não visitam museus ou centros de C&T. Os itens de resposta com maiores percentuais de preferência foram: (i) não teve tempo (32%); (ii) esses espaços não existem em

sua região (31%); (iii) não está interessado (14%); (iv) os espaços ficam muito longe (9%); (v) não sabe onde existem (8%).

Por outro lado, quando interrogados sobre a razão para terem visitado um museu ou centro de C&T, os itens de maior resposta dados pelos entrevistados foram: (i) porque gosta de C&T (29%); (ii) porque é interessante e divertido (23%); (iii) para ver uma exposição ou participar de um evento (18%); (iv) para a educação das crianças e jovens da família (15%); (v) por recomendação de familiares e amigos (6%).

Conforme visto no capítulo 4, uma das formas de mitigar a problemática da falta de espaços científico-culturais de DC, em regiões mais afastadas, foi à criação de museus móveis. A cidade onde a pesquisa se realizou não possui um Museu de Ciências e Centro de Ciências Interativo, e também nunca fora contemplada com a visita de um museu científico itinerante sobre rodas. Embora aconteçam eventos como a SNCT e ações desenvolvidas principalmente por professores e alunos do CEUNES/UFES em espaços formais, percebe-se na exposição criada, uma oportunidade para a popularização de DC e cultural para a população em geral, como forma de minimizar a falta de acesso a esses espaços científicos.

5.1.1 – Objetivo Geral

Elaborar uma Exposição Científica interativa e itinerante de Física para ser exposta em um espaço não formal de ensino na cidade de São Mateus norte do Espírito Santo.

5.1.2 – Objetivos específicos

- Recolher ideias para a elaboração e planejamento de uma exposição científica e interativa de Física;
- Planificar e produzir o acervo que irá compor a exposição, a partir do tema escolhido;

- Formar mediadores para atuarem durante a exibição da exposição no espaço não formal de ensino;
- Avaliar previamente o público e as interações dos mesmos com os elementos da exposição.

5.1.3 – Recurso metodológico

Uma vez que o presente estudo tem como objetivo expor uma exposição interativa em um espaço não formal de ensino, optou-se utilizar neste trabalho como recurso metodológico, a pesquisa qualitativa interpretativa. De acordo com Moreira (2011), o interesse central dessa modalidade de pesquisa, está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos à suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa. Dessa maneira, o pesquisador qualitativo, mergulhado no fenômeno de interesse, registra o que ocorre no ambiente estudado, coletando e registrando documentos tais com fotografias, vídeos e entrevistas.

Ainda em relação a pesquisa qualitativa, André (1998) afirma que a mesma enfatiza os aspectos subjetivos do comportamento humano, o mundo do sujeito, suas experiências e interações sociais e os significados que da a essas experiências e interações. Além disso, André (1998) toma como pressuposto, que a experiência humana é mediada pela interpretação, a qual não se dá de forma autônoma, mas na medida em que o individuo interage com o outro. Ele ainda afirma que é por meio das interações sociais que são reconstruídas as interpretações os significados, a visão da realidade do sujeito.

5.2 O processo de desenvolvimento da exposição “Que onda é essa”?

A elaboração e o desenvolvimento de uma exposição são tarefas complexas e exigentes que devem ser preparadas em equipe, envolvendo diversos pesquisadores. Para entender esse processo torna-se necessário definir o que é uma exposição, nesse sentido, autores como Vehaar e Meeter (1986) a definem como sendo:

O meio de comunicação dirigido a um público alargado e que tem como fim transmitir informações, ideias e emoções relativas às evidências materiais do homem e de seus meios circundantes, com o auxílio de métodos visuais e multidimensionais (VEHAAR e MEETER, 1986, p.26).

Outra definição de exposição foi proposta por Dean (1994). Para ele:

Uma exposição é um grupo polivalente de elementos que, de forma completa, apresenta ao público uma coleção ao mesmo tempo em que disponibiliza um conjunto de informações no sentido de permitir a sua aceção pelo público (DEAM, 1994, p.161).

Embora no decorrer da história inúmeras definições surgissem para o termo “exposições”, vale lembrar que as mesmas se apresentam das mais variadas formas e que definem a si próprias. A exemplo, Vieira (2009) cita alguns modelos de exposições tais como: exposições comerciais, que tem como finalidade vender produtos; exposições industriais, que visam apresentar inovações e técnicas relacionadas a indústria e por fim; exposições museológicas¹¹, que tem como missão providenciar espaços de educação, ensino e reflexão.

Levando em considerações a missão da exposição museológica, percebe-se que, essa modalidade traz um conjunto de objetivos encobertos que são vastos e diversificados. Entre eles destacam-se:

Alargar os conhecimentos dos visitantes, fornecer informações necessárias para que ocorram novas aprendizagens, ativar a curiosidade e a imaginação no sentido de estimular o desejo de aprender; fomentar o interesse das comunidades envolvidas através da oferta de momentos de lazer e alterar comportamentos (VIEIRA, 2009, p.6).

Com base nos objetivos apresentados pela autora, percebe-se que a exposição proposta nessa pesquisa segue com os objetivos supracitados, caracterizando assim como um espaço de ensino-aprendizagem.

Ainda em relação às definições de exposições Belcher (1991), apresenta dois tipos, levando em consideração a duração das mesmas. A primeira modalidade proposta pelo autor é a exposição do tipo permanente e a segunda ele a nomeia como exposições temporárias. Ainda para Belcher (1991), as

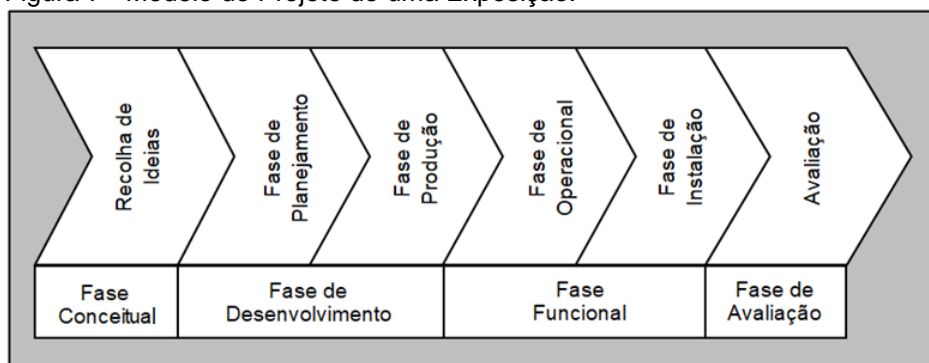
¹¹ Aqui se incluem exposições de museus de ciências e tecnologia e também exposições itinerantes científicas.

exposições temporárias sofrem três subdivisões de acordo com o seu tempo de duração, caracterizando-se como de curto prazo, que tem duração de alguns dias; médio prazo, que podem durar de três a seis meses; e por fim, de longo prazo, que destinam a espaços como museus, não tendo assim um tempo de duração especificado.

Considerando que não dispomos de um espaço físico para a construção de uma exposição científica permanente, e também propondo uma DC em espaços não formais, optou-se em construir uma exposição interativa e itinerante caracterizada como de curto prazo. Para seu desenvolvimento, utilizou-se as ideias de Dean (1994). Esse autor mostra que as exposições podem ser projetadas em quatro fases sequenciais conforme ilustra a Figura 7.

A primeira fase conhecida como fase conceitual, em que se procede o recolhimento de ideias. A segunda é conhecida como fase do desenvolvimento, que engloba as etapas de planificação e produção da exposição. A terceira fase conhecida como fase funcional, engloba segundo o autor, as etapas operacionais de transporte, montagem e desmontagem da exposição. Por fim a quarta fase é a da avaliação que não só avalia o que ocorreu bem e o que foi menos positivo numa exposição, mas também permite recolher ideias para a realização de futuras exposições.

Figura 7 - Modelo de Projeto de uma Exposição.



Fonte: Adaptado a partir de David Dean (1994).

5.2.1 Fase conceitual

Conforme mencionado no capítulo 3, as exposições itinerantes surgiram a fim de levar conhecimento a lugares que são desprovidos de centro e

museus de ciências. Levando em consideração que ações como essas ainda são inexistentes¹² no norte do estado do Espírito Santo, optou-se em construir uma EXPC que aborda-se um tema específico da Física.

Com base em visitas a alguns CMCI's a saber, Casa da Ciência, Casa da Descoberta, Museu da Vida (FIOCRUZ), esses localizados no estado do Rio de Janeiro; CDCC e Catavento no estado de São Paulo; Praça da Ciência e Escola de Ciências Físicas em Vitória no Espírito Santo, percebeu-se que os módulos experimentais desses espaços científicos não se diferenciavam muito uns dos outros. Outra questão importante é que nesses espaços as exposições apresentadas, envolviam várias áreas da Física como mecânica, eletromagnetismo, termodinâmica, ondulatória e ótica.

Ao analisar as exposições itinerantes de museus móveis¹³, também foi possível verificar que os módulos experimentais desses, não se diferenciavam dos centros e museus de ciências fixos. Portanto, querendo não reproduzir uma exposição parecida com o que já tem sido feito nos CMCI's fixos e itinerantes, optou-se por construir uma exposição para contemplar apenas uma área da Física e em cima dela, desenvolver uma narrativa¹⁴ em que os conceitos físicos se interligam de maneira sequencial.

Assim, decidiu-se que a exposição seria planejada com base nos conceitos de ondulatória. Ressalta-se que esses conceitos estão dentro da matriz curricular do ensino médio, também estão presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais e no Currículo Básico da Escola Estadual do Espírito Santo. Vale lembrar que os conteúdos referentes à ondulatória são pouco abordados em sala de aula em comparação com outras áreas da Física.

Diante do exposto, desenvolveu-se a exposição dentro de uma logística onde os conceitos de ondulatória aplicados a situações cotidianas foram evoluindo de forma progressiva. Tal procedimento tem como base teórica a teoria sócio-interacionista de Vygotsky. Onde o público visitante interage com a exposição e seus elementos, a partir de uma relação mediada pelos

¹² No dia 04/06/2018, a Universidade Federal do Espírito Santo inaugurou o projeto Ciência Móvel que tem como objetivo a popularização e interiorização da ciências em todas as regiões do estado.

¹³ Os analisados fora: Caravana da Ciência Carioca; Ciência Móvel; Museu Itinerante Ponto; Ciência Móvel e PROMUSIT.

¹⁴ A narrativa em uma exposição implica em uma série de escolhas, de artifícios, de linguagens, seja visuais, sonoros, tecnológicos, que deverá ter começo, meio e fim.

mediadores. Estes são elementos que compõe a exposição, assim como os experimentos. Devido às interações pode surgir acréscimo de conhecimento e desenvolvimento cognitivo.

Para que tal reorganização ocorra, a exposição deve atuar na ZDP de cada individuo que a visita e interage com seus elementos. Vale destacar, que o desenvolvimento cognitivo poderá ser maior ou menor em função da interação serem mais ricas ou menos ricas e eficientes. Além disso, a escolha de uma narrativa se deve ao fato de, segundo Vygotsky, as funções mentais superiores não se desenvolverem de forma linear, mas sim uma do lado da outra formando um sistema hierárquico em que o desenvolvimento do pensamento humano é uma de suas funções primordiais.

Com base na ondulatória, seguiu-se com a proposta de escolha de um nome para a exposição. Muitos foram apresentados, porém em comum acordo, ficou decidido que a exposição se chamaria “*Que onda é essa?*”. A escolha do nome se deu pelo fato de querermos apresentar conceitos de ondulatória e colocá-los em discussão. Nesse sentido, o nome escolhido representa da melhor forma possível os conteúdos da exposição. Além de ser um tema de fácil entendimento, o mesmo possui características que contribui para uma rápida memorização.

Escolhido o tema, seguiu-se com a proposta de escolha do público-alvo. Nesta etapa é importante ressaltar que esse público é parte de um universo de pessoas que se deseja que visite a exposição. Normalmente, quando se monta uma exposição, trabalha-se para adaptá-la e para atingir a todos, mas é essencial ter consciência da dificuldade deste alcance. Com a proposta de levá-la a espaços não formais, decidiu-se pensar na exposição a fim de atingir um público diversificado sem levar em consideração níveis de escolaridade, renda e profissão. Desse modo ela cumpriria o papel social de disseminação de informações e conhecimento científico que é característica essencial da DC.

Na etapa seguinte, começou-se a pensar no acervo que faria parte da exposição. Vale destacar que o acervo pode ser composto de um único objeto, mas também pode conter uma infinidade deles. Seguindo a proposta de interatividade de Wagensberg (2000); Pavão e Leitão (2007) que pode ser entendida como um ato de interação entre pessoa-pessoa e pessoa-objeto, e

levando em consideração que a interatividade para eles está relacionada ao poder tocar, sentir, experimentar e ver de outra forma, foi proposta a ideia de construção de objetos interativos ao qual chamamos de módulos experimentais.

A ideia por trás da criação de cada um desses módulos, é baseada nos conceitos da temática escolhida e durante a manipulação e interação pelo público, deveria fornecer subsídios para que os mesmos entendessem os conceitos apresentados pelo experimento. Vale destacar que o entendimento dos conceitos só será possível se os módulos experimentais atingirem segundo Vygotsky a ZDP dos participantes envolvidos na interação.

Nas próximas seções, serão apresentadas as fases de planejamento e produção da exposição “Que onda é essa?”, que resultaram na construção espacial da mesma.

5.2.2 Fase de desenvolvimento

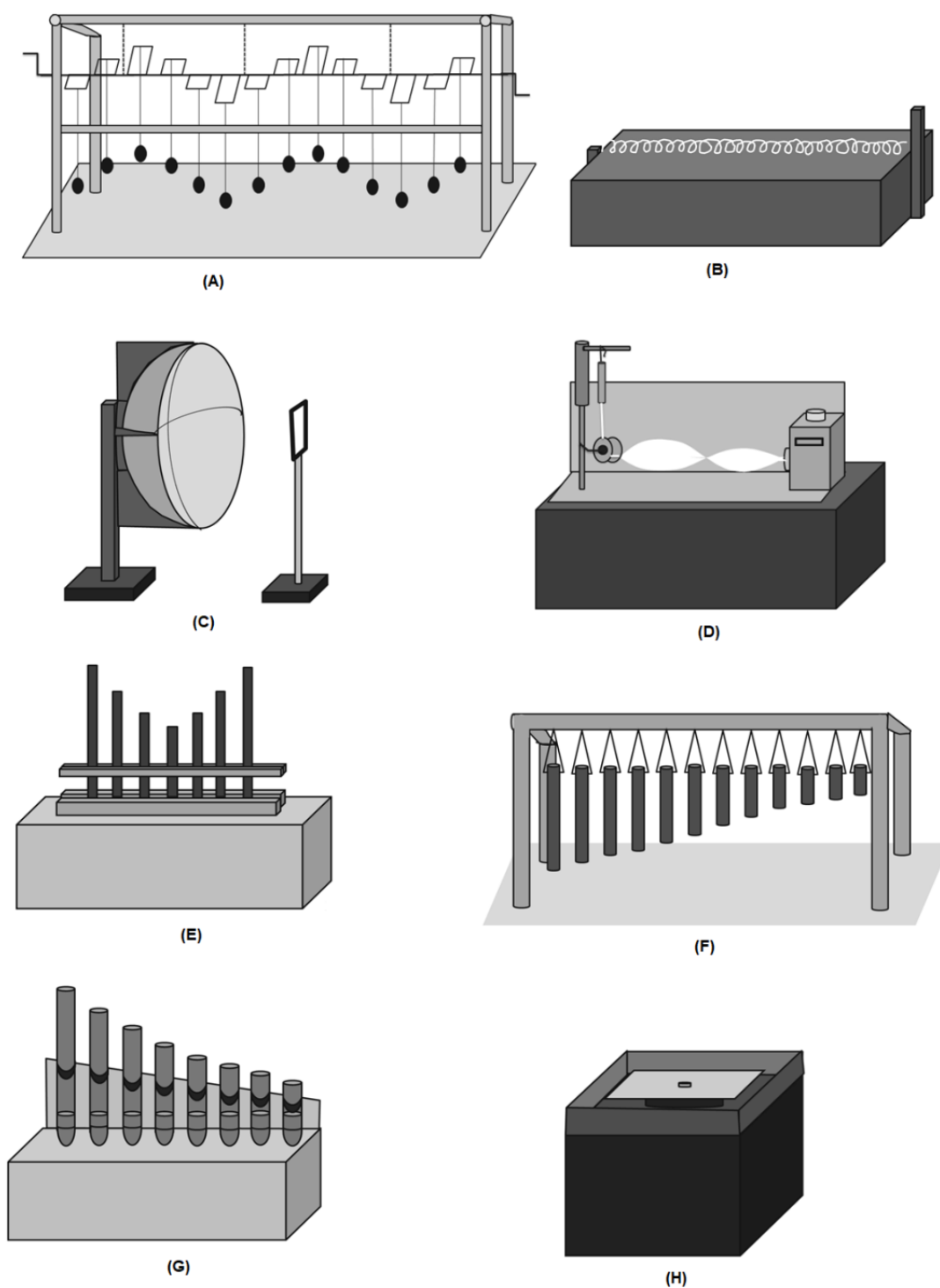
A etapa mais importante de uma exposição é a fase de desenvolvimento. Nesta etapa todas as ideias da fase conceitual são concretizadas à medida que os recursos expográficos vão sendo elaborados. Essa fase se subdivide em duas etapas sendo a primeira a de planificação e a segunda de produção.

5.2.2.1 – Fase de planejamento

Iniciou-se a etapa de planificação da exposição fazendo uma discussão sobre tema escolhido da exposição levando em consideração o recorte conceitual fluindo do geral para o particular. Nesse sentido o tema que aborda a temática “onda” se ramifica dentro da ondulatória apresentando conceitos que estão relacionados e em alguns casos interligados. Assim decidiu-se construir oito módulos experimentais levando em consideração essa relação hierárquica de conceitos e também essa inter-relação.

A partir de uma breve revisão bibliográfica, deu-se início a etapa de concepção espacial da exposição. Começou-se essa etapa, com a projeção de desenhos que representariam os módulos experimentais conforme ilustra a Figura 8, para serem construídos.

Figura 8 – Concepção dos módulos experimentais: (A) Ondão; (B) Mola Maluca; (C) Parabólicas do som; (D) Máquina de ondas estacionárias; (E) Hastes ressonantes; (F) Tubos sonoros; (G) Chinelotrom; (H) Figuras de Chladni.



Fonte: Próprio pesquisador.

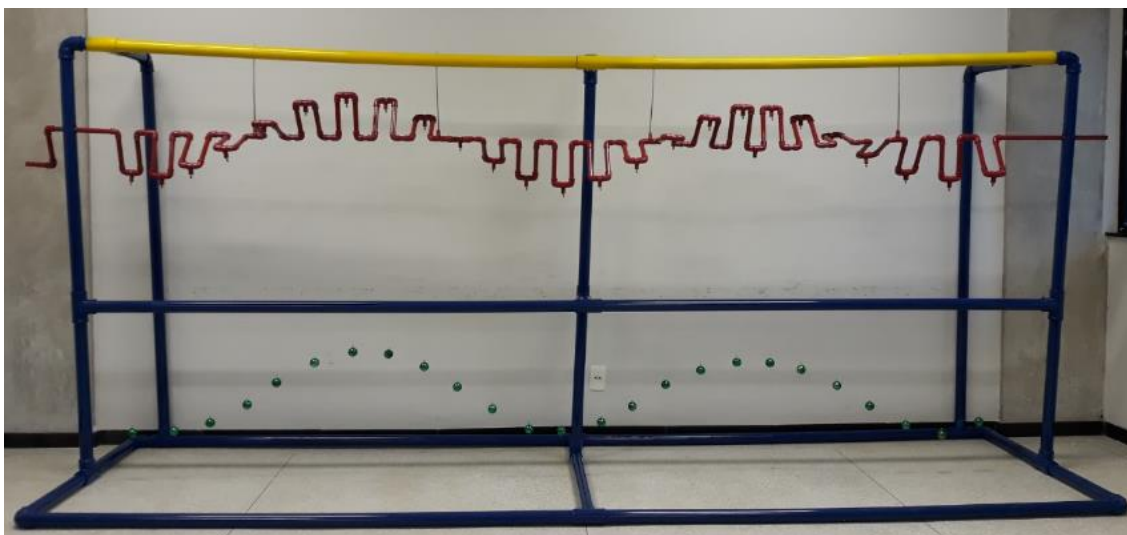
5.2.2.2 - Fase de produção

Após a fase de planificação, deu-se início a fase de construção, que foi desenvolvida no Laboratório de Produção de Mídias-LABMID/CEUNES. Os módulos experimentais confeccionados serão apresentados e detalhados nas próximas seções.

5.2.2.2.a - Ondão

O experimento possui um forte apelo visual por causa de suas dimensões, com 3,50 metros de comprimento e 1,20 de largura e 1,70 de altura. Ele consiste em um enorme virabrequim, onde estão penduradas vinte e cinco bolas, que devido à defasagem de 30° em cada parte do virabrequim, criam o formato de uma onda. Para o funcionamento desse experimento, basta que qualquer pessoa movimente a manivela. Esse movimento por sua vez, será transmitido ao virabrequim causando o movimento de subida e descida das bolas, dando a impressão de que há uma onda transversal se propagando.

Figura 9 - Módulo experimental "Ondão".



Fonte: Próprio pesquisador.

Materiais utilizados:

Para a construção do "Ondão", foram necessários a utilização de:

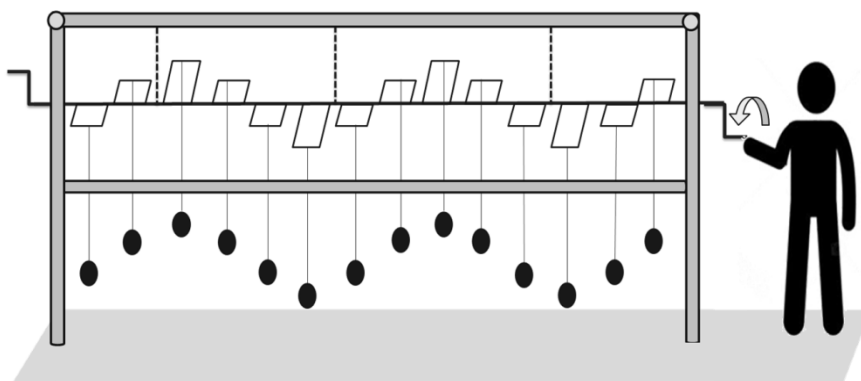
- 36 m de tudo de PVC de irrigação modelo DN 50 PN 40;
- 12 m de cano PVC DN 25 PN 60;

- 12 m de PVC soldável 20 mm.
- 20 TE de irrigação do tipo 50 mm azul,
- 09 joelhos soldáveis de 50 mm;
- 100 joelhos soldável de 24 m;
- 02 m de barra roscada de 1/4;
- 25 bolas de árvore de natal de 05 cm de diâmetro;
- Fio de nylon;
- 05 latas de spray amarelo;
- 06 latas de spray azul escuro.

A Física do experimento:

Uma onda pode ser descrita como um movimento periódico. Nesse sentido, ao girar a manivela tem-se um movimento periódico que é transmitido ao virabrequim. Esse movimento por sua vez, causa nas bolas um deslocamento na vertical e devido à defasagem de 30° em cada braço do virabrequim, nota-se um movimento que em alguns pontos é de subida e em outros de descida, dando assim o formato de uma onda que se desloca em uma dada direção conforme ilustra a Figura 10.

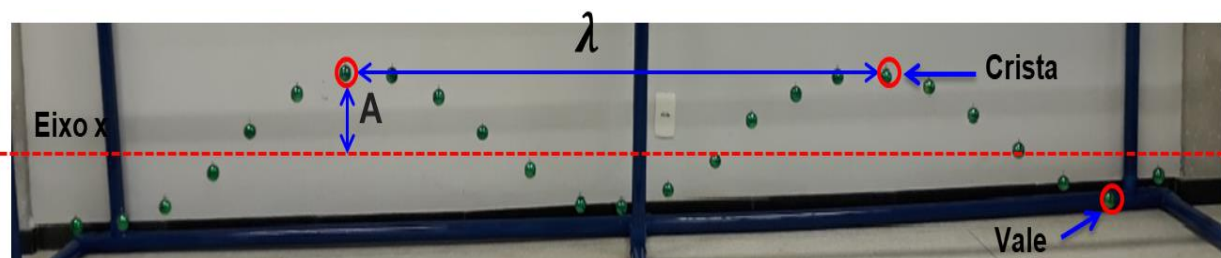
Figura 10 - Esquema de manuseio do Ondão.



Fonte: Próprio pesquisador.

O movimento de subida e descida pode ser caracterizado como sendo a direção de vibração que é perpendicular à direção de propagação da onda. Assim representado uma onda transversal com seus vales e cristas.

Figura 11 - Representação dos elementos de uma onda: crista, vale, amplitude e comprimento de onda.



Fonte: Próprio pesquisador.

Além da caracterização de uma onda transversal, outros conceitos físicos podem ser abordados (Figura 11), tais como: Frequência, período e velocidade de propagação, amplitude, vale e crista de onda.

5.2.2.2.b - Mola Maluca

Este experimento, de simples montagem, consiste em uma mola de aço que esta fixada sobre uma mesa. Conforme ilustra a Figura 12.

Figura 12 - Módulo experimental "mola maluca".



Fonte: Próprio pesquisador.

Materiais utilizados:

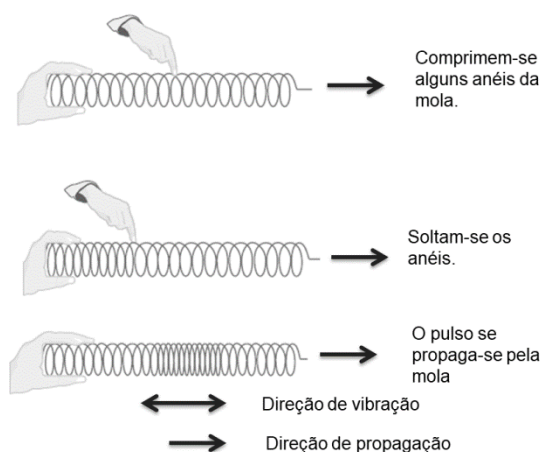
Para a confecção desse módulo experimental, foi necessária a utilização de uma mola do tipo Slinky e uma mesa.

A Física do experimento:

Quando a mola está esticada sobre a mesa, é possível transmitir uma perturbação ou pulso, através dela. Esse pulso também é chamado de onda. Nesse experimento é apresentado o conceito de onda longitudinal como sendo aquela em que a direção de propagação coincide com a direção de vibração, conforme ilustrado na Figura 13.

Além do conceito de onda longitudinal, com esse módulo experimental também é possível visualizar outros conceitos como o de onda transversal, reflexão de ondas com extremidades fixas e soltas, fases de uma onda e interferência construtiva e destrutiva. Embora todos esses fenômenos sejam possíveis de se visualizar, nos limitamos a focar apenas no conceito de ondas longitudinais.

Figura 13 – Propagação do pulso na mola.



Fonte: BFS Boreal digital.

5.2.2.2.c - Espelhos acústicos

Possuindo 2,2 m de altura e com diâmetro de 1,6 m, esse experimento chama a atenção pelo seu formato e tamanho (Figura 14). Nele, é possível duas pessoas colocadas de frente para cada um dos espelhos parabólicos se comunicarem uma com a outra.

Figura 14 - Módulo experimental "Parabólicas do som".



Fonte: Próprio pesquisador.

Materiais utilizados:

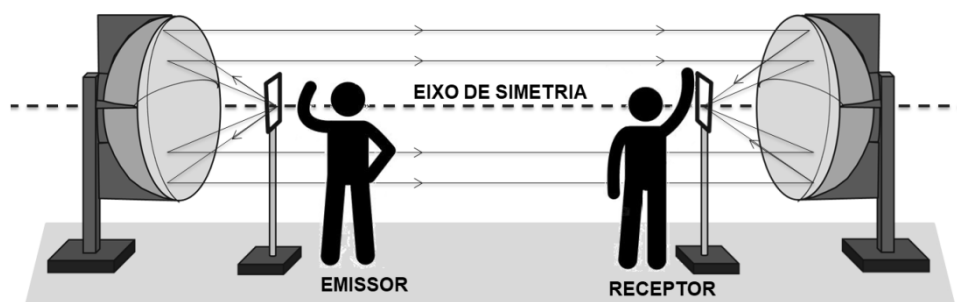
Para a montagem dos espelhos acústicos utilizou-se

- 02 placas de MDF de 02 m x 2,5 m x 1,5 cm;
- 100 parafusos para madeira de 05 mm x 40 mm;
- 50 parafusos para madeira de 06 mm x 80 mm;
- 20 folhas de papel panamá;
- 02 caixas com 100 unidades cada de tachinha;
- 04 latas de spray;
- 06 m de cano PVC 20 mm soldável;
- 16 joelhos soldáveis 20 mm;
- 08 TE soldáveis de 20 mm.

A Física do experimento:

Os espelhos acústicos consistem em duas antenas parabólicas que permite concentrar o som e direcioná-lo. A onda sonora produzida pelo emissor no foco de uma das antenas quando incide na superfície de uma das parábolas, sofrem reflexão e saem paralelamente ao eixo de simetria conforme ilustra a Figura 15. Quando aos dois espelhos acústicos estão alinhados, as ondas que se propagam paralelamente ao eixo de simetria, ao incidirem no outro espelho, sofrem novamente a reflexão passando pelo foco do espelho, ocasionando uma superposição de ondas e energia sonora.

Figura 15 - Esquema de manuseio dos Espelhos Acústicos.



Fonte: Próprio pesquisador.

5.2.2.2.d - Hastes ressonantes

Esse módulo experimental consiste em sete hastes de aço rígido (Figura 16). Totalmente interativo nele é demonstrado o fenômeno da ressonância.

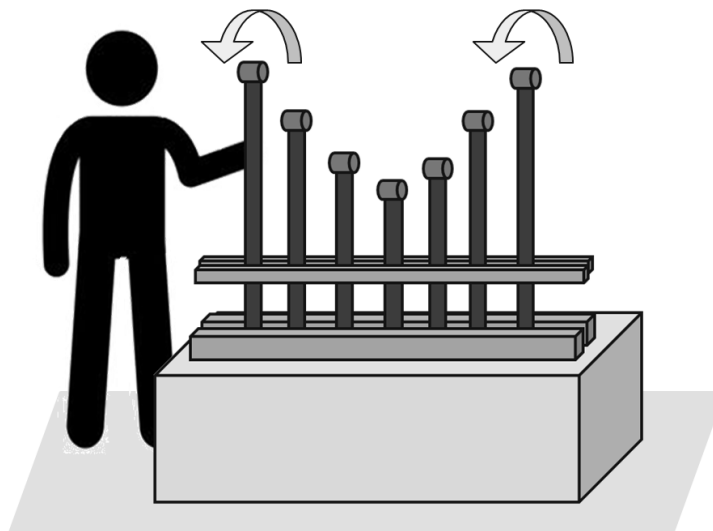
Figura 16 - Módulo experimental "Hastes ressonantes".



Fonte: Próprio pesquisador.

Quando uma das hastes é posta a oscilar, percebe-se que a outra haste de mesmo comprimento movimenta-se espontaneamente enquanto as outras de tamanhos diferentes permanecem paradas conforme ilustra o esquema da Figura 17.

Figura 17 - Esquema de manuseio Hastes de ressonância.



Fonte: Próprio pesquisador.

Materiais utilizados:

Para a confecção desse módulo experimental utilizou-se de:

- 2 hastes de aço de 50 cm x 1,2 mm x 2,5 cm;
- 2 hastes de aço de 42 cm x 1,2 mm x 2,5 cm;
- 1 haste de aço de 26 cm x 1,2 mm x 2,5 cm;
- 2 tubos retangular de alumínio de 48 cm x 5 cm x 3 cm;
- 2 tubos retangular de alumínio de 48 cm x 2,5 cm x 1,5 cm;
- 4 parafusos francês zincado com porca de 5/16 x 120 mm;
- 4 parafusos cama fenda com porca de 1/4" x 40 mm;
- 7 parafusos sextavado com polca sextavado 1/4" 3,0 mm.

A Física do experimento:

Todo corpo do mais simples ao mais complexo como por exemplo um prédio, uma ponte, uma taça, possuem uma determinada elasticidade e, portanto, podem vibrar. Cada um tem sua própria frequência natural de

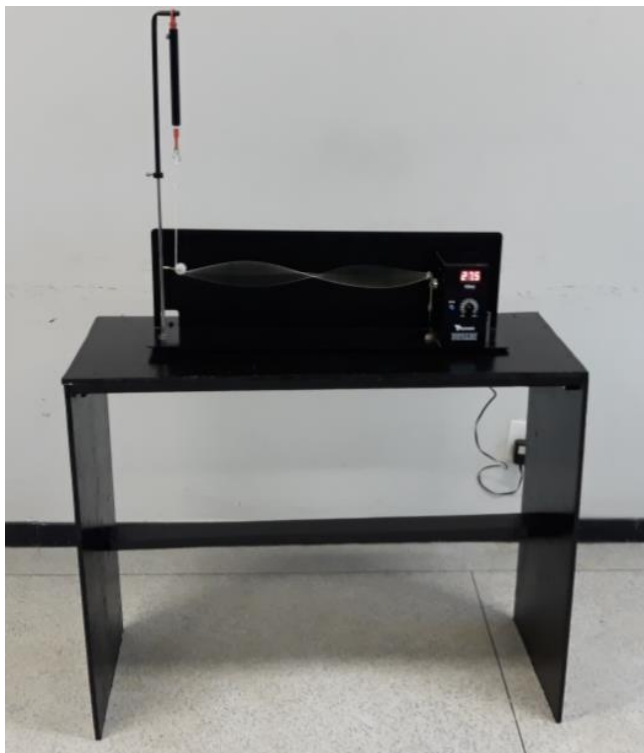
vibração. Assim, quando um corpo recebe estímulos de uma fonte externa com frequência igual ou muito próxima da sua frequência natural de vibração, esse pode absorver a energia incidente e passa a vibrar cada vez mais e com amplitudes maiores. Esse fenômeno é denominado de ressonância.

O fenômeno da ressonância pode ser visto no dia-a-dia quando sintonizamos nossa TV ou rádio com uma determinada emissora, também pode ser visto nos instrumentos musicais como o violão, onde as vibrações das cordas entram em ressonância com o corpo do instrumento que é uma caixa de madeira ressonante e assim amplificam o “som”. Também temos o fenômeno da ressonância na medicina, onde é possível através da ressonância magnética observar em alta definição as estruturas internas do organismo.

5.2.2.2.e - Máquina de ondas estacionárias

Este módulo experimental (Figura 18) consiste em um gerador de ondas estacionária, que em funcionamento produz o padrão de ondas estacionárias em uma corda.

Figura 18 - Módulo experimental "Máquina de ondas estacionárias".



Fonte: Próprio pesquisador.

Materiais utilizados:

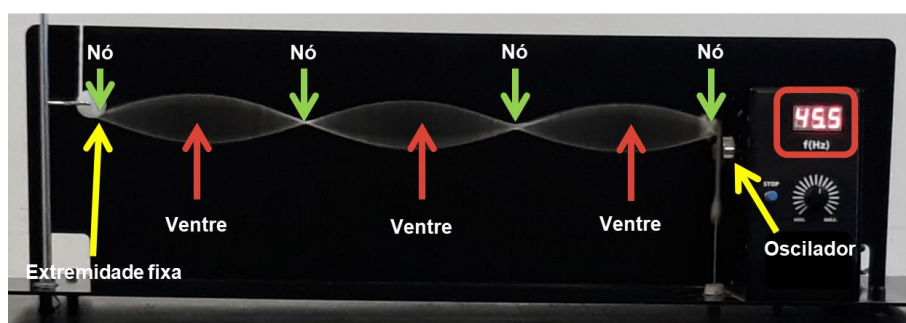
Para a elaboração desse módulo experimental, optou-se em utilizar uma máquina de onda estacionária, do programa PIBID-Física do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES). Tal escolha se deu pela facilidade de já se ter um experimento pronto e que apresenta de forma bem clara os conceitos de ondas estacionárias.

A Física do experimento:

Uma onda estacionária é obtida pela superposição (interferência) de duas ondas iguais que apresentam o mesmo comprimento de onda e mesma frequência de ressonância, que se movimentam na mesma direção e em sentidos contrários. No caso do experimento, esse padrão de onda ocorre quando o oscilador ao causar uma vibração na corda, transmite uma onda incidente que se propaga pela corda, até atingir a extremidade fixa. Na extremidade fixa, a onda incidente sofre o fenômeno da reflexão tendo sua fase invertida e retorna pela corda.

Quando a onda refletida se propaga pela corda, ela encontra a onda que esta se propagando em sentido oposto. No momento em que ambas se encontram ocorre o fenômeno da interferência produzindo uma onda estacionária conforme ilustra a Figura 19.

Figura 19 - Representação de uma onda estacionária com os ventres e nós.



Fonte: Próprio pesquisador.

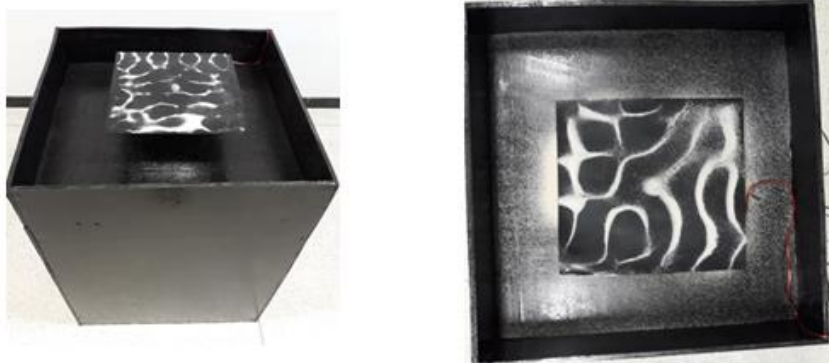
Para se ter um padrão de onda estacionária, além da reflexão e interferência, é necessário que se encontre a frequência de ressonância da corda, e assim ter uma perfeita sincronia entre a onda incidente e a onda

refletida gerando uma interferência destrutiva no mesmo local. Esses pontos de interferência destrutiva chamam-se “nó”, nele sempre uma crista encontra um vale e a corda nesse ponto não vibra devido a amplitude de vibração ser nula.

5.2.2.2.f- Figuras de Chladni

Esse experimento permite ao público visualizar figuras que se formam em cima de uma placa que está vibrando com frequência determinada (Figura 20). Mudando a frequência de vibração, o formato das Figuras sobre a placa se modificam em novos padrões.

Figura 20 - Módulo experimental "Figuras de Chladni".



Fonte: Próprio pesquisador.

Materiais utilizados:

Esse experimento foi montado com:

- 1 placa de CPU cortada em 30 cm x 30 cm;
- 1 aut falante de 10”;
- 1 parafuso francês zincado 120 mm com 2 polcas sextavada e 4 arruelas de 5/16;
- 1 amplificador de som de 70 W;
- 1 fonte de tensão de 12 V;
- 2 m de fio para alto falante;
- 1 cabo P2 de 2 metros de comprimento;

- 1 aplicativo de gerador de frequência “*Simple tone generator*” ou “*Frequency Generator*”, ambos disponíveis gratuitamente no Google Play e IOS ;
- Areia fina.

A Física do experimento:

Para fazer vibrar uma placa é necessária uma fonte da oscilação, ou seja, algo que provoque a vibração. Neste caso, quem transmite a vibração na placa é o alto falante que é conectado a mesma por meio de um parafuso. Esse alto falante está ligado a um amplificador que por sua vez, está ligado ao celular onde está instalado um aplicativo que gera frequências. Quando o aparato experimental é ligado, é possível alterar a frequência no aplicativo, com isso a placa vibra de maneira a produzir ondas diferentes. Para frequências específicas, formam-se na placa ondas estacionárias. E, portanto, a região onde a areia se concentra, representa o nó dessas ondas.

Uma das aplicações das “Figuras de Chladni”, está na construção de instrumentos musical como violino e violão. O uso das Figuras permite aos fabricantes encontrar um gabarito para dar a forma à placa para a estrutura final, garantindo a qualidade do instrumento.

5.2.2.2.g - Tubos musicais

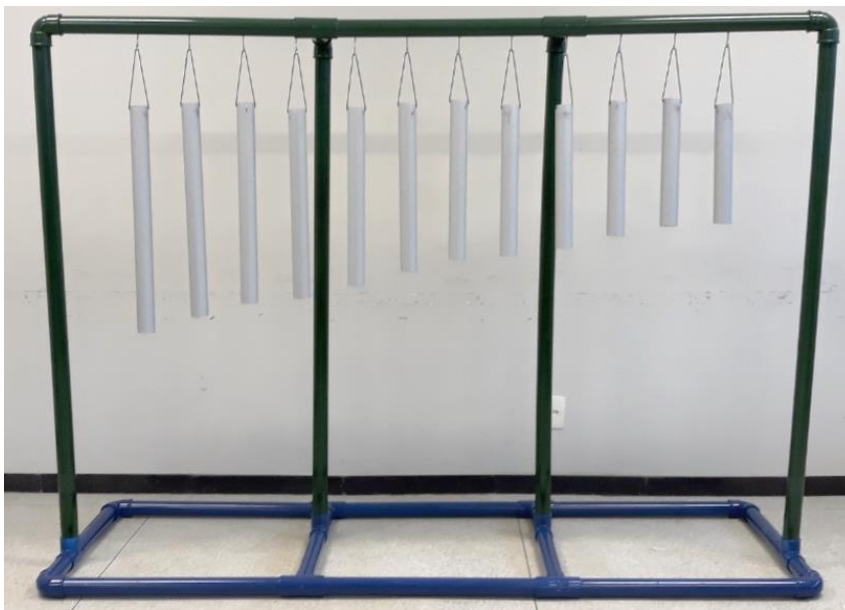
Com 2,2 m de comprimento, 1,20 m de largura e 1,65 m de altura, esse módulo experimental é composto de doze tubos de alumínio com mesmo diâmetro e diferentes tamanhos representando notas musicais diferentes (Figura 21).

Materiais utilizados:

- 04 canos de 1,65 m de PVC de irrigação modelo DN 50 PN 40;
- 06 canos de 0,70 m de comprimento do mesmo modelo acima;
- 08 joelhos soldáveis de 50 mm tipo irrigação azuis;
- 06 TE de irrigação do tipo 50 mm azul;

- 01 vara de cano de alumínio com 6 m de comprimento e diâmetros externo de 2 polegadas;
- 05 m de corda de varal;
- 01 baqueta de bateria;
- 12 parafusos gancho.

Figura 21 - Módulo experimental "Tubos musicas".



Fonte: Próprio pesquisador.

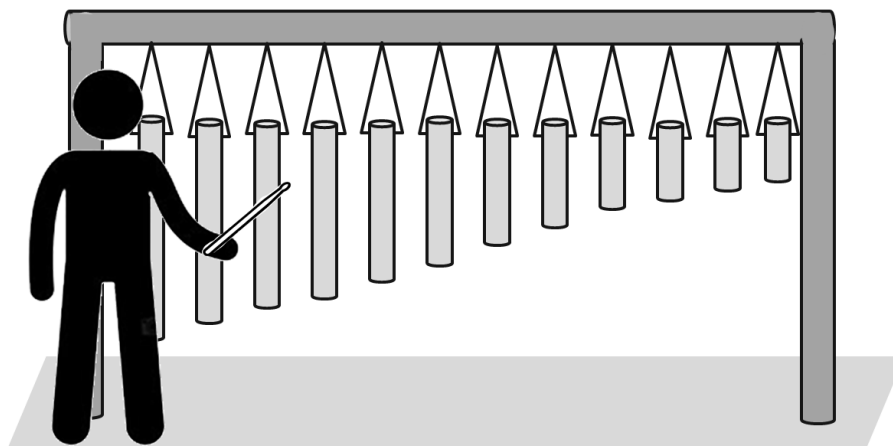
A Física do experimento:

Ao bater a baqueta em cada tubo (Figura 22) percebe-se que os mesmos produzem sons de frequências diferentes, esse fato se deve a formação de ondas estacionárias dentro dos tubos. O tipo de onda estacionária que se forma no interior do tubo depende do material de que o mesmo é feito, do comprimento desse tubo e se ele possui uma de suas extremidades abertas ou não.

Nesse módulo experimental, ao bater a baqueta na lateral do tubo, tem-se um exemplo de tubo sonoro cuja as duas extremidades se encontram abertas. Assim, a onda ao atingir as bordas do tubo encontra um meio material diferente devido à diferença de temperatura, pressão e densidade, e com isso sofre reflexão e refração sem inversão de fase, ou seja, se estiver indo uma crista, estará voltando uma crista, também. Portanto, a onda refletida retorna e

forma com as ondas incidentes uma onda estacionária, e devido ao encontro de cristas com cristas temos a interferência do tipo construtiva o que forma sempre na extremidade do tubo um fuso, que é a metade de um ventre.

Figura 22 - Esquema de manuseio Tubos sonoros

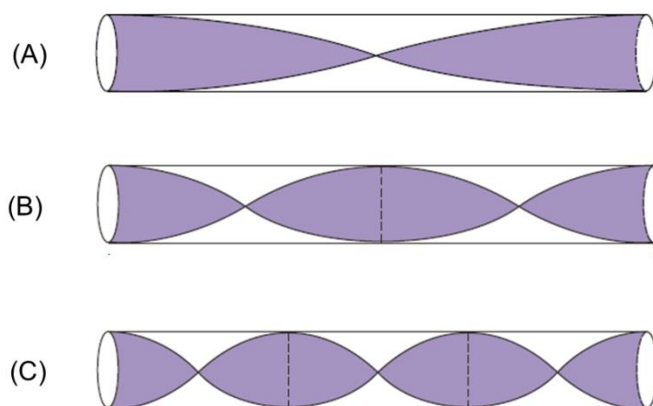


Fonte: Próprio pesquisador.

Quando se forma no tubo aberto um único ventre, temos a onda estacionária de menor frequência possível, denominada de primeiro harmônico ou frequência fundamental conforme ilustra a Figura 23 (A).

Ao se formar dois ventres dentro do tubo têm-se o segundo harmônico, e por fim, três ventres representa o terceiro harmônico.

Figura 23 - Harmônicos em tubos abertos: (A) primeiro harmônico; (B) segundo harmônico; (C) terceiro harmônico.



Fonte: BFS bureal digital.

5.2.2.2.h - Chinelotron

Neste módulo experimental (Figura 24), de modo semelhante ao anterior, é possível criar sons. Entretanto, uma das extremidades dos tubos estará fechada. Com os tubos devidamente presos a bancada o visitante, com o auxílio de uma raquete de EVA em formato de chinelô, bate em uma das extremidades, ocasionando o deslocamento do ar no interior do tubo e produzindo sons audíveis. Tocando sucessivamente os outros tubos, pode-se criar uma música, que é uma sequência de sons agradável aos ouvidos.

Figura 24 - Módulo experimental "Chinelotron".



Fonte: Próprio pesquisador.

Materiais utilizados:

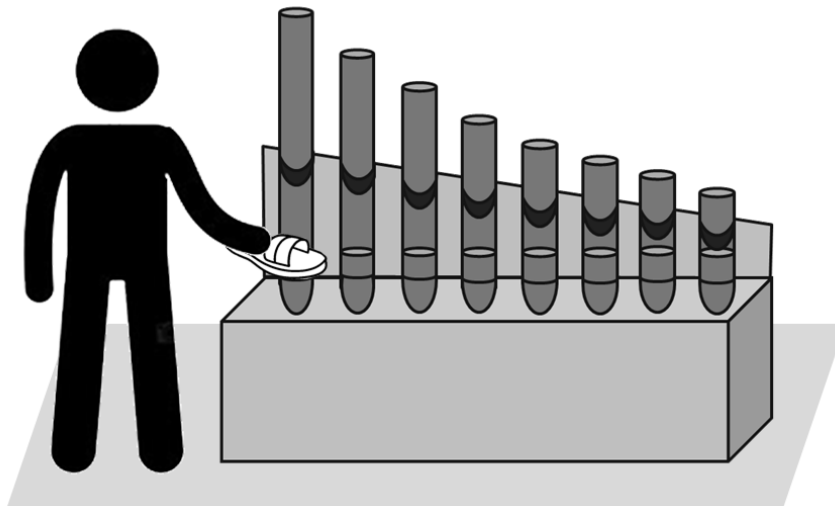
- 06 metros de tubo PVC de 50 mm;
- 06 metros de tubo PVC de 40 mm;
- 10 curvas curta de 90° de 50 mm;
- 12 curvas curta de 90° de 40 mm;
- 11 abraçadeiras;

- Parafusos de 50 mm de comprimento;

A Física do experimento:

No módulo experimental Tubos Musicais, as ondas estacionárias se formam devido à vibração da coluna de ar dentro dos tubos de alumínio e que os mesmos se comportam como tubos abertos, devido à vibração ser causada por fontes externas. No módulo experimental Chinelotron, também tem-se a formação de ondas estacionárias dentro do tubo de PVC. Elas são formadas quando o ar é posto em vibração ao se bater na extremidade aberta do tubo com a raquete de EVA (Figura 25), e nesse caso o mesmo funciona como um tubo fechado.

Figura 25 - Esquema de manuseio Tubos sonoros



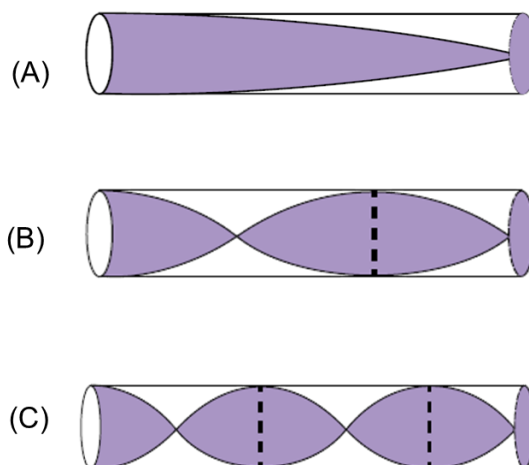
Fonte: Próprio pesquisador.

Nos tubos fechados, a onda ao refletir no final do tubo sofre inversão de fase proporcionando assim, o encontro de cristas com vales, gerando interferência do tipo destrutiva com nó na extremidade fechada e metade de um ventre na extremidade aberta.

O som de menor frequência chamado de primeiro harmônico (Figura 26), ou frequência fundamental acontece para uma onda estacionária de meio ventre, e a seguir, para um ventre e meio, tem-se a frequência três vezes maior

do que a do fundamental. Portanto nesses tipos de tubos, não se formam harmônicos de ordem par, apenas ímpar.

Figura 26 - Harmônicos em tubos fechados: (A) primeiro harmônico; (B) segundo harmônico; (C) terceiro harmônico.



Fonte: BFS bureau digital.

5.2.2.2.i – Logomarca da Exposição e Banners informativos

Após a montagem da exposição, buscou-se criar uma logomarca (união de símbolos com o nome da exposição) de forma a caracterizar a mesma. Conforme se apresenta nas descrições dos fenômenos físicos dos módulos experimentais, percebe-se que os conceitos de onda progredem desde a definição do que é uma onda, passando por tipos e chegando a ondas sonoras. Assim a logomarca para a exposição deveria contextualizar esses conceitos e após uma escolha, decidiu-se que a logo da exposição seria representada pela Figura 27.

Figura 27 - Logomarca da Exposição.



Fonte: Próprio pesquisador.

Através da análise da logo, é possível visualizar padrões que representam conceitos de ondulatória tais como: onda estacionária; onda transversal; onda longitudinal; ventre; nó da onda; reflexão de onda com inversão de fase e as claves musicais representando as ondas sonoras. Além desses conceitos também pode-se visualizar amplitude e comprimento de onda.

Com a escolha da logomarca pronta, também foi produzido os banners que iriam acompanhar todos os módulos experimentais (Figura 28).

Figura 28 - Banners da exposição.



Fonte: Próprio pesquisador.

Em todos os banners, foram colocados uma breve explicação do fenômeno apresentado no módulo experimental e também uma ilustração do experimento. A logomarca da exposição também foi colocada no final de cada banner a fim de garantir a identidade da exposição, e também fazer com que os visitantes associassem o tipo de onda que estava sendo representado no experimento.

5.2.2.3 – Formação de mediadores

De acordo com Vygotsky (1987), as ferramentas culturais empregadas na ação mediada são as chaves para se compreender as relações entre as ações humanas e ambientes socioculturais. Assim, a forma como se escolhe mediar ou mostrar uma exposição influi diretamente nos conceitos construídos pelos visitantes que exploram esse ambiente.

Seguindo essa perspectiva, Moraes e Bertolotti (2007) afirmam que “mediar” é a ação do outro que ajuda a aprender, a dar um passo adiante naquilo que já se conhece. Ainda para esses autores, nos espaços dos museus, centros de ciências e exposições científicas mediar seria provocar diálogos entre visitantes-visitante e visitantes-experimentos a fim de promover interações capazes de gerar novas aprendizagens.

Para que novas aprendizagens ocorram nesses espaços, percebe-se que a linguagem, enquanto elemento mediador, desempenha um papel central. Portanto, em uma exposição à mediação através da linguagem pode ocorrer de diferentes formas. Quando se usa diferentes recursos de linguagem como textos, experimentos e materiais de apresentação tem-se a chamada mediação instrumental que gera reflexão nos visitantes. Por outro lado esses níveis de reflexão são bem mais atingindo quando se tem a chamada mediação social.

A mediação social em uma exposição científica na perspectiva de Vygotsky (1987), se fundamenta no uso intenso da linguagem falada, que surge a partir das interações sociais entre os indivíduos que se encontram presentes nesses espaços. Uma das Figuras centrais dessa modalidade da

mediação são os “mediadores”¹⁵ que em uma exposição científica lida de forma direta com o público.

Para Schroder (1976) os mediadores são tradutores verbais que esclarecem a mensagem da exposição para os visitantes e os ajudam a compreendê-la. Desse modo, ao provocarem conversações mediadas sobre ciência com os visitantes, eles estão fazendo o uso da interação *dialogues-on*. Que no contexto de uma exposição, se refere aos mecanismos que geram diálogos entre os indivíduos que dela participam.

Além da *dialogues-on*, os mediadores também mediam *hands-on* que tem como característica dar oportunidade ao público de interagir com os experimentos tornando-os sujeitos ativos. Portanto, a partir dos descobrimentos feitos pelos visitantes com a manipulação dos experimentos, os mediadores também podem fazer uso da interação *minds-on*, que tem como característica a reformulação de conhecimento. Para que essa reformulação ocorra, os mediadores podem fazer uso da fala enquanto elemento de mediação.

Percebe-se que o estimular os diálogos em uma exposição, o monitor favorece a criação de um espaço de comunicação e interlocução de saberes. Portanto percebe-se que os mesmos são os grandes responsáveis por transformarem o acesso ao conhecimento numa grande aventura, prazerosa, útil e transformadora.

Para que esse acesso ao conhecimento seja transformador, o mediador deve entender que o visitante da exposição, podem adquirir conhecimentos ou até mesmo reconstruir os que já trazem do dia-a-dia ao ingressarem no espaço interativo. Portanto mediar essas reconstruções é conectar as informações dos experimentos com os conhecimentos dos visitantes, permitindo uma reconstrução do conhecimento e assim, atuar na zona de desenvolvimento proximal daqueles que a visitam. Para isso, torna-se apropriado, que o mediador utilize-se de falas que seja compatíveis a cada indivíduo ou grupo de visitantes permitindo assim, com que estes reconstruam e cresçam em seu domínio das ferramentas da ciência.

Levando em consideração a importância do mediador como elemento para a construção e reconstrução dos conhecimentos dos visitantes,

¹⁵ Também chamados de guia, monitor, anfitrião, animador, explicador são algumas das denominações que esse profissional de museus recebe em diversos países.

realizamos convites aos alunos do curso de licenciatura em Física do CEUNES/UFES para atuarem como mediadores na exposição “*Que onda é essa?*”. Optou-se pelos alunos da Física, pelo fato da exposição ter sido criada a partir do conceito de ondas. Porém os alunos/mediadores ainda não tinham estudado os conceitos de ondas.

Após o convite ter sido feito, foi marcada a primeira reunião para dar detalhes do projeto. Nela compareceram sete alunos com o interesse de serem mediadores da exposição. Iniciou-se a reunião com cada mediador se apresentando e dizendo o porquê gostaria de participar do projeto. Com bases nas respostas, percebeu-se que a maioria estava ali por causa da divulgação científica. Justamente nesse primeiro encontro, foi apresentado aos mediadores em forma de seminário, conceitos de divulgação científica, educação não formal, espaços não formais de educação e exposições científicas. Durante todo o seminário, houve debate sobre os temas abordados com os mediadores a fim de, motivá-los cada vez mais sobre a importância do projeto. Nessa primeiro encontro, a duração foi de 3 horas e os slides apresentados durante o seminário encontra-se no Apêndice B1.

O segundo momento de treinamento com os mediadores, aconteceu uma semana após o primeiro encontro. O objetivo foi de apresentar cada módulo experimental, bem como seu manuseio, montagem e desmontagem e também os conceitos físicos presentes nos mesmos. Vale destacar, que alguns monitores, embora conseguisse visualizar os conceitos nos experimentos, quando perguntados sobre eles, tinham dificuldade de expressá-los em uma linguagem menos formal.

Nesse segundo momento que teve duração de três horas e contou com a participação de todos os mediadores, todos os módulos experimentais foram utilizados para demonstração e treinamento, o que mostra, que esses experimentos também podem ser levados para as escolas a fim de auxiliarem as aulas de ondulatória no ensino formal, além das explicações sobre cada experimento, foi apresentada na forma de seminário, uma breve revisão sobre os conceitos e fenômenos da ondulatória. Os slides desse segundo encontro se encontram no Apêndice B2.

Com o fim dos encontros de treinamentos com os mediadores, iniciou-se a terceira fase da exposição, que corresponde à fase funcional. Ela se

subdivide na etapa operacional e etapa de instalação. Portanto na próxima seção será dada uma breve discussão sobre essas duas etapas realizadas durante o decorrer da pesquisa.

5.2.3 - Fase funcional

A fase funcional de uma exposição engloba as etapas operacionais que vão desde o transporte, passando pela montagem, visitação do público, manutenção e desmontagem. Assim a próxima seção apresentara essas que ocorreram com a exposição proposta nessa pesquisa.

5.2.3.1 – Etapa de transporte e instalação

Com a exposição já preparada, foi enviado a Secretária Municipal de Cultura da cidade de São Mateus – ES, um ofício (Apêndice C) de solicitação de espaço e autorização para expô-la no Coreto da Praça Mesquita Neto, localizada no centro da cidade entre os dias 10 e 12 de maio de 2018.

Figura 29 - Localização da Praça Mesquita Neto.



Fonte: Google Earth Pro

A escolha por esse espaço não formal de educação se deve ao fato de o mesmo se localizar próxima a uma rodoviária, escolas públicas e privadas, estar próxima a um shopping como ilustra a Figura 29. Na lateral da praça, entre o Shopping e a mesma, se encontram pontos de ônibus de onde parte e chegam a todo momento, ônibus de todos os bairros da cidade. Assim nessa praça o fluxo de pessoas é alto durante o dia e também à noite.

Outro fato que colaborou com a escolha do espaço, é que nele além da feirinha que ocorre às sextas-feiras, também ocorrem eventos culturais, como apresentação de danças, teatros, exposições de flores e ações produzidas pelo CEUNES e outras entidades.

Imediatamente ao receber o ofício, o espaço do Coreto foi cedido para que a exposição acontecesse. Iniciou-se então a etapa de transporte e montagem. Para transportá-la do LABIMID até o Coreto, foi necessário a contratação de um caminhão baú. Vale destacar que todos os experimentos foram desmontados e empacotados para que durante o deslocamento da universidade até o espaço, não sofresse qualquer tipo de avaria. Além disso pelo local da exposição ser bastante movimentado durante o dia, optou-se por realizar o transporte durante a noite.

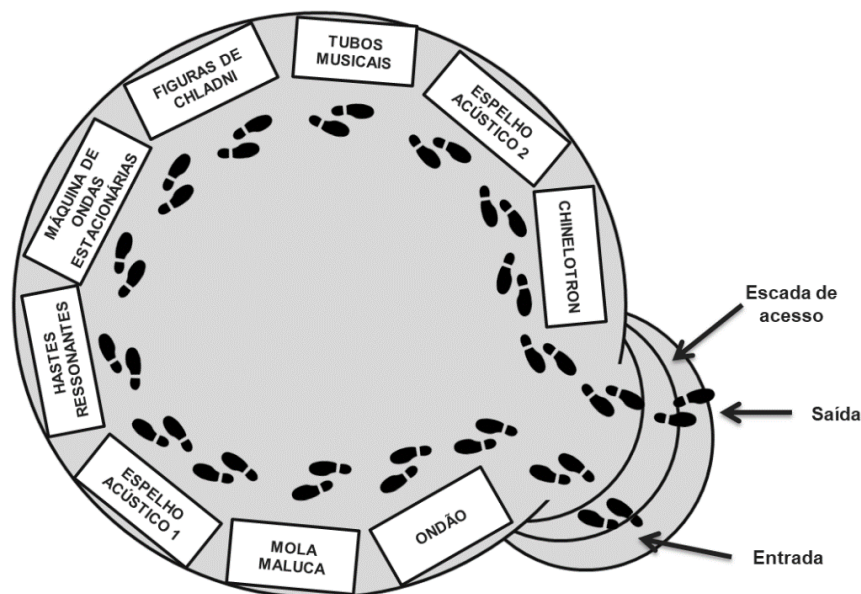
Com todos os elementos da exposição já alocados no espaço do Coreto, iniciou-se a etapa de montagem. Conforme já descrito a exposição foi concebida de forma a apresentar uma narrativa, onde os conceitos de ondas são abordados de forma progressiva, nesse sentido para a instalação dos módulos experimentais seguiu-se um mapa de montagem (Figura 30), adaptado para o espaço cedido do Coreto.

A Figura 30 apresenta o mapa de instalação da exposição seguido para o espaço do Coreto, bem como a disposição dos módulos experimentais e o sentido de circulação do público.

Através do mapa é possível notar o sentido de circulação que o visitante deve efetuar, para que os conceitos de da ondulatória progridam de forma que se interliguem quando esse visitante chegar ao final da exposição. Assim ele inicia a circulação pelo conceito de onda transversal em seguida muda para o conceito de onda longitudinal, percebe o fenômeno da reflexão de onda nos espelhos acústicos. Visualiza a relação de frequência de ressonância nas hastes ressonantes. Em seguida vê o conceito de reflexão de onda e

ressonância no experimento máquina de onda estacionária que é novamente apresentado no experimento das Figuras de Chladni.

Figura 30 - Mapa de instalação da Exposição para o Coreto.



Fonte: Próprio pesquisador.

Após ter visto o conceito de onda estacionária, o visitante passa ao experimento dos tubos sonoros que também é apresentado a formação das ondas estacionárias no interior desses tubos e por fim chega ao chinelotron onde se apresenta novamente o conceito de estacionárias, porém em tubos fechados.

É importante ressaltar, que a exposição “Que onda é Essa?” é adaptável a qualquer tipo de espaço físico, como por exemplo uma quadra, uma casa, pátio de escola e portanto a disposição dos módulos experimentais, bem como a circulação do público pode sofrer variação dependendo de como é o espaço onde ela será exibida. Vale ressaltar que ela devesse obedecer sempre a ordem lógica dos módulos experimentais, iniciando com o Ondão e finalizando com o Chinelotron, uma vez que a ordem como ela foi elaborada, leva em consideração um crescente aumento no nível de dificuldades de entendimento dos conceitos apresentados nos módulos experimentais.

A Figura 31 ilustra o módulo experimental Chinelotron juntamente com o banner montados no espaço do Coreto.

Figura 31 - Banner ao lado do módulo experimental Chinelotron.



Fonte: Próprio pesquisador.

Durante a montagem da exposição, não houve preocupação quanto à iluminação do espaço, pois o mesmo era cercado por grades e o que garantia uma boa luminosidade durante o dia. Na parte da noite, o Coreto apresentava quatro refletores, que ligados davam também uma boa iluminação. Com a montagem da exposição concluída, deu-se abertura da mesma ao público.

5.2.4 - Fase de avaliação

A avaliação de uma exposição científica pode ocorrer desde a sua concepção até a finalização pós-exibição. Para a exposição proposta, neste trabalho focou-se na modalidade de avaliação qualitativa do tipo descritiva, que se baseou nas interações que ocorreram durante a exibição da mesma e também na análise do livro de visita onde o público registrou as informações básicas como nome, idade, cidade de origem.

Conforme apresentado no capítulo 4, as interações em museus de ciências e também exposições científicas, se diferenciam em *hands-on*, *minds-on*, *heart-on*, *dialogues-on*, *contexto-on* e *social-on*. Nos próximos parágrafos serão apresentadas com mais detalhes as interações observadas e registradas durante a exibição da exposição no espaço não formal do Coreto.

No primeiro momento, observou-se uma grande interação do visitante (Figura 32) com as estruturas experimentais, tal fato estimulou um aumento da curiosidade dos mesmos a respeito do fenômeno que estava sendo apresentado, neste sentido pode-se tipificar estas interações como *hands-on*. Vale lembrar que *hands-on* é uma modalidade de interação que garanti o visitante puder interagir com os experimentos através do tocar, girar, ouvir e sentir. Além disso, foi possível visualizar um encantamento dos mesmo com o funcionamento de cada módulo experimental.

Figura 32 - Interação dos visitantes com os módulos experimentais.



Fonte: Próprio pesquisador.

A partir das manipulações com os módulos experimentais, verificou-se que alguns dos visitantes apresentavam certos questionamentos sobre o funcionamento e o fenômeno que cada experimento apresentava. Foi possível notar alguns conhecimentos prévios como de notas musicais e harmônicos trazidos por esses visitantes em relação aos experimentos que produziam sons como os tubos sonoros e tubos musicais.

Nesse ponto é importante ressaltar que, ao serem questionados sobre o princípio de funcionamento dos experimentos que produziam sons, como exemplo o Chinelotron e os Tubos Musicais, as respostas dadas eram que devia ser por causa do comprimento dos tubos. Então quando eles associavam que dentro dos tubos formava uma onda estacionária assim como a apresentada no módulo experimental “Máquina de Onda Estacionária”, parecia fazer sentido para eles de que quanto maior fosse o tubo, maior seria o número de ventres e nós de ondas formados no interior do mesmo, o que garantia um som audível diferente.

Alguns visitantes que tocavam instrumentos de corda, ao manipularem a “Máquina de Onda Estacionária”, fizeram analogia com as cordas de um violão. Portanto, percebe-se que eles relacionaram o experimento, com ideias do cotidiano. O que garante a presença da interação *minds-on* na exposição.

Durante a exposição, os monitores ao acompanharem o público pelo circuito da exposição, produziram diálogos mediados entre visitante-monitor e visitante-visitante, que de certa forma favoreceram certa compreensão e também discussões em torno dos fenômenos de cada módulo experimental. Nesse ponto, essa mediação feita pelos monitores em gerar debates com o público se caracteriza como a interação *dialogues-on*.

A Figura 33 mostra a mediadora apresentando as “Figuras de Chladni” para um grupo. Percebeu-se que durante a interação desse grupo com esse experimento, houve uma ligação do conceito de “nó” de uma onda estacionária, com as regiões da placa onde a areia se depositava.

Figura 33 - Mediadora apresentando as Figuras de Chladni.



Fonte: Próprio pesquisador.

Ao serem questionados sobre os pontos onde a areia não se depositavam, esse mesmo grupo disse que ali se tratava de um ventre da onda. Quando a mediadora mudou a frequência desse experimento, foi possível ouvir desse mesmo grupo que o novo padrão surgia devido à mudança de frequência, e que por isso, mais ventres e nós se formavam o que garantia a mudança da posição da areia, gerando novos desenhos.

Outra modalidade de interação percebida durante a exibição da exposição foi a *context-on*. Ela foi presenciada em alguns momentos quando os visitantes para responderem a alguns questionamentos dos mediadores faziam elo dos módulos experimentais, com situações presenciadas no dia-a-dia. Um desses elos que chamou a atenção ocorreu, quando um grupo de visitantes (Figura 34) respondeu que o funcionamento do espelho acústico, deveria ser igual ao funcionamento de uma antena parabólica como a de TV e internet.

Figura 34 - Grupo de visitantes interagindo com o Espelho Acústico.



Fonte: Próprio pesquisador.

Durante a exibição, verificou-se que os módulos que produziam sons como o *Tubos musicas*, *Chinelotron* e *espelhos acústicos*, foram os experimentos que mais chamaram dos visitantes jovens e por isso em alguns momentos, houve uma maior aglomeração de desse público nesses módulos experimentais. Portanto, pode-se compreender que esses experimentos serão os que eles se lembrarão por um maior tempo, inclusive o fenômeno ondulatório associado ao mesmo e sua explicação.

Com relação aos experimentos *Ondão*, *Máquina de ondas estacionárias* e *Figuras de Chladni*, era perceptível a curiosidade das pessoas com o seu funcionamento. A todo o momento percebeu-se o quão “maravilhadas” elas ficavam ao ver os experimentos funcionando e mais satisfatório ainda, era vê-las se indagando para poder responder e entender o conceito físico de ondulatória representado por cada um deles. Nesse ponto, ressalta-se que os monitores tiveram papel fundamental nesse processo. Pois observou-se que a todo momento eles mediarão situações que, conduziram o raciocínio lógico dos visitantes, incentivando a curiosidade e fazendo analogias com o cotidiano.

Quando questionados sobre a exposição, muitos dos visitantes diziam que aquela era a primeira vez que tinham participado de uma. Muitos pediram para que a mesma fosse levada aos espaços não formais de seus bairros e se era possível à ajuda para reproduzir alguns experimentos da qual fazia parte da exposição como exemplo os *Tubos musicais* e *Chinelotron*.

Foi possível notar falas como: “isso é legal”; “como isso pode acontecer?”; “achei interessante”; “vou fazer UFES para fazer experimentos assim”; “Quando será a próxima tio?”; “na minha escola nunca teve uma exposição assim”; “vou trazer minha mãe aqui” . Essas falas mostram o quanto à exposição proposta, mesmo feita com materiais não sofisticados foi importante para o público que a visitou, inclusive para aqueles que nunca tiveram a oportunidade de visitar um CMCI. Além disso, pode-se verificar que ela despertou vocação pela ciência, quando um dos visitantes se propõem a fazer um curso superior para reproduzir experimentos como os da exposição.

Com relação ao público, notou-se que a exposição foi visitada por famílias que estavam a passeio, trabalhadores em horário de almoço e também pessoas que se encontravam nos pontos e na rodoviária esperando o horário de seus ônibus. Ao analisar o livro de visitas, notou-se que a exposição recebeu visitantes de diversos bairros de São Mateus e também pessoas de outras cidades do norte do estado como Jaguaré, Conceição da Barra, Pedro Canário, Nova Venécia, Ecoporanga. Além dessas cidades, a exposição também teve visita de público da cidade de Aimores – MG. Portanto, ações como essas devem não só ser realizada na cidade de São Mateus, mas também em todas as regiões do norte do estado que ainda carece de um CMCI.

Por fim, percebe-se que essa exposição realizada no Coreto da Praça Mesquita Neto, tornou esse ambiente em um rico espaço de educação não formal uma vez que, possibilitou a circulação e o acesso ao conhecimento científico de forma lúdica e prazerosa a um público “desprovido” de um CMCIs e também, ações contínuas de exposições itinerantes de DC. Embora a falta desses espaços na região, seja um dos motivos pela quais a população não os visite, pode-se concluir que a exposição “Que onda é essa?” é uma ferramenta útil para suprir essa disparidade, sendo a mesma importante na democratização do acesso a educação não formal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se através deste trabalho que na última década o número de Centros e Museus de Ciências no Brasil aumentou. Entretanto ao analisar o Guia de Centros e Museus de Ciências do Brasil, nota-se que ainda há um grande número desses importantes espaços de Divulgação Científica localizados nas capitais. E portanto, verificou-se que os municípios interiores e sua população, ainda estão desprovido de acesso as atividades que se realizam nestes espaços. Confirmou-se essa problemática a partir da Pesquisa Percepção Pública de Ciência e Tecnologia no Brasil de 2015, que mostra dentro o universo de seus entrevistados, que 47,7% não visita um Centros e Museus de Ciências, por não existir em sua região, ou fica muito longe.

A partir de tal constatação, iniciou-se uma pesquisa de literatura sobre temas para minimizar tal problemática, e a partir de Perotti (2005); Ferreira, Soares e Oliveira (2007); Rocha e Marandino (2016), entre outros autores, verificou-se que a solução encontrada para se fazer Divulgação Científica nas áreas longínquas desprovidas desse espaços de ensino não formal, foram os chamados museus móveis. Verificou-se que esses museus itinerantes de ciências, ganharam respaldos a partir de editais de Popularização da Ciência do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação e de algumas Fundações de Amparo a Pesquisas que lançaram os seus próprios editais.

Ao analisar em especial o estado do Espírito Santo, verificou-se a cidade de São Mateus não possui um Centros e Museus de Ciências e que ações itinerantes de Divulgação Científica como um museu móvel, ainda não se fez presente na mesma e nem na região norte. Tal problemática foi entendida á partir da constatação, que no Estado durante a execução da pesquisa, ainda não havia, uma unidade de museu móvel de ciências. Levando em consideração esses contextos, buscou-se nesta realizar uma exposição científica, itinerante e interativa para ser exposta em um espaço não formal de educação na cidade.

Optou-se por realiza-la em um espaço não formal de educação, pelo fato de ações de Divulgação Científica como a proposta, atingirem a população em geral. Então seguindo essa vertente, construiu-se a exposição composta de 8

módulos experimentais e banners. Também houve treinamento de mediadores para atuarem durante a exibição da mesma. Toda a montagem da exposição foi pensada de forma a ser desmontável e por isso a maioria dos experimentos foram concebidos e feitos de cano PVC. Após a montagem completa da mesma, deu-se início a sua exibição no espaço do coreto localizado na Praça Mesquita neto, na cidade de São Mateus - ES.

Levando em consideração o pequeno tempo de exibição, notou-se durante as exposições, houve uma participação boa da população da cidade, no livro de visitas, foram contabilizados 178 visitantes, que registraram seus nomes, idade, bairro e cidade. Vale lembrar que alguns visitantes não deixaram registros. Durante as visitas foi nítido o envolvimento dos visitantes com os módulos experimentais, onde os mesmos puderam interagir através do tocar, girar, ouvir e ver o fenômeno abordado em cada experimento.

Dúvidas e questionamentos foram observados a todo momento. Nesse ponto os monitores fizeram bem o seu papel, de mediar diálogos ajudando os visitantes a compreenderem os fenômenos físicos. Eles em vários momentos adequaram os diálogos ao tipo de público presente, o que garantiu que a mensagem fosse acessível para o receptor, característica essa fundamental da DC.

Embora a cidade de São Mateus não possua um CMCI e também visita de um museu móvel, percebe-se que exposição “Que onda é essa?”, mostrou-se importante para aproximar a população de tema ligado a ciências. Ações como essas se bem planejadas, podem e devem ser propagadas para outras cidades que não possui um CMCI.

Nesse ponto, destaca-se que a UFES iniciou seu projeto *Ciência Móvel – caravana da ciência* no mês de junho de 2018, e que a exposição apresentada neste trabalho, seguiu com sua proposta de itinerância junto a esse projeto.

Por fim, fazer uma exposição não é tarefa fácil, pois demanda de muito tempo, pesquisa, paciência e um bom orçamento. Entretanto, tudo se torna prazeroso quando se nota na interação do outro com o outro, o sentimento de descobrir, construir e reconstruir pensamentos, ideias e sobre tudo, conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, E.P. **Museums in Motion: an introduction to the history and function of museums**. Nashville, Tenn.: American Association for State and Local History, 1979.
- BARATA, Ge. **Espaços científicos e culturais ainda concentrados nas capitais e voltados para o público escolar**. *Cienc. Cult.* [online]. 2015, vol.67, n.3, pp. 8-12. ISSN 2317-6660. '
- BARCELOS, GUY, B. **O papel de um museu de ciência construído por alunos de ensino fundamental na divulgação científica**. 2012. 107 f. Dissertação de Mestrado em Educação – Programa de Pós-Graduação – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- BOSE, A. **Mobile Science Exhibition**. Paris: UNESCO, 1983.
- BEDIM, A.; OLIVEIRA, L. O jornal impresso e a questão ambiental: uma perspectiva baseada da teoria de Vygotsky. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 25-32, 2012.
- BERTOLETTI, J. J. **Museus: uma nova modalidade de ensino**. Rio de Janeiro, 2004. Entrevista concedida a Carla Almeida para o portal Brasiliana em 2004.
- BERTOLETTI, Ana Clair R. A arte de construir experimentos interativos. **Divulgações do Museu de Ciências e Tecnologia – UBEA/PUCRS**, Porto Alegre, edição especial, n.4, p.49-54, abril 2004.
- BEER, A. (1952). **Recent developments in Mobile Units**. *Museum*, v. V, (3), Paris, UNESCO.
- BEER, A. (1954). **Musée mobile extensible destiné aux zones arides**. *Museum*, v. III, (2). Paris: UNESCO.
- BEER, A. (1952). **Recent developments in Mobile Units**. *Museum*, v. V, (3), Paris, UNESCO.
- BERTOLETTI, J. J. **Museus: uma nova modalidade de ensino**. Rio de Janeiro, 2004. Entrevista concedida a Carla Almeida para o portal Brasiliana em 2004.
- BOSE, A. **Mobile Science Exhibition**. Paris: UNESCO, 1983.

- BRASIL. Lei nº 11.904, De 14 de janeiro de 2009. Institui o estatuto de museus e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 jan. 2009. Disponível em: <http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/LEI%2011.904-2009?OpenDocument>. Acesso em 28 ago. 2017.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos - SPI. **Relatório de Avaliação do Plano Plurianual 2004-2007: exercício 2008**. Brasília: MP, 2008.
- BRANCO, A.U. Sociogênese e canalização cultural: contribuições à análise do contexto das salas de aula. **Temas em Psicologia**, v. 1, n. 3, p. 9-17, 1993
- CARBONELL, J. A aventura de inovar: a mudança na escola. Porto Alegre: Artmed, 2002. Disponível em <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos>. Acesso em 02/09/2011>.
- CARVALHO, TASSIANA, F. G. **A comunicação científica em museus de ciências e o papel do mediador**. 2012. 175 f. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – Programa de Pós-Graduação Interunidades de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- CASTRO, F. S. **Letramento e alfabetização: sociogênese e/ou psicogênese, quais os caminhos da apropriação da escrita**. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- CAZELLI, S.; Marandino, M.; Sturdart, D. C. **Educação e comunicação em museus de ciências: aspectos históricos, pesquisa e prática**. In: GOUVÊA, Guaracira;
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; Silva, R.. **Metodologia científica**. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CHELINI, M. J. E. e LOPES. S. G. B.C.: Exposições em museus de ciências: reflexões e critérios para análise: **Anais do Museu Paulista**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 205 – 238, 2008.
- CHINELLI, M.V.; Aguiar. L.E.V., **Subsídios para a Formação Permanente de Professores de Ciência e Tecnologia: Saberes Formados e**

Mobilizados na Prática Profissional (Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008b), inédito.

- COLINVAUX, D. Museus de ciências e psicologia: interatividade, experimentação e contexto. **História, Ciências, Saúde: Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 12, suplemento, p. 79-91, 2005.
- CUNHA, M. B.: **A percepção de ciência e tecnologia dos estudantes de ensino médio e a divulgação científica**. 2009. 364 f. Dissertação Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- CURY, M. X.. **Exposição: Concepção, montagem e avaliação**. São Paulo: Annablume, 2005. p. 121 -139.
- CURY, M. X. Comunicação e pesquisa de recepção: uma perspectiva teórico-metodológica para os museus. **História, Ciência, Saúde – Manguinhos**, v. 12 (suplemento), p. 365-80, 2005.
- DEAN, David – *Museum Exhibition: Theorie and Practice*. London: Routledge, 1994.
- DIONYSIO, L. G. M.: **O uso de imagem em química: um olhar semiótico sobre as atividades com balanças**. 2014, 87 f. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência, Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- DOMINICI, T. P.: As exposições itinerantes do MAST em Itajubá: Um estudo sobre o público visitante e suas percepções da experiência. **Revista Museologia e Patrimônio**, v. 7, n. 1, 2014.
- FALCÃO, D. e GILBERT, J.: Método da lembrança estimulada: uma ferramenta de investigação sobre aprendizagem em museus de ciências. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 12, suplemento, p. 93-115, 2005.
- FERRAZ, A. P. C. M e BELHOT, R. V.: Taxonomia de Bloom: Revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

- FERREIRA, R.; SOARES, M.; OLIVEIRA, M. Ciência móvel: um museu de ciências itinerante. **X Reunión de La Red de Popularización de La Ciencia y La Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP - UNESCO) y IV Taller “Ciencia, Comunicación y Sociedad”**. Costa Rica, 2007.
- FERREIRA, J. R. **Popularização da ciência e as políticas públicas no Brasil (2003-2012)**. 2014. Tese Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Biofísica, IBCCF, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
- GASPAR, ALBERTO. **Museus e centro de ciências – conceituação e proposta de um referencial teórico**. 1993. 118f. Dissertação de doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- GERMANO, M. G. e KUESLA, W. A.: Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007.
- GUIMARÃES, V.F. e SILVA, Gilson Antunes da (Orgs.). **Implantação de Centros e Museus de Ciência**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002. p.336
- GHANEM, Elie; TRILLA, Jaume. **Educação formal e não-formal**. São Paulo: Summus Editorial, 2008. GOHN, Maria da Glória Marcondes. **Educação Não- formal e cultura política**. São Paulo: Cortez, 2008.
- GOHN, M. G.: Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38, jan./mar. 2006.
- GOMES, I. L.. **Ciência Móvel: vida e saúde para todos: dados quantitativos dos eventos realizados até 2010**. Rio de Janeiro, 2010.
- GOMES, I.; CAZELLI, S. FORMAÇÃO DE MEDIADORES EM MUSEUS DE CIÊNCIA: SABERES E PRÁTICAS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, 18(1), 23-46. Epub 15 de março de 2016.
- GONÇALVES, A.M.M. **O uso de um recurso audiovisual no Projeto Ciência Móvel - Vida e Saúde para Todos: Avaliação do filme “O Mundo Macro e Micro do Mosquito Aedes aegypti – Para combatê-lo é preciso**

conhecê-lo”. Monografia de Especialização em Divulgação da Ciência, da Tecnologia e da Saúde, Fiocruz, 2010.

- JACOBUCCI, D. F. C. **Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica**. Em extensão, Uberlândia, v.7, 2008.
- KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em perspectiva**, n. 14, v. 1, p. 85-93, 2000.
- LANGHI, R. e NARDI, N.: Ensino de astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, pg. 1-11, 2009.
- LOPES, M., M. e MURRIELLO, S. E.: Ciências e educação em museus no final do século XIX. **História, ciências, saúde – Manguinhos**, v. 12, p. 13-30, 2005.
- MARANDINO, M. e IANELLI, I. T.: Modelo de educação em ciência em museus: análise da visita orientada. **Revista ensaio – Belo Horizonte**, v. 14, n. 1, p. 17 – 33, 2012.
- MARANDINDO, Martha; LEAL, Maria Cristina (Orgs.). **Educação e museus: a construção social do caráter educativo dos museus de ciência**. Rio de Janeiro: Acess, 2015. 83-106.
- MASSARANI, L. **A divulgação científica no Rio de Janeiro: Algumas reflexões sobre a década de 20**. 1998. 177f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Instituto Brasileiro de informação em C&T, Rio de janeiro, 1998.
- MINGUES, E. **O museu vai à praia: uma análise de uma ação educativa à luz da Alfabetização Científica**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2014.
- MCTI. Percepção pública da ciência e tecnologia 2015 - Ciência e tecnologia no olhar dos brasileiros. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.
- MORLEY, G. L. McCannn.: Museums and circulating exhibitions. **Museum**, v. 3, n 4, 1950.

- MOREIRA, I. C. **Universidades podem ajudar a divulgar ciência no Brasil**. Rio de Janeiro: ComCiência, nº 39, 10 de fevereiro de 2003. Entrevista concedida a Germana Barata. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/framereport.htm>> Acesso em: 12 de maio de 2007.
- Museus de Ciência. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002. p.336 MARQUES, G. C. Ciência para a comunidade. In: Crestana, S.; Castro, M. G. & Pereira, G. R.
- NASCIMENTO, S. S e VENTURA, P. C. S.: Mutações na construção dos museus de Ciências. **Pro-Posições**. V. 12, p. 126 – 138, 2001.
- PAVÃO. A.C, FALTAY. P, e LIMA M.E.C., in **Educação para a Ciência: Curso para Treinamento em Centros e Museus de Ciências** (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2001), p. 215-222.
- PAVÃO, A. C.; LEITÃO, A. Hands-on? Minds-on? Hearts-on? Social-on? Expliners-on! **Diálogos & Ciência** – Mediação em museus e centros de ciência. Núcleo de Estudos da Divulgação Científica, Rio de Janeiro, 2007.
- PEREIRA. G.R., Do Lúdico ao Científico: **Construção e Avaliação de módulos Experimentais de Ótica em Museus de Ciências e em Ambientes Escolares**. Dissertação de Mestrado em Ciências, Instituto Oswaldo Cruz, 2007.
- PEREIRA, G. R. e SILVA, R. C.: Avaliação do impacto de uma exposição científica itinerante em uma região carente do Rio de Janeiro: Um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V. 32, n. 3, 2010.
- PEROTTI, R. T. **José Hidashi e os naturalistas no “coração bárbaro” do Brasil**. Dissertação de Mestrado em Gestão do Patrimônio Cultural. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2005.
- PINO, A. Ciência e Educação: a propósito do bicentenário do nascimento de Charles Darwin. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 30, n. 108, p. 845-866, out. 2009.
- _____. O social e o cultural na obra de Vigotski. **Educ. Soc.**, Campinas, n. 71, 2000, p. 45-78
- PINTO, S.P. **A construção do discurso da mediação humana em atividades itinerantes de divulgação da ciência**. 2014. Tese. Programa

de Pós-graduação em Educação em Ciência e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

- ROCHA, MARCOS. **Pequenos cientistas-grandes cidadãos: considerações sobre um programa de atendimento escolar no museu de ciências**. 2007. 178 f. Dissertação de Mestrado em tecnologia- Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2007.
- ROCHA, S. C. B.: **A escola e os espaços não-formais: possibilidades para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2008.
- ROCHA, Sônia Cláudia Barroso da e FACHÍN-TERÁN, Augusto Fachín. **O uso de espaços não formais como estratégia para o ensino de ciências**. Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA, 2010.
- Santana, S.M.; Roazzi, A.; Dias, M.G.B.B. (2006). Paradigmas do desenvolvimento cognitivo: uma breve retrospectiva. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 11(1), 71-78.
- SCHWENCK, B. **Ciência Móvel: a mediação informacional nas exposições de um museu itinerante**. Dissertação. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. UFRJ – Rio de Janeiro 2011.
- SCHWENCK, B. **Ciência Móvel: a mediação informacional nas exposições de um museu itinerante**. Dissertação. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. UFRJ – Rio de Janeiro 2011.
- SCREVEN, C. G.: Présentations didactiques pour visiteurs libres. **ICOM Education**, n. 12-13 (Recherche et education dans les musées), p. 10-20, 1993.
- SCHERER, C. A. A contribuição da música folclórica no desenvolvimento da criança. **Educativ**, v. 13, n. 2, p. 247-60, 2010.
- Sevcuk, V. A. (1966). Travelling exhibitions and mobile museums. Museum,. **Museums in the Ukraine**. V. 18, n. 3, 1966.
- SOUZA, ADRIANA, V.S A ciência mora aqui: **Reflexões acerca dos museus e centros de ciências interativos do Brasil**. 2008, Dissertação de Mestrado – Programa de Pós – Graduação em História das Ciências e

das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

- SOUZA, DANIEL, M. V. **Museus de ciências e divulgação científica: a informação sob crivo da ideologia.** 2007. 109 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2007.
- SOUZA JUNIOR, J. J. S. **Percepção e aprendizagem em exposições de ciência: um olhar para visitantes do 'Programa Ciência Itinerante'.** 2015, Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- STUCHI, ADRIANO, M. **Análise de uma exposição científica e proposta de intervenção.** 2002, Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- TAIT, M., FÉLIX, E., DAGNINO, R. Difusão e popularização da ciência no Brasil: Entrada na agenda política, de que forma?. 2008. Disponível em <www.necso.ufrj.br/esocite2008/trabalhos/35707.doc>. Acesso em 11 jun. 2017.
- TEIXEIRA, J. N.; MURAMATSU, M.; ALVES, L. A.: comunicações: projeto arte e ciência no parque – uma abordagem de divulgação científica interativa em espaços abertos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 171-197, 2010.
- VALDÉS, Jorge Flores (Org.). **Cómo hacer un museo de ciencias.** México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1998. p.167
- VALENTE, M.E.A. **Museus de Ciências e Tecnologia no Brasil: uma história da museologia entre as décadas de 1950-1970.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- VAN-PRAËT, Michel. **Contradictions des musées d'histoire naturelle et evolution de leurs expositions.** In: Schiele, Bernard (Coord.). Faire voir, faire savoir: la museologie scientifique au présent. Canada: Musée des Civilisations, p. 25-34. 1989.

- VIEIRA, Valéria da Silva. **Análise de espaços não formais e sua contribuição para o ensino de ciências**, 2005. [s.f.]. Tese (doutorado). Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- VERHAAR, Jan; MEETER, Han– Project Model Exhibitions. Holland: Reinwardt Academie, 1989.
- VYGOTSKY, L.S. (1977). Pensamento e linguagem. Sao Paulo: Martins Cortez.
- VYGOTSKY, L.S. (1984). A formação Social da mente. Sao Paulo: Martins Cortez.
- SCHWENCK, B. **Ciência Móvel: a mediação informacional nas exposições de um museu itinerante**. Dissertação. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. UFRJ – Rio de Janeiro 2011.
- XAVIER, D.W. **Museus em Movimento. Uma reflexão acerca de experiências museológicas itinerantes no marco da Nova Museologia**. Dissertação (Mestrado em Museologia), Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2012.
- XAVIER, D.W. **Museus em Movimento. Uma reflexão acerca de experiências museológicas itinerantes no marco da Nova Museologia**. Dissertação (Mestrado em Museologia), Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2012.
- WAGENSBERG, Jorge. Principios fundamentales de la museología científica moderna. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Barcelona, n. 26, p.15-19, 2000.
- WERTSCH, J. V. The significance of dialogue in Vygotsky's account of social, egocentric and inner speech. **Contemporary Educational Psychology**, v. 5, p. 150-162, 1980.
- ZANDOMÊNICO, JOÃO, M. **Uma proposta de realização de uma feira científica de física em uma escola de ensino médio**. 2014. 170 f. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

APÊNDICE A

A.1 Definindo um museu

Segundo definição aprovada no Estatuto do Conselho Internacional de Museus durante a 24ª Assembleia Geral do ICOM realizada na cidade Milão (Itália), de 3 a 9 de julho de 2016, “um museu é uma instituição permanente sem fins lucrativos ao serviço da sociedade e de seu desenvolvimento, aberto ao público, que adquire, conserva, pesquisa, comunica e exhibe o patrimônio tangível e intangível da humanidade e do seu ambiente para fins de educação, estudo e prazer”.

Vale ressaltar que, além das instituições designadas como “museus”, aprovada pelo estatuto, consideram-se incluídos nessa definição museus de ciências (MC) e centro de ciências (CC), centros culturais e demais entidades que facilitem a conservação, a continuação e gestão de bens patrimoniais, materiais ou imateriais.

A maioria dos países, também define o museu pelos textos legislativos ou por meio de suas organizações nacionais, de formas variadas. Nesse sentido, é importante frisar que no Brasil de acordo com a Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009, que instituiu o Estatuto de Museus:

Consideram-se museus, as instituições sem fins lucrativos que conservam, investigam, comunicam, interpretam e expõem, para fins de preservação, estudo, pesquisa, educação, contemplação e turismo, conjuntos e coleções de valor histórico, artístico, científico, técnico ou de qualquer outra natureza cultural, abertas ao público, a serviço da sociedade e de seu desenvolvimento (BRASIL, 2009, art. 1º).

Levando em consideração as definições de museus existentes¹⁶, torna-se possível visualizar que os mesmos se apresentam das mais variadas formas. Cada museu, em específico os de ciências, tem seu próprio caráter distintivo e individual que afeta a oferta oferecida aos seus usuários e a orientação das abordagens feitas para o público em suas exposições e variedade de instalações.

Para Cury (2001), os museus se diferenciam dos CC na questão do método de trabalho e principalmente na questão da comunicação dos temas

¹⁶ Museu de história natural, Museu de Ciência, Museu de artes, etc.

que, no caso dos museus, e efetuada com base no acervo, enquanto no CC e efetuada com base na política científica da instituição.

Os próximos tópicos irão retratar de forma resumida a evolução histórica destas instituições, que deram origem aos Museus e Centros de ciência (CMCIs), que sem sombra de dúvidas, em termos cinemáticos não foi retilínea e nem uniforme. Será usada a classificação de McManus (1992) que descreve três grandes gerações - que podem ser encontradas até hoje, cada uma com suas implicações na museografia são elas: história natural (primeira geração), ciência e indústria (segunda geração), fenômenos e conceitos científicos (terceira geração). Estas gerações são marcadas pelo desenvolvimento dos conhecimentos e da pesquisa na História Natural o que, segundo Van-Praët (1989), teve profunda influência nas Exposições Científicas.

A.2 Gabinetes de curiosidades um ancestral dos museus

A história do surgimento e do desenvolvimento dos museus, museus de história natural, museus de arte e ciência, os “Science centers”, estão ligadas ao termo “coleccionismo” que segundo Leon (1988) e Lopes (1997) fora um fenômeno sociocultural necessário ao surgimento dessas instituições. Para esses autores as navegações surgidas na segunda metade do século XIV, aproximaram o mundo visível, referindo-se a Europa, ao mundo invisível, além mar. Essa aproximação na visão de Rocha (2007), atingirá locais impensados, recolhendo objetos de valor comercial e cultural para os gabinetes dos príncipes e sábios.

Nesse sentido, os museus de história natural e os museus de ciência, evoluíram historicamente a partir de uma origem remota que na visão de McManus (1992), teve início no “Gabinete das Curiosidades” no final do século XVII. Esses gabinetes organizados pelos nobres, aventureiros e naturalistas constituíram uma parcela importante da produção de conhecimento museológico da época, em geral, eles eram pequenos quartos ou até mesmo galerias. Os acervos constituídos nesses gabinetes tinham um acesso restrito e guiado pelo próprio colecionador. De acordo com Nascimento e Ventura (2001), nesses espaços era possível encontrar todos os tipos de raridades

interessantes, incluindo espécies de história natural preservada, conchas e fósseis; instrumentos relacionados à ótica, física newtoniana, mecânica e eletricidade; coleções de moedas; pinturas e esculturas e antiguidades de vários tipos.

Autores como Hill (1986), enfatiza que as coleções de diversos gabinetes das curiosidades eram exibidas em móveis bonitos, especialmente construídos, de modo que poderiam ser admirados por amigos íntimos e convidados importantes. Para Rocha (2007), estas coleções marcariam o início de um processo de consolidação que se iniciou ao no final do século XVII, e se desenvolveu ao longo dos séculos XVIII e XIX, revelando alguns dos aspectos básicos das instituições que se formariam nos dias atuais, porém, apresentados de forma desorganizada e com disponibilidade voltada para uma pequena parcela da população, considerada apta a compreender o ambiente museológico.

Segundo Mingues (2014), não demorou para que tais coleções fossem aprimoradas e passassem a ser organizadas segundo critérios, acompanhando os progressos que faziam as concepções científicas dos séculos XVII e XVIII. Ainda de acordo com a autora, a partir da organização das coleções, os gabinetes de curiosidades deixaram seu propósito de atender as demandas da curiosidade humana para voltarem-se aos propósitos da pesquisa. Muitas dessas coleções, de fato, se transformaram em museus ao longo do tempo, tal como são concebidos atualmente, embora não fossem destinados e abertos ao público. Essa conquista só foi efetivada no final do século XVIII, o que marcou o nascimento dos grandes Museus Nacionais que são considerados como Museus de primeira geração.

A.3 Museus de primeira geração: História Natural

Para McManus (1992), somente no século XVIII, início dos Museus de História Natural, as coleções começaram a se organizar e a serem utilizadas para estudos e pesquisas, apesar de seu objetivo ainda não ser o de educar o público em geral. Esses museus tinham suas coleções baseadas em instrumentos científicos e pesquisas nas áreas de ciências. Valente (2002)

ressalta que, os museus dessa geração mantinham uma estreita ligação com a academia e universidade, e a educação pública, embora fosse fartamente anunciada como fator de importância, não era tida como prioridade.

A história do surgimento dos primeiros Museus de História Natural do Brasil, é marcada por características europeias. Em 1784 foi criada no Brasil, a popularmente denominada “Casa dos Pássaros”, a “Casa de Historia Natural”, que, por um período de aproximadamente trinta anos, organizou coleções de produtos naturais na terra brasileira, bem como adornos e artefatos indígenas. Estas coleções eram organizadas com o intuito de serem despachadas a Lisboa (LOPES, 2005, p. 59).

Com a vinda da família real para o Brasil Colônia em 1808, grandes foram os projetos de modernização pensados pelos imperiais europeus, projetos esses que incluíam a fundação de museus e jardins botânicos, que influenciaram a criação do Museu Real do Rio de Janeiro, por decreto, em 6 de junho de 1818. O Museu Real do Rio de Janeiro substituiu à antiga “Casa dos Pássaros” e logo em seguida se constituiu o Museu Nacional. Para Lopes (1997), o surgimento do Museu Nacional quebrou com o modelo, até então concebido, de depósito transitório de objetos e coleções. De acordo com Gaspar (1993), o objetivo inicial do Museu Nacional era essencialmente prático, destinando-se a propagação das Ciências naturais do reino do Brasil.

Rocha (2007) e Lopes (1992), retratam que o Museu Nacional se tornou consultor do governo Imperial para assuntos de interesse econômico mineralógicos, agrícolas e industriais. Para esses autores, apesar da expansão do seu acervo o museu parecia cumprir um papel de depositário das coleções e curiosidades, em exposições sem qualquer classificação ou delimitação científica. Desta forma, identifica-se essa fase do museu Nacional como um legítimo representante de museu de primeira geração, que em 24 de outubro de 1821 foi aberto ao público, restringindo a visita as quintas-feiras das dez horas da manhã até a uma hora da tarde. Rocha (2007) afirma que essas visitas, destinavam-se a pessoas que se fizessem dignas pelos seus conhecimentos e qualidades. Tais indivíduos ainda teriam acesso a quatro salas de exposições, contendo armários com as primeiras doações que o próprio D. Joao VI fez.

Autores como Rocha (2007), Nascimento e Ventura (2001), Lopes (1997), McManus (1992), mostram que as exposições presentes nos museus de primeira geração, com passar dos anos deixaram de ser apenas acumulativa tendo agora uma necessidade de se tornarem catalogadas. Tais autores salientam que os catálogos se tornaram possíveis com o surgimento dos “curadores” responsáveis pela pesquisa e exibição de coleções. McManus (1992) ainda ressalta que os curadores receberam títulos e podiam atuar em pesquisas paralelas tanto nos museus quanto nas universidades. Além dos curadores, também surgiram equipes de catalogação, guias, educadores e designers.

Van-Praët (1986), ao se referir à mesma geração de museus, explica que a exposição – até então um grande depósito de todas as riquezas coletadas – agora vê sua museografia norteada pelo desejo de classificação e organização são as “galerias bibliotecas”. Nessa mesma linha de pensamento Rocha (2007) afirma que esses museus de ciência de primeira geração eram vistos como santuários de objetos em uma reserva aberta, em que as peças acumuladas eram mostradas na sua totalidade a partir de uma classificação e de forma repetida.

Ainda seguindo os passos de McManus (1992), as exposições em museus públicos de primeira geração, eram preparadas pelos curadores e em geral eram apresentações tridimensionais de livros. Ele ressalta que muitos dioramas foram feitos nas exposições desses museus, para um público que em grande parte não eram instruído em Ciência. Tal autor mostra que, quando a equipe de educação era empregada nesses museus de primeira geração, estavam lá para cuidar dos visitantes e escolares e não tinha nenhuma influência educacional na seleção e desenvolvimento das exposições.

No final dos anos 1960 e 1970, vários museus de história natural e ciências tornaram-se desconfortáveis com os fracassos em apresentar exposições que fossem compreensíveis e esclarecedoras. Para McManus (1992) estas instituições estavam falhando em uma das obrigações que lhes eram atribuídas em sua fundação. Nesse cenário o desejo da mudança, fez com que gradualmente, uma nova abordagem para o visitante fosse marcada com exposições que prendiam a atenção dos mesmos com aparatos envolventes com as quais eles poderiam interagir.

A filosofia para o desenvolvimento de novas exposições sobre esta nova abordagem, foi derivada da teoria educacional dominante e condições de aprendizagem de Gagné (1970), além disso a taxonomia dos objetivos educacionais da Bloom (1964) foi muito influente nessa etapa. Com essas novas exposições, novos profissionais do museu entraram em cena - intérpretes para quebrar e projetar formatos de informação, e o avaliador do museu cujo trabalho foi confinado ao visitante e à descrição da exposição (MCMANUS, 1992, p. 161, tradução nossa).

Esses novos desenvolvimentos em museus de primeira geração fizeram com que a função educacional dos museus subisse, enquanto a função de pesquisa, embora ainda muito vigorosa, se afastasse da visão pública (McManus, 1992, p 162). Por esse fio condutor, as seções educacionais tornaram-se mais sofisticadas e com recursos melhores. Vale destacar que, algumas seções de educação se envolveram em chegar ao público em geral, tornando-se mídias de comunicação.

Levando em consideração as mudanças nas exposições dos museus de primeira geração, percebe-se que o novo caráter interativo das exposições foi de fundamental importância para que a educação em ciências nesses espaços ganhasse maior notoriedade. Fato esse que anunciou o desenvolvimento e estabelecimento da terceira geração de museus de ciências que será posteriormente discutido.

A.4 Museus de segunda geração: Ciência e Indústria

De acordo com McManus (1992), a segunda geração de museus de ciências, foi estabelecida na virada do século XVIII para o século XIX, que na visão de Chelini e Lopes (2008), tinha como principal função atender as necessidades práticas da indústria. Autores como Lopes (1997), Valente, Cazelli e Alves (2005), apontam que o surgimento dessa geração se deve a forte influência das Exposições Universais ou Feiras Mundiais que surgiram durante a Revolução Industrial.

Com o desenvolvimento da Revolução Industrial no século XIX, ocorreram mudanças sociais, tecnológicas e científicas em todo o mundo. Essa

onda de mudança segundo Barbuy (1996) fez nascer em 1851, em Londres, Inglaterra, a primeira Exposição Universal. O intuito de criar esta exposição foi de apresentar avanços tecnológicos que a industrialização conseguiu realizar. Para Girardi (2015) as diversas invenções comuns de que temos conhecimento atualmente tiveram seus lançamentos como novas tecnologias nessas Exposição Universais, como por exemplo, o telefone, inventado por Alexandre Graham Bell, que ficou posteriormente conhecido como “o aparelho que fala”. Ou o fonógrafo, inventado por Thomas Edson, lançado na Exposição em Paris, em 1889, e ficou conhecida como “a primeira máquina com a qual se conseguiu gravar sons”.

Para Gomes, Piccolo e Rey (2002), as tecnologias apresentadas nessas exposições, marcariam importantes avanços na metalurgia, criação da siderurgia, consolidação do uso de eletricidade e o uso do petróleo. Esses autores ressaltam que, esses importantes avanços, impulsionaram a criação de cursos novos nas universidades, e a introdução de matérias novas nas escolas como Física e Química. Nesse ponto vale destacar que para Passavento (1997), o ensino passou a ser institucionalizado e vulgarizado (no sentido de ampliação do acesso) para que os filhos da pequena burguesia (comerciantes, profissionais liberais) pudessem progredir e ter profissões que antes eram ofícios passados de um mestre para um aprendiz.

De acordo com Rocha (2007) as exposições universais, mostravam uma preocupação com o mundo do trabalho relacionado aos avanços técnicos. Tais preocupações são confirmada por Cazelli e Alves (2005), que apontam o ambiente educativo das exposições universais com objetivos primordiais voltados ao progresso técnico. Nesse sentido Rocha (2007) destaca que no final do século XIX o progresso da ciência só seria possível por meio da educação. Seguindo essa linha de pensamento Barbuy (1996) aponta que as exposições universais surgiram como exibições dos progressos da indústria, dirigidas para a instrução das massas:

Entendemos as Exposições Universais como modelos de mundo materialmente construídos e visualmente apreensíveis. Trata-se de um veículo para instruir (ou industrializar) as massas sobre os novos padrões da sociedade industrial (um dever-se de ordem social. [Mas] ao se realizarem, as Exposições ultrapassam seus próprios objetivos e constituem-se, para muito além do projeto pedagógico de seus organizadores, em representações sociais cuja dinâmica pressupõe um processo

interativo de produção, consumo e reciclagem (BARBUY, 1995, pg. 2).

Para McManus (1992) e Barbuy (1996), como as grandes Exposições Universais, apresentavam inventos, fisicamente construídos de forma tridimensional, palpáveis e visíveis, em forma de exposições. Acabavam apresentando uma linguagem expositiva que estava associada a práticas mais amplas, especialmente a dos museus, com sua representação visual e seus sistemas de objetos.

Para tornar mais claro o entendimento da ciência, e dos novos inventos tecnológicos que estavam sendo apresentados e aplicados nas fábricas, surgem nos museus aparatos interativos com a proposta de serem uma nova maneira de comunicação com os visitantes, procurando assim manter o interesse do público pela ciência (MARANDINO e IANELLI, 2007, pg. 3). Por outro lado, Rocha (2007) afirma que dentre os museus que apresentavam em suas exposições a tecnologia industrial seguindo os passos das grandes exposições universais, teriam uma finalidade de ensino de atividades industriais, muitas vezes, funcionando como extensão da indústria. De acordo com Chelini e Lopes (2008) as exposições com características de demonstração, eram usadas na formação técnica daqueles trabalhadores que iriam operar as máquinas.

Seguindo essa linha de pensamento, Santos (2003) destaca os museus de segunda geração como centros de treinamentos, que enfatizavam em suas exposições o mundo do trabalho e o avanço científico, valorizando a tecnologia industrial enquanto instrumento de utilidade pública e de ensino. Ainda para o autor, a evolução dos museus de segunda geração conhecidos como “museus de ciência e tecnologia”, se deu devido ao processo de “alienação do trabalhador”, que na visão dele, recorriam aos museus em busca de conhecimento técnico.

Nesse sentido Valente (2002) destaca que, além de atividades museais voltada para o ensino industrial dentro dos museus, os mesmos também ofereciam treinamento técnico a partir de conferências públicas que, na visão de McManus (1992), e um indício desta tendência em que, mais do que a cultura geral, o museu está preocupado com o mundo do trabalho, refletindo o pensamento de culto a tecnologia.

A.5 Museus de terceira geração: Fenômenos e conceitos científicos

Os museus de segunda geração em meados de 1960 começaram a sofrer um processo de modificação de sua prática museal. Essas práticas segundo Rocha (2007), transformaram-se em torno do modelo de união e dinamismo da comunicação de massa, da comunicação educativa e a difusão cultural. Essas modificações fizeram surgir os museus de terceira geração, que segundo McManus (1992), tem como ênfase ciência e tecnologia contemporânea.

A terceira geração de museus para McManus (1992) está preocupada com a transmissão de ideias e conceitos científicos, em vez de contemplar objetos científicos ou a história da evolução científica. Nesse sentido, esses museus substituíram as coleções de objetos por exposições e experimentos destinados a um maior envolvimento e aprendizagem dos visitantes, além da preocupação em fornecer informações atualizadas em ciências e tecnologia de uma forma educativa e agradável (GASPAR, 1993, pg. 13). Vale destacar que, neste contexto, há ainda uma grande preocupação com as questões educacionais para a melhoria do ensino de ciências e, o uso da mediação humana nos museus desta geração será outra característica marcante deste movimento.

De acordo com McManus (1992), Gaspar (1993), Cazelli (2002) e Rocha (2007), um dos primeiros museus de ciências a trazer em suas exposições uma série de aparatos manipuláveis pelo público foi o *Deutches Museum*, localizado na Alemanha e aberto desde 1903. Para McManus (1992), um outro precursor dos museus de ciência da terceira geração foi o *Palais De la Découverte* que abriu em Paris em 1937. Rocha (2007) ainda cita outros museus que surgiram seguindo a linha de interativos como o *Science Museum of London* na Inglaterra e o *Museum of Science and Industry* nos Estados Unidos.

Ao final da década dos anos 1960, novas concepções de museus de ciência começaram a surgir. Esses novos espaços passaram a ser denominados como “Centros de Ciência” (CC). Na visão de McManus (1992), esses CC podem apresentar uma dispersão descontextualizada de exposições interativas, que são pensadas como estações exploradoras de ideias, muito comuns nas ciências físicas.

Ainda sobre as exposições dos CC McManus (1992) afirma que muitas vezes, diversos desses espaços exibem exposições semelhantes, uma vez que para o autor, são todos limitados pela necessidade de usar equipamentos robustos e resistentes ao desgaste. Alguns desses centros vendem "clones" de exibição para outros centros científicos e organizam "shows científicos" itinerantes.

Seguindo o espírito da interatividade em suas exposições, Gaspar (1993) e McManus (1992) destacam alguns Centros de Ciências criados nas décadas de 60 a 70, sendo os principais da América o *Exploratorium* de San Francisco (EUA) e *Ontario Science Centre* no Canadá, ambos inaugurados em 1969.

Para Gaspar (1993) o *Exploratorium* de San Francisco é um museu multidisciplinar que integra ciências, tecnologia e artes em uma relação com o público predominantemente colocada em experimentos participativos. De acordo com o autor, o criador do *Exploratorium*, Frank Oppenheimer também acreditava que essas interações deveriam se basear na percepção sensorial humana.

Frank Oppenheimer queria algo mais que o modelo interativo do "apertar botões" que predominava na época. Para ele, uma fundamentação racional viável para um museu de ciências deve se basear na percepção sensorial humana. Segundo ele, é necessária a interação física do usuário com o objeto exposto tendo como veículo a percepção. Nesse sentido, percebe-se que o museu deve ter, por exemplo, "cinco seções principais baseadas respectivamente na audição, na visão, no paladar e no olfato, nas sensações tácteis, incluindo a percepção de quente e frio, e nos controles sensitivos que são à base do equilíbrio, da locomoção e da manipulação" (GASPAR, 1993, pg.14).

Assim percebe-se que o *Exploratorium*, tem sua ênfase na síntese do conhecimento e na interação dos sentidos - ver, tocar, compreender - procurando levar os visitantes a pensar e agir por si próprios e fazer conexões com sua vida cotidiana. Gaspar (1993) ao retratar o CC de Ontário, mostra que o mesmo foi construído com uma edificação inovadora, e que, representa o modelo que predomina entre os atuais centros de ciências. Para ele:

Além da preocupação com a divulgação e popularização da ciência, tem como objetivo de apoiar a educação formal possibilitando inclusive a frequência regular de alunos, em convênio com as escolas, às suas instalações. Combina entretenimento e sistemas não-formais de instrução com uma grande variedade de atividades e demonstrações de todos os tipos, procurando familiarizar as pessoas com os conceitos físicos (GASPAR, 1993, pg.15).

Percebe-se então que os museus de terceira geração tidos como espaços de ensino não formal, podem ser complementos ao ensino formal, já descrito anteriormente. Além dessa característica educativa, os MCIs também são importantes divulgadores da ciência. Nesse sentido, Rocha (2007) nos mostra que essa divulgação se dá por meio dos acervos que possuem elementos expositivos e interativos dos mais variados temas da ciência, dentre elas o da Física. Pode-se aqui então concluir, que é justamente a busca pela interatividade que caracteriza a terceira geração de museus de ciência.

APÊNDICE B

B.1 Slides utilizados no primeiro encontro com os mediadores

Formação de mediadores

Igor Bonczak Nunes Bravo
Márcia Regina Santana Pereira

O que é divulgação científica?

➢ Para Messarani (1998) "divulgação científica" é o envio de mensagens elaboradas mediante a **transcodificação de linguagens** transformando-as em **linguagens acessíveis** para a totalidade do universo receptor.

Educação não formal

➢ De acordo com Gohn (1999), a educação não formal envolve práticas educativas fora do ambiente escolar ocorrendo em situações pouco formais, sem a obrigatoriedade legislativa, nas quais o indivíduo experimenta a liberdade de escolher métodos e conteúdos.

➢ Ocorre em espaços institucionalizados, como Museus, Centros de Ciências, e.t.c.

➢ Ocorre em espaços não institucionalizados, como praças, matas, lagos, campo de futebol, e.t.c.

Educação não formal – espaços institucionalizados

Distribuição do CMCs na região Sudeste de acordo com o OCACB.

Estado	Quantidade de CMCs
São Paulo	79
Rio de Janeiro	46
Minas Gerais	24
Espírito Santo	7

Educação não formal – espaços institucionalizados

Distribuição regional dos CMCs do Brasil segundo o OCACB.

Região	Quantidade de CMCs
Centro-Oeste	15
Nordeste	43
Norte	11
Sudeste	155
Sul	44

Projetos itinerantes de divulgação científica

Projeto - Que onda é essa?

Objetivos

- Fazer divulgação científica em espaços não formais na cidade de São Mateus;
- Trabalhar com ensino não formal;
- Apresentar uma exposição científica sobre "ONDAS";
- Elaborar a exposição de forma a ser itinerante e interativa.

A exposição

- Composta de 8 módulos experimentais interativos + Banners;
- Exposta no Coreto da praça da Rodoviária entre os dias 10, 11 e 12 de maio de 2018;
- Irá receber público diversificado.

B.2 Slides utilizados no segundo encontro com os mediadores

Formação de mediadores II

Igor Dinizeto Nunes Brava
Márcia Regina Santana Pereira

1. Introdução

Quando falamos em ondas, a primeira coisa que vem em nossa mente são as ondas do mar, porém estamos cercados de ondas em nossa vida. A luz, o som, as ondas de rádio e TV, as micro-ondas, os raios X, todos são exemplos de ondas.



2. Onda

Onda é uma perturbação que se propaga em um meio, transportando em seu deslocamento apenas energia e quantidade de movimento, sem transportar matéria.

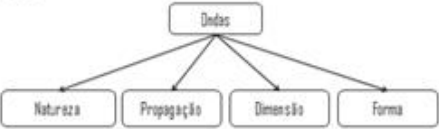


3. Classificação de uma onda

Classificamos as ondas quanto à sua natureza, forma de propagação, dimensão da propagação e forma da onda.

```

graph TD
    Ondas --> Natureza
    Ondas --> Propagação
    Ondas --> Dimensão
    Ondas --> Forma
  
```




3.1 Quanto à natureza das ondas

Como a onda transporta energia, sua natureza pode ser classificada pelo tipo de energia que ela transmite.

```

graph TD
    Natureza --> Eletromagnéticas
    Natureza --> Mecânicas
  
```



3.1.1 Ondas Mecânicas

As ondas mecânicas necessitam de um meio elástico para se propagarem. Na propagação, elas transportam energia mecânica. Temos ondas sonoras (som), ondas em cordas vibrantes, ondas em molas e ondas na superfície de um líquido.



3.1.2 Ondas eletromagnéticas

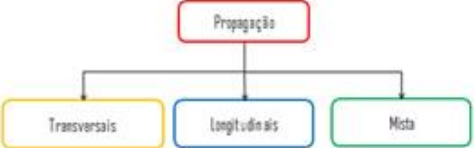
Ondas eletromagnéticas são ondas que transportam energia, mas que não necessitam de um meio para se propagar. Elas se propagam em meios materiais e também no vácuo. Exemplos a luz visível, as micro-ondas, a radiação ultravioleta, as ondas de rádio e TV, os raios X, os raios gama e os raios cósmicos.



4. Quanto às formas de propagação das ondas

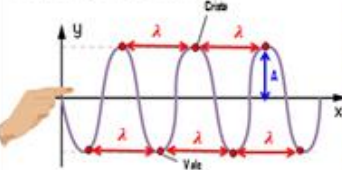
```

graph TD
    Propagação --> Transversais
    Propagação --> Longitudinais
    Propagação --> Mista
  
```



5. Características de uma onda


As principais características de uma onda são: comprimento, amplitude, frequência, período e velocidade.



Comprimento de onda (λ) é a distância entre duas cristas consecutivas ou dois vales consecutivos.

Em relação ao eixo horizontal x , o comprimento medido das cristas e dos vales é denominado amplitude (A) da onda.

5. Características de uma onda



$$f = \frac{1}{T} \text{ e } T = \frac{1}{f}$$

O número de oscilações executadas por qualquer ponto da corda por unidade de tempo é denominada frequência (f).

O inverso da frequência, ou seja, o intervalo de tempo para uma oscilação completa de qualquer ponto da corda é denominado período (T).

E.G.S: frequência de uma onda é igual à frequência da fonte que a produziu e não varia durante a propagação.

5. Equação fundamental da ondulatória

A velocidade de propagação de uma onda pode ser relacionada ao comprimento da onda e à frequência.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Se considerarmos o deslocamento, Δs , igual a um comprimento de onda, λ , o intervalo de tempo será igual ao período da onda. Assim, temos:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

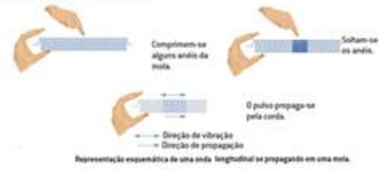
Como a frequência é o inverso do período, escrevemos:

$$v = \lambda \cdot f$$



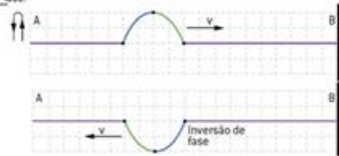
6. Ondas longitudinal

Uma onda é classificada como **longitudinal** quando a direção de propagação coincide com a direção de vibração.



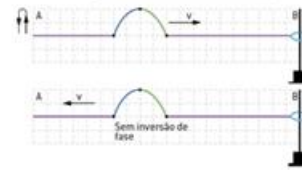
7. Reflexão de onda em uma corda

> **Extremidade fixa: reflexão com inversão de fase** - Se a extremidade da corda estiver fixa a uma parede, por exemplo, a onda emitida sofrerá reflexão com inversão de fase.



7. Reflexão de onda em uma corda

> **Extremidade livre: reflexão sem inversão de fase** - Se a extremidade da corda estiver livre, a onda sofrerá reflexão sem inversão de fase, conforme mostra a figura.



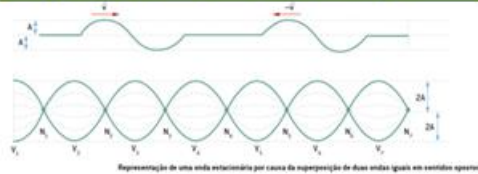
8. Ressonância

A **Ressonância** acontece quando a frequência de uma fonte de oscilação coincide com a frequência de oscilação natural de um corpo.



8. Ondas estacionárias

São ondas que possuem um padrão de vibração estacionário. Formam-se a partir de uma **superposição de duas ondas idênticas mas em sentidos opostos**.



APÉNDICE C



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)/ Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES)/ Programa de Pós Graduação em Ensino da Educação Básica (PPGEB)

À

Secretaria Municipal de Cultura de São Mateus – ES

At.:

Ref.: Solicitação de espaço para realização de uma exposição científica.

Cumprimentando cordialmente, vimos solicitar de V. Sr. Claudio Lins se poderiam conceder autorização para utilizamos a área do **Coreto** localizado na **Praça Mesquita Neto** entre os dias **10, 11 e 12 de Maio de 2018, das 9h às 20h** para a realização da Exposição Científica **"QUE ONDA É ESSA?"** realizado pelo PPGEB a fim de fazer divulgação científica com essa exposição.

Certos de que podemos contar com vossa colaboração neste sentido, antecipadamente agradecemos atenciosamente.

Igor Donizete Nunes Bravo
Mestrando em Ensino na Educação Básica
Centro Universitário Norte do Espírito Santo