

Aline Batista

**UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA ESPAÇOS NÃO FORMAIS
DE EDUCAÇÃO: AS MICRO-SITUAÇÕES DIDÁTICAS.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Batista, Aline
Uma Proposta de Ensino para Espaços Não Formais de
Educação: as Micro-Situações Didáticas. / Aline Batista ;
orientador, José de Pinho Alves Filho - Florianópolis, SC,
2014.
210 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas.
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Ensino Não
Formal. 3. Centros de Ciências. 4. Micro-situações
didáticas. I. Alves Filho, José de Pinho. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Educação Científica e Tecnológica. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**“Uma proposta de ensino para espaços não formais de
educação: as micro-situações didáticas”**

Dissertação submetida ao
Colegiado do Curso de Mestrado
em Educação Científica e
Tecnológica em cumprimento
parcial para a obtenção do título
de Mestre em Educação Científica
e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 18 de agosto de 2014

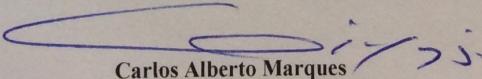
José de Pinho Alves Filho (Orientador - CFM/UFSC)

Valéria da Silva Vieira (Examinadora - IFRJ)

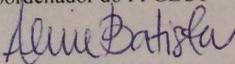
José Francisco Custódio Filho (Examinador - CFM/UFSC)

Nelson Cansian da Silva (Examinador - CFM/UFSC)

Paulo José Sena dos Santos (Suplente - UFSC)


Carlos Alberto Marques

Coordenador do PPGECT


Aline Batista

Florianópolis, Santa Catarina, 2014.

Este trabalho é dedicado aos meus pais
Assis e Graça, e aos meus irmãos
Bruno e Júnior.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Graça e Assis, que estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis. Foram sábios em nos levar, eu e meus irmãos, a entender desde muito cedo que o melhor caminho é sempre aquele que envolve estudo e trabalho. E por isso, também desde muito cedo, puderam nos confiar a liberdade de escolher nossos caminhos.

Às maiores alegrias da minha vida: Gugu, Dudu, Bibi, Marcelinho e João Pedro. A curiosidade de uma criança é com certeza a maior esperança para um mundo melhor.

Ao meu querido amor, João Paulo Mannrich. Obrigada por ser esse homem bom que você é, por me tranquilizar e por compartilhar comigo sua vida.

Às minhas amigas do coração, Gabriella Lazai e Fransueli Bahr. Nossa família foi fundamental para que eu desenvolvesse esta dissertação. Fran, obrigada pela confiança. Gabi, obrigada por me ajudar nos momentos finais.

Aos meus amigos Caçula, Luiz e Doug. Encontrei em vocês a amizade pra vida inteira.

Aos coordenadores do Parque Viva a Ciência, Professores Nelson Canzian da Silva e Débora Peres Menezes, que me apresentaram esse incrível mundo novo.

A todos os mediadores que trabalharam e acreditaram no nosso estimado Parque Viva a Ciência. As inquietações que juntos tivemos foram as sementes que deram vida a este trabalho.

Aos membros da banca, Profa. Valéria Vieira, Prof. José Francisco Custódio Filho e Prof. Nelson Canzian da Silva, não apenas por compartilharem comigo este momento, mas, principalmente, por toda contribuição de seus trabalhos para o Ensino de Ciências do nosso país.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica pela oportunidade, e a todos seus servidores pela dedicação.

À Rafaela Samagaia, um pássaro livre de coração enorme que pousou na minha vida.

Além do coordenador do Parque e examinador da dissertação, ao professor e amigo Nelson Canzian. Sou muito grata por todas as vezes que acreditou em mim.

Ao querido orientador e professor tio Pinho, pela orientação fundamentada na crítica, pela confiança, sensibilidade e respeito.

RESUMO

Identificou-se que as atividades dos espaços de Educação Não Formal possuem potencialidades para favorecer os diversos momentos das aulas de Ciências realizadas no contexto Formal de Ensino. Foi realizado um levantamento teórico sobre as características e especificidades do universo da Educação Não Formal. Fez-se necessário refletir sobre o agente mediador nesses espaços. Para isso, foram feitas entrevistas com 22 mediadores. Reconheceu-se na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau fatores relevantes para o desenvolvimento de uma proposta que favoreça o diálogo didático. Foram definidas as micro-situações didáticas para a Educação Não Formal, a partir da Teoria das Situações Didáticas considerando as particularidades dessa modalidade de Educação. Após a discussão teórica planejou-se duas sequências didáticas de modo a contemplar dois momentos das aulas de Física: para os estudantes que ainda não haviam contato com o conteúdo; para estudantes que já haviam estudado o conteúdo em sala de aula. Cada sequência didática foi aplicada a um total de 3 turmas do segundo ano do Ensino Médio, no Parque Viva a Ciência (PVC - Universidade Federal de Santa Catarina). Os equipamentos e aparatos selecionados para realizar as atividades visavam a discussão sobre o conteúdo de ondas e oscilações. Os atendimentos foram gravados em áudio e optou-se pela Metodologia da Engenharia Didática para a análise dos diálogos didáticos de duas turmas, uma referente a cada momento de estudo em sala de aula. Confirmou-se a viabilidade de promover um diálogo didático entre mediador e estudante através da implementação das micro-situações didáticas em espaços de Educação Não Formal.

Palavras-chave: Educação Não Formal; Teoria das Situações Didáticas; Micro-situações didáticas.

ABSTRACT

It was found that the activities of Non-Formal Education spaces have the potential to promote the various moments of Science classes conducted in the context of Formal Education. A theoretical survey of the characteristics and specificities of the universe of Non-Formal Education was held. It was necessary to reflect on the mediating agent in these spaces. To this end, interviews with 22 mediators have been made. Recognized on the Theory of Didactic Situations of Brousseau relevant to the development of a proposal that promote didactic dialogue factors. The micro-teaching situations for Non Formal Education, from the Theory of Didactic Situations considering the particularities of this type of education were defined. After the theoretical discussion was planned two teaching sequences in order to include two moments of Physics classes: for students who have not had contact with the contents; for students who had already studied the content in the classroom. Each instructional sequence was applied to a total of 3 classes of the second year of high school, at Viva Science Park (PVC - Federal University of Santa Catarina). The selected equipment and apparatus to carry out activities aimed at discussion of the content of waves and oscillations. The sessions were recorded in audio and we opted for the Engineering Teaching Methodology for the analysis of learning dialogues from two classes, one for each study time in the classroom. Confirmed the feasibility of promoting a didactic dialogue between facilitator and student through the implementation of micro-teaching situations in spaces of Non-Formal Education.

Keywords: Non-Formal Education; Theory of Didactic Situations; Micro-teaching situations

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Planetário, Observatório Astronômico e Parque Viva a Ciência (UFSC).	36
Figura 1.2 – Disposição dos equipamentos do PVC.....	39
Figura 1.3 – Banner explicativo (dos tubos sonoros).....	41
Figura 1.4 – Bicicleta Suspensa e banner explicativo.....	42
Figura 1.5 – Parabólica e banner explicativo.....	43
Figura 1.6 – Gira-gira e banner explicativo.....	44
Figura 1.7 – Hipérbole e banner explicativo.....	45
Figura 1.8 – Cadeiras autoelevatórias e banner explicativo.....	46
Figura 1.9 – Gangorras e banner explicativo.....	47
Figura 1.10 – Bicicletas transformadoras de energia e banner explicativo.....	48
Figura 1.11 – Mangueiras e banner explicativo.....	49
Figura 1.12 – Tubos Sonoros e banner explicativo.....	50
Figura 1.13 – Balanços e banner explicativo.....	51
Figura 3.14 - Modelo representativo da Situação Pedagógica no Museu.....	93
Figura 3.15 - Modelo pedagógico museal	96
Figura 4.16 – Esquema representativo das fases da Engenharia Didática.....	102
Figura 5.17 – Sistema auditivo.....	114
Figura 5.18 – Cóclea.....	114
Figura 5.19 – Células ciliadas.....	114
Figura 5.20 – Esquema espectro eletromagnético.....	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Quadro comparativo entre Educação Formal, Não Formal e Informal.....	28
Quadro 1.2 – Comparativo Museus de Ciências e Centros de Ciências.....	32
Quadro 2.3 - Modelos de formação para os mediadores entrevistados após primeiro grupo.....	67
Quadro 2.4 - Categorias de saberes de mediação.....	70
Quadro 5.5 – Micro-situações didáticas para Atividade 1 (pré-conteúdo escolar).....	113
Quadro 5.6 – Micro-situações didáticas para Atividade 2 (pré-conteúdo escolar).....	116
Quadro 5.7 – Micro-situações didáticas para Atividade 3 (pré-conteúdo escolar).....	118
Quadro 5.8 – Micro-situações didáticas para Atividade 4 (pré-conteúdo escolar).....	120
Quadro 5.9 – Micro-situações didáticas para Atividade 1 (pós-conteúdo escolar).....	122
Quadro 5.10 – Micro-situações didáticas para Atividade 2 (pós-conteúdo escolar).....	124
Quadro 5.11 – Micro-situações didáticas para Atividade 3 (pós-conteúdo escolar).....	127
Quadro 5.12 – Condições das turmas.....	129

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
1 CAPÍTULO I – MODALIDADES DE EDUCAÇÃO	25
1.1 EDUCAÇÃO FORMAL, NÃO FORMAL E INFORMAL	25
1.2 MUSEUS BRASILEIROS - UM RÁPIDO RESGATE HISTÓRICO E SEUS DESDOBRAMENTOS EM CENTROS DE CIÊNCIAS	29
1.3 POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL PARA A FORMAL.....	33
1.4 PARQUE VIVA A CIÊNCIA	36
1.4.1 Os equipamentos do Parque Viva a Ciência	38
2 CAPÍTULO II – AS MEDIAÇÕES EM ESPAÇOS DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL	53
2.1 CAPACITAÇÃO DE MEDIADORES DO PVC	55
2.1.1 O primeiro grupo de mediadores do PVC	57
2.1.2 O segundo grupo de mediadores do PVC	62
2.2 OS SABERES DOS MEDIADORES DO PVC	68
2.2.1 Saberes compartilhados com a escola	72
2.2.2 Saberes compartilhados com a escola, mas que dizem respeito à educação em ciências	75
2.2.3 Saberes mais propriamente dos museus	76
3 CAPÍTULO III – ASPECTOS TEÓRICOS	83
3.1 TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS	83
3.1.1 Situações não didáticas	85
3.1.2 Situações adidáticas	85
3.1.3 Situações didáticas	86
3.2 TIPOLOGIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS	87
3.3 SITUAÇÕES DIDÁTICAS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: MICRO-SITUAÇÕES DIDÁTICAS	91
4 CAPÍTULO IV – PERCURSO METODOLÓGICO	101
4.1 ENGENHARIA DIDÁTICA	101
4.2 ENTENDENDO AS FASES DA ENGENHARIA DIDÁTICA	103
4.3 FASES DA PESQUISA	105
4.3.1 Análises prévias	106
5 CAPÍTULO V – A CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	109
5.1 CONCEPÇÃO E ANÁLISES A PRIORI	109
5.1.1 Visitas pré-conteúdo escolar: sequência didática para turmas que não possuem os conteúdos formalizados em sala de aula	112
5.1.2 Visitas pós-conteúdo escolar: sequência didática para turmas que já possuem os conteúdos formalizados em sala de aula	120
5.2 EXPERIMENTAÇÃO	128

6 CAPÍTULO VI – OLHANDO OS ATENDIMENTOS DO PARQUE	131
6.1 VISITAS PRÉ-CONTEÚDO ESCOLAR	131
6.1.1 Atividade 1 – Balanços	131
6.1.2 Atividade 2 – Tubos Sonoros	138
6.1.3 Atividade 3 – Parabólicas	144
6.2 VISITAS PÓS-CONTEÚDO ESCOLAR	149
6.2.1 Atividade 1 – Balanços	150
6.2.2 Atividade 2 – Tubos Sonoros	156
6.2.3 Atividade 3 – Espectro Eletromagnético	160
7 CAPÍTULO VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS	169
REFERÊNCIAS	175
APÊNDICE A – Visita Turma A	181
APÊNDICE B – Visita Turma B	188
ANEXO A – Banners dos equipamentos do PVC	201

INTRODUÇÃO

Ao considerar a Educação Científica, em seu sentido mais amplo, ainda que existam diferentes concepções, não podemos esquecer que a Educação ocorre em diversos momentos e ambientes. Seja na escola, instituição que tem como objetivo propagar conhecimentos de forma regular e formal, ou em outros contextos nos quais a Educação pode não ser o principal objetivo.

Na década de 1960, surgiram os termos Formal, Não Formal e Informal para diferenciar as perspectivas de Educação que ocorrem em diferentes locais e momentos (FÁVERO, 2007). As atividades que ocorrem no ambiente escolar são classificadas como Formais. Segundo Marandino (2001), o termo Não Formal vem sendo utilizado desde então para identificar atividades e experiências, que eram vistas como extraescolares e ocorrem e transcendem o ambiente da escola. Já o termo Informal, por sua vez, refere-se ao aprendizado que os indivíduos constroem em suas vidas durante seu processo de socialização, sem intenção prévia, por exemplo, em suas relações com a família e os amigos.

É consenso entre os pesquisadores da área da Educação Não Formal que esses espaços são importantes para o Ensino de Ciências. Alguns afirmam que a Educação Não Formal possui potencialidades para auxiliar a Educação Formal, seja complementando o trabalho feito em sala de aula, seja como locais de formação continuada (MARANDINO, 2001; CAZELLI et al., 1998). De fato, a maioria dos visitantes dos espaços de Educação Não Formal são grupos de estudantes de diferentes níveis escolares. Considerando as questões envolvidas nessa relação, temos indicativos de que a integração entre os espaços – Formal e Não Formal – amplia as possibilidades para a Educação. Porém, podemos refletir e questionar as maneiras como ocorrem os diálogos entre eles.

Algumas pesquisas apontam sobre a importância em estabelecer relações entre as escolas e os espaços de Educação Não Formal (MARANDINO, 2001; CHAGAS, 1993, GOHN, 2006). Essa preocupação torna-se mais pertinente com as indicações de que o principal motivo de professores, em particular do Ensino Médio das áreas de Ciências, principalmente Física, Química e Biologia, ao promover visitas a espaços de Educação Não Formal, é complementar e relacionar com a Educação Formal. Tais pesquisas indicam que essa prática vem se tornando cada vez mais presente no planejamento escolar. Além de gerar maior motivação em seus alunos, muitas vezes

esses professores procuram na visita a correspondência direta entre o que é abordado no espaço de Educação Não Formal e as atividades que suas turmas estão realizando em sala de aula.

Para que esses espaços estejam capacitados para atender a turmas escolares, Chagas (1993) indica alguns requisitos a serem alcançados pelas instituições de Educação Não Formal. Entre eles: (a) ter conhecimento sobre as disciplinas escolares em diferentes níveis; (b) considerar as limitações escolares ao desenvolver suas atividades; e (c) acordar com a escola sobre a forma que as atividades acontecerão.

Em uma ponta da relação entre escola e Educação Não Formal, estão os professores. Almeja-se que eles tenham competências particulares para se valerem dos recursos oferecidos pelo Ensino Não Formal. Contudo, podemos questionar se possuem consciência da sua importância no planejamento das visitas. Para Chagas (1993), é importante que o professor também tenha preparação específica a fim de melhor orientar seus alunos para explorar os espaços fora da escola. Seguindo em sua análise, sugere como meio para promover essa formação cursos de formação continuada. Inclusive, muitas instituições, como o Museu Nacional (Universidade Federal do Rio de Janeiro), oferecem cursos de treinamento para professores com o objetivo de “[...] fornecer subsídios e conscientizar o professor da importância de uma visita bem orientada ao Museu, explorando as múltiplas possibilidades do acervo presente nas exposições de longa duração”. (MUSEU, 2014)

Noutra extremidade está um ator presente na maioria dos espaços que promovem a Educação Não Formal – o mediador. Ele possui acesso privilegiado ao público, pois recebe e conduz os visitantes, de acordo com a proposta educativa do local, além de transitar livremente pelas instalações e conhecer em detalhes o acervo. Muitas instituições possuem mediadores oriundos de diversas áreas de formação e que aprendem suas funções no próprio exercício do dia a dia, pois muitas vezes não recebem formação antecipada. Portanto, há muitas dúvidas atreladas ao papel desempenhado pelo mediador nesses espaços.

Para Mora (2007), os mediadores são tradutores verbais, que ajudam o público a compreender a exposição, os equipamentos e os fenômenos científicos, já que a linguagem da Ciência pode ser pouco familiar ao público. Segundo Queiroz et al. (2002), a mediação humana em espaços de Educação Não Formal envolvem três saberes: (a) os compartilhados com o escolar, que se referem aos conteúdos disciplinares; (b) os compartilhados com a escola referentes ao ensino de ciências, sobre sua história, concepções alternativas e a própria visão de ciência; e (c) os ligados à instituição de Educação Não Formal, como

sua história e relação com os professores e com a exposição. Por outro lado, é difícil imaginar como esse profissional poderá se valer de todos esses saberes, se levarmos em conta que muitos não possuem formação específica para desenvolver tais atividades, sendo que a maioria está em processo de graduação.

Ao considerar a concepção de Mora (2007), em que os mediadores são a voz das instituições, surgem questionamentos sobre a forma como os conhecimentos científicos são abordados nos espaços Não Formais de Educação. Nesse sentido, existe a preocupação dos estudiosos da área com relação à necessidade de se pensar em estratégias pedagógicas que auxiliem a compreensão desses conhecimentos (MARANDINO, 2004).

Como mediadora em um espaço de Educação Não Formal, no qual trabalhei por cerca de 3 anos, essa preocupação com a maneira de mediar, em especial para estudantes que visitam o local com suas turmas e seus professores de Física, foi responsável por provocar as minhas primeiras inquietações sobre o Ensino de Ciências. Estas foram relevantes para nos levar a refletir sobre as dinâmicas desenvolvidas nesses espaços, a procurar estratégias que propiciem o processo ensino-aprendizagem mais eficiente, principalmente considerando que a maioria dos visitantes são turmas escolares acompanhadas pelo professor de Física ou de Ciências.

Pesquisas apontam que a principal intenção dos professores, ao procurarem as atividades da Educação Não Formal, é fazer correspondência com os assuntos tratados em sala de aula (CAZELLI et al., 1998). Nesse ponto, precisamos nos atentar para o fato de que as atividades na Educação Não Formal não possuem restrições ou controle sobre o momento em que será feita tal correspondência, em relação às aulas formais de ciências: a visita pode acontecer antes ou depois de o assunto ser tratado em sala de aula. É interessante notar que a escolha feita pelo professor sobre o momento em que serão discutidos os assuntos escolares fora do ambiente escolar pode significar objetivos diferentes para a visita. Nesse sentido, se faz necessário refletir sobre as características das abordagens feitas nos espaços de Educação Não Formal. Considerando que serão diferentes, de acordo com cada momentos das aulas de Ciências na escola.

Nesse ponto é imprescindível considerar Lopes (1997) quando este sinaliza os perigos da escolarização dos espaços de Educação Não Formal ao perceber uma naturalização da relação dos museus com as escolas dentro das instituições não formais. Portanto, compreender a Educação Não Formal através de uma perspectiva mais ampla é

necessário para que sua parceria com a escola seja feita de forma construtiva para ambas, respeitando assim suas especificidades e limitações. Sob tal ótica, este trabalho propõe estudar maneiras de atendimento ao público escolar em um espaço de Educação Não Formal, do ponto de vista do mediador, sobre estratégias de mediação.

Frente ao exposto, este trabalho procura responder: como podem ser estruturadas atividades didáticas em espaços de Educação Não Formal com o intuito de contribuir com os diferentes momentos do ensino em sala de aula?

Por consequência, nosso objetivo geral é sinalizar características próprias para atividades da Educação Não Formal que favoreçam os diferentes momentos do ensino em sala de aula e também a prática de mediadores.

Com base nessas ideias, aliadas às especificidades da Educação Não Formal, foram planejadas propostas e aplicadas uma sequência didática em um parque de Ciências, procurando corresponder aos diferentes momentos do Ensino de Ciências. Para isso, buscamos:

- Identificar as especificidades do diálogo didático em um espaço de Educação Não Formal;
- Planejar e elaborar sequências didáticas adequadas ao sistema de ensino não formal para os diferentes momentos do ensino de ciências formal; e
- Aplicar as sequências didáticas e analisar sua viabilidade quanto ao tempo de execução e ao discurso didático.

A pesquisa foi realizada no Parque Viva a Ciência (PVC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que infelizmente encerrou suas atividades no início de 2014. Trabalhei no PVC por três anos (2009-2012), sendo o primeiro deles como mediadora, no último ano de graduação. Durante os dois anos seguintes, através de uma bolsa cedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, da modalidade Desenvolvimento Tecnológico e Industrial – Nível C, atuei como coordenadora da equipe de mediadores. Nessa função, possuía atribuições de orientar o trabalho dos mediadores, organizar quadro de horários, agenda de visitas, e outras tarefas relacionadas ao funcionamento do Parque. No entanto, desde o início desta pesquisa de mestrado, me afastei das atividades do PVC com o objetivo de melhor garantir o distanciamento necessário para o desenvolvimento da pesquisa.

O Parque era um espaço de Educação Não Formal que abordava conhecimentos da Física utilizando 10 equipamentos, nos quais era possível associar seus funcionamentos com uma série de fenômenos

físicos. O espaço tinha como público-alvo estudantes da educação básica de escolas da região de Florianópolis. O atendimento era realizado por uma equipe de mediadores, graduandos do curso de Física da UFSC, que conduziam a visita utilizando uma sequência para abordar inúmeros conhecimentos de física. A visita durava em média 1 hora, dividida entre os equipamentos, com os quais era possível formar grupos (ilhas) de equipamentos que possuem a mesma temática fenomenológica e conhecimentos em comum. Dado nosso recorte, iremos focar na ilha de equipamentos possíveis para abordar o tema Ondas.

A primeira etapa da pesquisa foi a realização de entrevistas com ex-mediadores do PVC. Inicialmente foram realizadas entrevistas com três integrantes do primeiro grupo de mediadores do PVC, com o intuito de compreender como foram construídos os discursos de mediações, quais as principais referências e meios de formação para realizar esse trabalho. Em seguida houveram dezenove entrevistas com ex-mediadores que ingressaram no PVC em diversos momentos, porém todos após a consolidação do primeiro grupo. Tais entrevistas tiveram como principal objetivo compreender como foi a adaptação e capacitação desses mediadores. Essa etapa da pesquisa foi importante para a construção das sequências didáticas, pois nos permitiu melhor compreender o contexto de trabalho dos mediadores.

Foram elaboradas situações didáticas, em sintonia com os aspectos teóricos do Construtivismo Educacional, que estão presentes em toda a pesquisa, mais precisamente inspiradas à luz da Teoria das Situações Didáticas de Brousseau, para o ensino de conhecimentos físicos destinado às turmas do Ensino Médio, associadas ao acervo de equipamentos da ilha escolhida, objetivando potencializar os processos de ensino que ocorrem em tais espaços. É crucial para a elaboração das estratégias didáticas, ter conhecimento sobre o planejamento curricular (programa de ensino) da turma visitante, pois as sequências didáticas apresentarão características diferenciadas conforme as relações que os estudantes tenham com o conhecimento abordado. Como argumentamos, as visitas podem ocorrer em momentos anteriores ou posteriores ao estudo do assunto em sala de aula, por isso consideramos dois casos: a visita ao Parque será o primeiro contato com o conteúdo, isto é, visitarão o parque antes de iniciar o conteúdo em sala; ou então a visita será realizada após finalizar o conteúdo em sala.

Entendemos e defendemos que os espaços de Educação Não Formal devem fazer parte da vida de todos os tipos de públicos, como crianças, famílias e todos os que possam se interessar pelas atividades realizadas nesses locais. Porém, para melhor compreensão deste trabalho

é importante ressaltar que toda pesquisa foi elaborada para um público que esteja cursando a disciplina de Física no Ensino Médio, pois como base para a construção das sequências didáticas levamos em conta a relação que os estudantes possuem com o conteúdo explorado na visita. Por conta deste aspecto, essa pesquisa tem o caráter exploratório, ou seja, seus resultados não são fortemente afirmativos e conclusivos.

Finalmente, pretende-se que os resultados da pesquisa deem aporte para grupos de atendimentos voltados à Educação Não Formal, possibilitando novas formas de interação com o público escolar, com maior consistência e consciência de suas ações e responsabilidades.

CAPÍTULO I

MODALIDADES DE EDUCAÇÃO

De acordo com nosso primeiro objetivo específico, pretendemos nesse capítulo levantar as especificidades dos diálogos didáticos realizados em espaços de Educação Não Formal. Para alcançar tal elucidação iniciaremos nosso caminho através de uma reflexão sobre suas principais características das modalidades de Educação.

Uma vez localizadas tais especificidades, vamos procurar compreender, mesmo que brevemente, como surgiram os principais espaços de Educação Não Formal em nosso país – os Museus e Centros de Ciências. A partir deles lançaremos nossa atenção para o seu papel educacional e para as possíveis contribuições que as ações realizadas nesses espaços podem contribuir para a Educação Formal, mais especificamente no que se refere às aulas de ciências.

Ao fim do capítulo explanaremos com detalhes a história, modo de funcionamento e equipamentos do Parque Viva a Ciência, local onde foi realizada a pesquisa de campo.

1.1 EDUCAÇÃO FORMAL, NÃO FORMAL E INFORMAL

A Educação adquirida no decorrer de nossas vidas se faz presente em distintos níveis e formas. Alguns autores propõem a existência de diferentes modalidades de Educação em três perspectivas – Educação Formal, Não Formal e Informal (GOHN, 1999; 2006; VALENTE, 1995). As definições dessas modalidades muitas vezes se restringem ao espaço onde acontecem, porém alguns autores (GOHN, 2006; TRILLA, 2008) destacam aspectos de outras dimensões para analisar as relações entre elas.

A Educação Formal acontece dentro da escola e necessita de um currículo estruturado cronológica e hierarquicamente para organizar os conteúdos. A Educação Não Formal dispensa essas características, no entanto possui o intuito de proporcionar a aprendizagem de certos conteúdos em espaços fora da escola. Por esse motivo, possui potencialidades em auxiliar a Educação Formal, uma vez que através de atividades previamente organizadas apresenta intenção de educar. Já a Educação Informal está ligada aos ensinamentos adquiridos no dia a dia das pessoas, sem um planejamento organizado ou intenção prévia.

Para compreender melhor as distinções entre as diferentes modalidades de Educação, Gohn (2006) estabelece uma série de questões sobre seus campos de atuação e seus atributos e, por meio de

uma análise comparativa entre elas, estuda o papel da Educação Não Formal no processo educativo mais amplo. A interessante análise feita pela autora permite delimitar a posição e as características de cada modalidade na esfera educacional mais ampla.

Inicialmente Gohn (2006, p. 29) faz o seguinte questionamento: “Quem é o educador em cada campo de educação que estamos tratando?” Na Educação Formal, o principal educador é inquestionavelmente o professor. Na Educação Não Formal quem cumpre esse papel é aquele com quem se interage: colegas, professores e os trabalhadores desses espaços, comumente chamados de mediadores ou monitores. Já na Educação Informal essa função é atribuída a todos em nossa volta: família, amigos, vizinhos, etc.

Mas “Onde se educa? Qual é o espaço físico territorial onde transcorrem os atos e os processos educativos?” (GOHN, 2006, p. 29). Para a Educação Formal esses espaços são instituições normatizadas legalmente, como escolas e universidades. Enquanto que para a Educação Não Formal são locais fora da escola onde há “processos interativos intencionais” de Educação. Por sua vez, os espaços de Educação Informal são os que comportam as interações com a família e os amigos, como a própria casa, o bairro, a rua, etc.

Em relação a “Como se educa? Em que situação, em qual contexto?”, Gohn (2006, p. 29) esclarece que a Educação Formal envolve regras e padrões previamente estabelecidos. A Educação Não Formal segue a premissa de grupos isolados em situações interativas criadas por esses grupos, além disso deve comportar “[...] uma intencionalidade na ação, no ato de participar, de aprender e de transmitir ou trocar saberes”(GOHN, 2006, p. 29). Já a Educação Informal é totalmente espontânea, não segue normas e depende das relações sociais de cada indivíduo.

Gohn (2006 p. 29) avança em seus questionamentos ao perguntar “Qual a finalidade ou objetivo de cada um dos campos de educação assinalados?”. A Educação Formal está entrelaçada ao ensino de conteúdos historicamente sistematizados e, além disso, esperam-se dos indivíduos certas habilidades e competências. Na Educação Não Formal os objetivos são construídos no decorrer do processo educativo e estão de acordo com as necessidades dos sujeitos envolvidos. “Sua finalidade é abrir janelas de conhecimento sobre o mundo que circunda os indivíduos e suas relações sociais” (GOHN, 2006, p. 29). Já a educação Informal tem como objetivo desenvolver modos de pensar no processo de socialização das pessoas.

Segundo a autora, ao questionar sobre as principais características de cada modalidade, a Educação Formal exige organização curricular, regulamentos, local específico e tempo planejado, já que se divide por idade ou níveis de conhecimento. No que tange à Educação Não Formal, esta não possui essa organização conforme idades ou conteúdos, porém auxilia a “[...] construção da identidade coletiva do grupo” (GOHN, 2006, p. 30), enquanto a Educação Informal não necessita de organização. Os conhecimentos são construídos sem sistematização ao longo da vida.

Na Educação Formal, espera-se como resultado que o sujeito aprenda de forma efetiva, já que disso depende o avanço para níveis mais elevados de estudo, a fim de futuras titulações. Para Gohn (2006, p. 30), na Educação Não Formal se espera uma série de resultados: consciência de como agir em grupos; reflexão sobre visão de mundo; formação para a vida e preparação para seus infortúnios; resgate da autovalorização, na busca pelo reconhecimento independente de suas diferenças; assumir o conhecimento de suas próprias ações com o intuito de melhor interpretar o mundo.

O Quadro 1.1 a seguir sintetiza as reflexões feitas por Gohn (2006), com o objetivo de comparar as três modalidades de Educação através das cinco questões realizadas pela autora.

Quadro 1.1 – Quadro comparativo entre Educação Formal, Não Formal e Informal.

	Formal	Não Formal	Informal
Quem educa?	Professores.	Colegas; Professores; Mediadores.	Família; Amigos.
Onde se educa?	Escolas; Universidades.	Museus; Centros de Ciências.	Casa; Trabalho; Clubes.
Como se educa?	Por meio de regras e padrões.	Por meio de situações intencionalmente educativas.	Espontaneamente
Quais as principais características?	Organização curricular; Dividido por idades ou nível de conhecimentos.	Auxilia na construção da identidade coletiva de um grupo.	Construção conhecimentos sistematização ao longo da vida.
Quais os objetivos?	Ensino de conteúdos; Desenvolvimento de habilidades e competências.	Corresponde aos objetivos dos indivíduos.	Desenvolver modos de pensar.

Fonte: Dados da pesquisa baseados em Gohn (2006).

Exemplos de espaços de Educação Não Formal são as instituições como Museus e Centros de Ciências. De modo geral, são considerados os espaços que desenvolvem atividades com objetivos direcionados à

Educação, em diversas áreas da Ciência. É cada vez maior o número de pesquisas que procuram entender esses espaços e, nesse sentido, crescem também os estudos sobre o processo de ensino-aprendizagem nesses locais (MARANDINO, 2000).

Mesmo que uma preocupação sobre o viés educacional em estratégias de atendimento ao público nem sempre tenha pertencido aos museus, entre os diversos espaços de Educação Não Formal, estes atualmente se destacam no que se refere às pesquisas e às investigações de caráter educacional. Isso porque passaram a exercer grande interesse para visitação na comunidade escolar nas últimas décadas. A fim de compreender a mudança de objetivo educacional nos museus, é necessário lançar um olhar em sua história para perceber como ao passar dos anos as reflexões pedagógicas vêm se firmando também nesses espaços. Esse olhar nos permitirá inclusive compreender os desdobramentos que fizeram surgir os Centros de Ciências no Brasil e suas diferenças em relação aos Museus de Ciências.

1.2 MUSEUS BRASILEIROS – UM RÁPIDO RESGATE HISTÓRICO E SEUS DESDOBRAMENTOS EM CENTROS DE CIÊNCIAS

Em 1818, com o objetivo de estudar e propagar conhecimentos das Ciências Naturais em benefício do comércio, da indústria e das artes, Dom João VI criou no Brasil o Museu Nacional, inicialmente chamado de Museu Real. Podemos considerar este o primeiro museu de ciências do nosso país, já que os de história natural sempre foram considerados museus de ciências (GASPAR, 1993). Inicialmente, o Museu Nacional abrigava coleções antropológicas, mineralógicas, zoológicas e biológicas e estava distante dos padrões dos grandes museus da Europa. Entretanto, em 1821 passou a ser aberto à população, somente nas quintas-feiras das dez da manhã à uma da tarde. Na tentativa de se tornar compatível com os grandes museus da Europa, foi criada em 1876 uma revista, de publicações trimestrais, denominada *Archivos do Museu Nacional*, em que pesquisadores do museu publicavam seus trabalhos. No mesmo ano também passaram a ser oferecidos cursos e conferências sobre ciências e a visitação teve seu período ampliado para três dias por semana, o que favoreceu e permitiu um maior número de visitantes.

Em 1890, com o intuito de fazer um monumento comemorativo à Independência do Brasil, foi construído em São Paulo um edifício que ficou desocupado até que se resolveu fazer desse espaço um museu. Em 1894 foi inaugurado o Museu Paulista que, inicialmente, tinha em sua

coleção peças como quadros e objetos indígenas. No mesmo ano foi contratado o zoólogo alemão Hermann Von Ihering para se dedicar à História Natural, proporcionando ao museu um viés ligado às Ciências Naturais. A partir de então o museu teve como objetivo estudar a História Natural da América do Sul, principalmente a do Brasil (GASPAR, 1993).

Da década de 1920 em diante, os museus brasileiros enfrentaram sérias dificuldades. Nessa década passaram a ser pouco valorizados, resultando na diminuição dos recursos destinados a eles e, conseqüentemente, entraram em declínio.

O Instituto Butantan, fundado em 1901, teve como precursor o médico Vital Brazil e desde sua criação se dedica ao desenvolvimento de vacinas e ao estudo de animais peçonhentos. Mesmo após a má fase dos museus de ciências no Brasil, surgiu em 1957 o Museu do Instituto Butantan com o objetivo de expor cobras, aranhas e escorpiões, além de abordar assuntos relacionados à saúde pública.

A partir da década de 1980 passaram a ser criados diversos Museus de Ciências no Brasil e suas relações com a Educação vêm sendo objeto de estudo. Conseqüentemente, no mesmo período cresceu também o número de Centros de Ciências que, com objetivos muito semelhantes aos Museus de Ciências, proporcionam aos visitantes oportunidades de relacionar os conhecimentos estudados na escola com os encontrados no local.

Apesar de existirem finalidades e competências semelhantes entre Museus de Ciências e Centros de Ciências, é possível encontrar algumas particularidades. Na literatura não há consenso em se considerar os Centros de Ciências como Museus, apesar de muitos autores não fazerem distinção. Mensch et al (1990) defende que a museologia envolve a conservação da herança cultural materialmente preservada. Nesse sentido, podemos desconsiderar os Centros de Ciências do contexto museológico, pois estes não trabalham com coleções de importância histórica e documental.

Cury (2000) diferencia apenas os museus que apresentam acervo documental, com importância para a História da Ciência, daqueles que fazem suas coleções através de objetos-modelos para representar fenômenos ou conceitos. Esses modelos são construídos para a demonstração de princípios ou fenômenos, e quase sempre são manipuláveis. Nessa perspectiva, “[...] em centros de ciências, os modelos são os correspondentes materiais das coleções museológicas” (CURY, 2000, p. 08). Os Museus de Ciências deixaram as exposições de caráter descritivo em segundo plano e passaram seu foco para as de

caráter explicativo. Dessa forma, o uso de objetos se expandiu, pois permite a montagem de exposições que contemplem temas de interesse da equipe do museu.

Em um estudo feito com o objetivo de analisar subsídios de apoio, encontramos algumas diferenciações entre Museus de Ciências e Centros de Ciências (CURY, 2000), as quais são apresentadas no Quadro 1.2 comparativo a seguir.

Quadro 1.2 – Comparativo Museus de Ciências e Centros de Ciências.

Museus de Ciências	Centros de Ciências
Função social e educacional.	Função social e educacional.
Política de atuação.	Política de atuação.
Comprometimento com a socialização do conhecimento.	Comprometimento com a socialização do conhecimento.
Preserva e comunica.	Comunica.
Método de trabalho centrado no processo de preservação do acervo.	Método de trabalho centrado no processo de comunicação.
Aquisição de acervo/formação de coleções.	Fabricação de “acervo” de objetos-modelos .
Conservação preventiva e restauração.	Renovação, manutenção e reposição.
Comunicação dos temas pertinentes ao acervo por meio de exposições, monitoria e outras estratégias.	Comunicação de temas científicos ligados à política científica do Centro de Ciências por meio de exposição, monitoria e outras estratégias.
As atividades são orientadas pelo acervo e a exposição é a principal forma de comunicação.	As atividades são orientadas pela divulgação científica e sempre há ênfase sobre um meio específico.

Fonte: Cury (2000).

Analisando-se o Quadro 1.2, é possível perceber que a principal diferença entre Centros de Ciências e Museus de Ciências está na constituição dos acervos e exposições. As semelhanças aparecem no compromisso social em mediar o conhecimento científico e tecnológico

ao público. Além disso, “[...] ambas são instituições comprometidas com a comunicação e o ensino de ciências” e atuam no campo da Educação Não Formal (CURY, 2000, p. 10). Nessa conceituação, são considerados Centros de Ciências todos os espaços que adquirem como princípio norteador a comunicação entre a Ciência e a Sociedade e possuem como estratégias exposições, monitorias, kits didáticos, oficinas, vídeos, etc.

Padilla (2001) entende que os Museus e Centros de Ciências comportam tanto a Educação Informal, quando o sujeito visita o espaço ocasionalmente, quanto a Educação Não Formal, quando, por exemplo, há a visitação de turmas escolares com trabalhos prévios ou posteriores tratando de algum conteúdo preestabelecido. Normalmente esses espaços são utilizados principalmente por escolas públicas, já que estas apresentam uma enorme carência de estratégias de ensino diferenciadas, tornando-se propícias a serem recursos pedagógicos para aulas não formais, além de apresentarem seus conteúdos de forma lúdica e aberta ao público em geral (VIEIRA, 2005).

Sobre a forma como os conhecimentos científicos são abordados nos espaços não formais, existe a preocupação dos estudiosos da área com relação à necessidade de se pensar em estratégias pedagógicas que auxiliem a compreensão dos conhecimentos científicos (MARANDINO, 2004). Principalmente, se voltarmos nosso olhar para os atendimentos feitos aos grupos escolares que, como mencionamos, possuem objetivos relacionados às aulas de Ciências.

1.3 POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL PARA A EDUCAÇÃO FORMAL

Os professores, em especial da Educação Básica, procuram os espaços de Educação Não Formal com diversas finalidades. Cazelli et al. (1998), procurando pontuar os motivos, concluíram que a principal motivação está relacionada às práticas pedagógicas da turma escolar evidenciando esses espaços como locais alternativos de ensino. Constatam ainda que muitos professores que levam suas turmas escolares ao museu estão buscando assuntos relacionados aos conteúdos trabalhados em suas aulas, com o intuito de auxiliar o ensino escolar.

Vieira (2005) afirma que, para atingir o objetivo de ensino-aprendizagem nas aulas não formais em espaços como museus, é indispensável a participação ativa do professor em todos os momentos que envolvem a visita, principalmente no ambiente escolar, de modo que o professor tem a responsabilidade de planejar, juntamente com seus alunos, ações que ocorram antes, durante e depois das visitas. A autora

conclui ainda que, para que a relação entre a Educação Formal e Não Formal ocorra de forma eficaz, é importante uma integração entre a escola e a instituição de ensino Não Formal na elaboração de suas estratégias.

Nesse sentido, Queiroz et al. (2011) advertem que muitas vezes os professores, por desconhecerem as características dos espaços de Ensino Não Formal, deixam de aproveitar a potencialidade educativa desses locais, fazendo das visitas meros passeios, desconsiderando a possibilidade de utilizá-los para a Educação Científica. Através desse argumento, os autores levantam a importância de investigar e levar aos professores as características dos espaços de Educação Não Formal “para melhor aliar seus recursos aos conteúdos trabalhados em sala de aula, construindo significativamente uma educação científica”. (QUEIROZ et al., 2011, p. 13)

Assim como Cazelli et al. (1998), Reis (2005) também buscou identificar os principais motivos que levam os professores a visitar Museus de Ciências com suas turmas. Encontrou como indícios diversas motivações, entre intrínsecas (como as relacionadas aos alunos e motivações pessoais ou de aperfeiçoamento profissional) e extrínsecas (como o convite de outra pessoa ou desenvolvimento de um projeto da escola). A maioria dos professores relatou que seus principais motivos para visitar um Museu estão ligados à relação entre os conteúdos abordados em sala de aula e no Museu de Ciências. Consideram esses espaços como ambientes privilegiados de aprendizagem, que proporcionam maiores interações sociais entre alunos e professores. Apontam a interatividade com os experimentos a maior motivação para os alunos, que gera a ampliação do interesse e da curiosidade, despertando certo prazer em aprender.

Cruz (2010), em sua pesquisa de mestrado, cita diversas contribuições que a visita em Museus de Ciências pode proporcionar, na visão dos professores:

[...] causam a aproximação de professores e alunos; reforçam o conteúdo das aulas; criam nos alunos um olhar investigativo; auxiliam os alunos a vivenciarem concretamente o que é falado ou visto em livros, facilitando bastante sua aprendizagem; deveriam fazer parte do currículo escolar, por proporcionarem a articulação dos conhecimentos e realizarem a construção de novos; estimulam a pesquisa sobre as observações realizadas, aprofundando o conhecimento e

construindo a aprendizagem; desperta no aluno o interesse pela pesquisa científica; auxiliam os alunos a perceberem que existem outras realidades diferentes da deles e que eles têm direito a elas. (CRUZ, 2010, p. 49).

Além disso, a autora encontrou como principal motivação para os professores visitarem os Museus de Ciências a relação que estes fazem com suas aulas, com o objetivo de ilustrar e reforçar conteúdos já ministrados. Muitos professores reservam uma aula pós-visita para enfatizar o que foi visto no museu, com a elaboração de resumos ou aplicação em feiras de ciências. Percebe-se então a necessidade de que no planejamento da prática do professor estejam estabelecidos objetivos e metas a serem alcançadas com a visita. Por esse motivo, para uma boa execução da atividade não formal é necessário que seja bem estruturada de acordo com os objetivos do professor, de modo a ser tratada como uma estratégia didática, podendo ser lúdica, interativa e multidisciplinar no ensino do conteúdo escolar como uma ligação com o que é trabalhado em sala de aula (VIEIRA, 2005).

A relação entre os Museus e Centros de Ciências e as instituições escolares vem se firmando cada vez mais ao longo dos anos. Essa relação fica evidente quando encontramos espaços de Educação Não Formal que, prioritariamente, recebem o público escolar. Segundo Marandino (2005), os Museus possuem potencial para favorecer uma educação complementar e integrada à Educação Formal, que atualmente reconhece a importância dos espaços educacionais fora da escola nos processos educacionais. Isso porque os Museus e Centros de Ciências são reconhecidos como espaços de produção, educação e divulgação do conhecimento (MARANDINO, 2001).

De acordo com Hooper-Greenhill (1994), não existe definição sobre a melhor abordagem educativa nos Museus. Visando ao aproveitamento didático do público escolar ao visitar esses espaços, algumas pesquisas (ALLARD et al., 1995) apontam a necessidade de encontrar objetivos em comum para aperfeiçoar o diálogo na parceria entre a Educação Formal e a Não Formal. Para buscar esse aperfeiçoamento, nosso trabalho será realizado no Parque Viva a Ciência, e para tanto descreveremos a seguir sua trajetória, compreendendo desde sua concepção à construção do discurso didático pelo primeiro grupo de mediadores.

1.4 PARQUE VIVA A CIÊNCIA

O Parque Viva a Ciência (PVC) é um espaço de Ensino Não Formal da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e funciona em conjunto com o Planetário e Observatório no campus de Florianópolis. É composto por 10 equipamentos interativos (equipamentos como balanços, gangorras, bicicletas etc.), instalados em uma área de cerca de 1000 m². Uma equipe de mediadores acompanha os estudantes na exploração dos conhecimentos físicos associados ao funcionamento desses equipamentos, os quais são coloridos e estão cercados por muitas árvores, o que apresenta grande impacto visual (como mostra a Figura 1.1) e favorece uma estadia agradável ao visitante.

Figura 1.1 – Planetário, Observatório Astronômico e Parque Viva a Ciência (UFSC).



Fonte: Notícias UFSC (2011).

Desde 1996 existem laboratórios de ensino no Centro de Ciências Físicas e Matemáticas (CFM), dentre eles, o mais antigo, o Laboratório de Instrumentação, Demonstração e Exploração erimentação do Departamento de Física (LABIDEX). Após alguns anos, foi instituído o

Laboratório de Instrumentação, Demonstração e Experimentação de Química (QUIMIDEX) e, posteriormente, o Baú de Ciências. O LABIDEX e o QUIMIDEX atualmente possuem um espaço físico restrito para receber as turmas escolares que os procuram e seus atendimentos possuem forte ligação com os licenciandos de Física e Química, respectivamente. O LABIDEX, especificamente, procura fazer de suas atividades meios de incentivar a permanência dos licenciandos no curso, e promover o interesse pela ciência em seus visitantes. Já o Baú de Ciências, no início de suas atividades tinha como principal atividade ir até às escolas e realizar oficinas com materiais de baixo custo sobre temas ligados às Ciências. Atualmente é uma empresa fora do contexto da UFSC, que oferece serviços ligados à divulgação científica.

Em 2004, com a intenção de promover um melhoramento nas instalações do Planetário da UFSC, com a troca do equipamento de projeção (análogo para digital), a diretora do Planetário, Sra. Edna Maria Esteves da Silva, e os professores Débora Peres Menezes e Nelson Canzian da Silva, ambos do Departamento de Física/UFSC, iniciaram uma parceria de trabalho para a elaboração de projetos e submissões em diversos editais de agências financiadoras para captar recursos. Nesse ínterim, surgiu a oportunidade de criar o projeto de um parque de ciências, considerando a carência no Estado de Santa Catarina de espaços destinados a atender aos escolares e realizar atividades complementares à sala de aula.

Existem poucos espaços que contemplam fauna e flora, arqueologia e ciências naturais em Santa Catarina: a Fundação Ecológica e Zobotânica de Brusque, onde os visitantes podem apreciar 150 animais de 64 espécies diferentes e conhecer o orquidário e bromelário; o Zoológico de Pomerode, onde é possível encontrar 230 espécies de animais; a exposição de fósseis, do Museu da Terra e da Vida em Mafra, que apresenta um acervo de 5000 peças (ABCMC, 2009); o Museu Oceanográfico Univali em Piçarras, o qual realiza atividades expositivas e de pesquisa com ênfase na fauna marinha brasileira. Em Florianópolis: há o Museu do Homem do Sambaqui, especializado em arqueologia pré-histórica com um acervo de 5000 peças; o Planetário da UFSC, que com uma cúpula de 6 metros de diâmetro proporciona a projeção de estrelas e planetas; a Sala de Ciências do SESC, na qual são realizadas demonstrações de equipamentos de bancada (ABCMC, 2009).

Dada a escassez de espaços de Educação Não Formal na região de Florianópolis, e inspirados no Exploratório de Coimbra em Portugal,

foram idealizados equipamentos interativos de grande porte, instalados ao ar livre no entorno do Planetário. Em 2007, através de um projeto encaminhado à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), ligada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, foram captados os recursos necessários para financiar os equipamentos do parque. Os idealizadores do projeto receberam diversas propostas e sugestões para a temática do local, como aquário, oceanário, borboletário, etc., porém, por dificuldades de implementação, nenhuma dessas ideias teve início já que exigiam bastante engajamento de pessoas dessas áreas.

Os coordenadores do Parque Viva a Ciência, professores Débora Peres Menezes e Nelson Canzian da Silva, sabiam que a expressão “Museu de Ciências” era comumente associada a espaços com características parecidas ao que estava planejado para o PVC, porém entendiam que, devido à dinamicidade do acervo de um museu, esse termo tornava-se equivocado. Por esse motivo, “surgiu a ideia de batizar[mos] o futuro espaço de Parque Viva a Ciência [...], talvez um eco da ideia anterior de se criar o Parque Integrado de Ciências” (MENEZES; SILVA, 2013, p. 17).

Dentre todos os processos para instalar um espaço voltado ao Ensino Não Formal dentro do campus, foram escolhidos equipamentos interativos de grande porte que atingissem temáticas da Física. Esses equipamentos foram distribuídos ao ar livre em torno do Planetário da UFSC, o que exigiu certa pesquisa para adquirir equipamentos que resistissem à exposição ao sol e à chuva.

Desde que o PVC inaugurou para o público em 2008, as visitas eram feitas em conjunto com o Planetário da UFSC, de modo que as turmas agendavam uma visita de 2 horas, das quais era destinada metade do tempo para cada atendimento. Foi criado um circuito que possibilita aos grupos, em maioria escolares, participarem de uma sessão no Planetário, por cerca de uma hora, e o mesmo tempo para que eles pudessem interagir com os mediadores em cada equipamento. Essas ações objetivavam alcançar uma perspectiva ativa no processo de investigação dos estudantes, através da observação dos fenômenos e, principalmente, da interação com os equipamentos.

1.4.1 Os equipamentos do Parque Viva a Ciência

O conjunto de objetos do PVC constituía-se de 10 equipamentos que resumidamente eram: conjunto de três balanços com comprimentos de correntes diferentes; conjunto de três gangorras com tamanhos de braços diferentes; conjunto de duas parabólicas; uma bicicleta suspensa

por um cabo de aço; conjunto com oito tubos sonoros com tamanhos diferentes; um giroscópio (chamado também de gira-gira); conjunto de duas cadeiras autoelevatórias com números diferentes de roldanas; conjunto de duas bicicletas transformadoras de energia; conjunto de duas mangueiras com comprimentos diferentes; um simulador de cortes cônicos (hipérbole).

Cada equipamento era acompanhado de um banner explicativo (mostrado mais à frente do equipamento), o qual objetivava orientar algum visitante que por ventura estivesse desacompanhado de alguém que pudesse lhe explicar como utilizar.

A Figura 1.2 mostra a disposição dos equipamentos em volta do Planetário e Observatório Astronômico da UFSC:

Figura 1.2 – Disposição dos equipamentos do PVC.



Fonte: Google Maps.

Legenda conforme as numerações postas na imagem:

- 1 - Conjunto de balanços.
- 2 - Giroscópio (gira-gira).
- 3 - Bicicleta suspensa.
- 4 - Conjunto de gangorras.
- 5 - Conjunto de cadeiras autoelevatórias.
- 6 - Conjunto de tubos sonoros.
- 7 - Conjunto de mangueiras.

8 - Conjunto de parabólicas.

9 - Hipérbole.

10 - Conjunto de bicicletas transformadoras de energia.

Esses equipamentos eram considerados de grande porte, pois para acontecer a interação era necessário que o visitante se posicionasse como um usuário ativo. Por exemplo, nas bicicletas era necessário que o visitante sentasse e pediasse; nos balanços, que se balançasse; nas cadeiras autoelevatórias, que puxasse a corda que as elevam; e assim semelhante nos demais equipamentos.

Com essa diversidade de equipamentos era possível identificar algumas ilhas, de acordo com os assuntos explorados em cada um deles. Por exemplo, com os equipamentos dos balanços, parabólicas, tubos sonoros e mangueiras era possível tratar sobre os conteúdos de ondas e oscilações. Se os assuntos fossem força e trabalho, poderiam ser relacionados os equipamentos das gangorras e as cadeiras autoelevatórias. O enfoque em energia se mostrava muito interessante, pois os equipamentos permitiam discutir diversos aspectos associados ao conteúdo.

A seguir faremos uma descrição mais detalhada de cada objeto, juntamente com os banners explicativos fixados em estruturas de madeira (como pode ser visto na Figura 3) e posicionados perto dos equipamentos.

Figura 1.3 – Banner explicativo (exemplo dos tubos sonoros).



Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

Devido à dificuldade de visualização, os banners também estão disponíveis no anexo.

Bicicleta Suspensa

Figura 1.4 – Bicicleta Suspensa e banner explicativo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Parque Viva a Ciência

Bicicleta Suspensa & Equilíbrio

O que fazer e observar

Você sabe andar de bicicleta? Não tem medo de altura? Está aqui na plataforma, monte na bicicleta, segure firme e deixe em frente!

Note que mesmo que você balance muito, a bicicleta não girará! É só um pouco de balanço para fazer de quê!

O que está acontecendo

A bicicleta para a energia está na relação entre o ponto de apoio da bicicleta e o seu centro de massa.

Quando você está andando de bicicleta no chão ou no cabo de aço suspenso, o ponto de apoio da bicicleta é o ponto de contato entre a roda e o chão ou o cabo.

O centro de massa pode ser pensado como um ponto em que toda a massa do sistema está concentrada. Para objetos esféricos e com uma distribuição uniforme de massa, o centro de massa encontra-se no centro geométrico do objeto. Para objetos de forma e distribuição de massa complexas, o centro de massa pode ser determinado de várias maneiras, o ponto de massa que sempre o para baixo. Nessa bicicleta "normal", o centro de massa está acima do ponto de apoio, e o objeto efetivamente se equilibra quando (quando andando é outra história...), a bicicleta suspenso tem um apoio de aço na altura dos olhos, o que faz com que o centro de massa do conjunto fique abaixo do cabo de aço.

Aprenda mais em nosso site:
www.vivaciencia.ufsc.br




Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

A bicicleta suspensa é uma bicicleta de médio porte sustentada por um “contrapeso”. Esse contrapeso tem uma massa de aproximadamente 140 kg pendurada no centro da roda por cerca de 2 metros. A bicicleta se movimenta sobre um cabo de aço a três metros do chão preso a duas torres separadas por uma distância de 10 metros.

Inicialmente são propostas aos estudantes indagações sobre como são as bicicletas normais que eles já usaram e se em algumas delas foi possível ficar parado e “de pé” ao mesmo tempo. Procura-se levantar discussões sobre distribuição de massa, equilíbrio e ponto de apoio para explicar que a especificidade dessa bicicleta está na relação entre o ponto de apoio da bicicleta e seu centro de massa. Quando estamos andando de bicicleta no chão ou no cabo de aço suspenso, o ponto de apoio da bicicleta é o ponto de contato entre a roda e o chão ou o cabo.

Parabólicas

Figura 1.5 – Parabólica e banner explicativo



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Parque Viva a Ciência

Parabólicas & Reflexão de Ondas

O que fazer e observar

Para uma conversa são necessários dois pontos, uma em cada parábola. Para ficar observando o foco ajuste os anéis de frente para a parábola mais próxima. Para ouvir, aproxime a outra parábola ao ar.

O que está acontecendo

O som é uma onda mecânica produzida pela vibração de algo (as suas cordas vocais) num meio material (o ar). As ondas produzidas que saem de sua boca propagam-se em todas as direções e são refletidas por outras pessoas.

A reflexão do som se dá como a da luz. O ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência. Se a superfície for uma parábola, as ondas que incidem obliquamente ao seu eixo de simetria retornam passando pelo foco. De maneira mais simples, quando as ondas saem no refletor e incidem paralelamente ao eixo de simetria, se os refletores estiverem bem alinhados, há uma superposição de ondas e a energia sonora no foco dos refletores.

Aprenda mais em nosso site:
www.vivaciencia.ufsc.br

FINEP
FUNÇÃO DE INVESTIMENTOS EM PESQUISA E INOVAÇÃO

CNPq
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

Esse equipamento é constituído por duas parabólicas separadas por uma distância de aproximadamente 20 metros. Na frente de ambas, na extremidade de uma haste metálica vertical cravada no chão, há um anel indicando onde está o foco da parábola (ver Figura 4).

É comum que os estudantes não percebam que esse equipamento é composto por duas parabólicas e que para fazê-lo “funcionar” é necessária a presença de uma pessoa em frente a cada anel. Inicialmente, sem dizer qual o objetivo com o equipamento, é pedido aos estudantes que investiguem sua forma de funcionamento. É normal que, em apenas uma primeira observação, os estudantes tentem girar a parábola, na tentativa de girar os triângulos coloridos (ver Figura 1.5). Quando percebem que há outra parábola, alguns alunos se deslocam até ela e passam a perceber que é possível escutar o que o colega está dizendo do outro lado. Nesse momento, muitos acreditam que existem fios escondidos que conectam as duas parabólicas, de forma a transmitir o som de um lado ao outro.

Gira-Gira

Figura 1.6 – Gira-gira e banner explicativo.



Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

O Gira-Gira, ou Giroscópio (como é conhecido em diversos lugares), é um sistema com três anéis, dos quais cada um gira em uma direção diferente. O estudante é convidado a deixar-se amarrar os pés e as mãos no equipamento. Logo que são liberados os anéis, o equipamento pode mover-se em mais de uma direção. Nesse equipamento, são tratados os temas equilíbrio dos corpos, centro de massa e energia potencial gravitacional.

Hipérbole

Figura 1.7 – Hipérbole e banner explicativo.



Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

Esse equipamento é composto por duas retas (amarelas) unidas que passam através de duas fendas em um plano (azul) quando girada uma manivela acoplada por uma correia (parte inferior do equipamento). O objetivo principal é discutir com os estudantes sobre seções cônicas. Inicialmente é questionado ao estudante se ele consegue imaginar as barras retas atravessando as curvas no plano azul.

Cadeiras Autoelevatórias

Figura 1.8 – Cadeiras autoelevatórias e banner explicativo.




UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
 Parque Viva a Ciência

Cadeiras & Polias

O que fazer e observar

Selecione em uma das cadeiras o peso a um sistema que tenha no topo. Puxe a corda para subir a sua cadeira, pegue o tempo para fazer o mesmo e depois troque de lugar com ele. Em qual delas é preciso fazer mais força para subir?

Suba a mesma altura (cerca de 1 metro, por exemplo) e verifique a quantidade de cordas passadas em cada uma. São idênticas?

Observando atentamente no momento de puxar pelas duas cordas passadas, como elas caíram. São iguais para as duas cadeiras? Quantas voltas em cada cadeira? Em qual delas a corda é mais longa?

O que está acontecendo

As cadeiras são sustentadas por uma única polia fixada em dois pontos da torre. As polias são livres para rotar no eixo. O sistema sustenta essa carga ao suportar a e a consequente reação à cadeira. Quando você puxa a corda, o conjunto inferior sobe. Quando você puxa a corda inferior, mais corda sobe, mas que sobe a metade a força que tem de fazer. Quanto mais polias?

Em um sistema com uma polia a carga sobe a mesma distância que a corda desce a partir da altura e intensidade da força. Se houverem cordas que mudam de direção, duas duas polias (uma fixa e uma móvel), você precisa fazer metade de força. Em combinação, ao subir uma um metro de corda, a carga sobe apenas 50 centímetros.

Este tipo de sistema de polias é usado de levantar grandes cargas e é normalmente utilizado no ponto de um guindaste para possibilitar levantar a carga de maneira mais fácil.

Aprenda mais em nossa site:
www.vivaciencia.ufsc.br




Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

Esse equipamento é composto por duas cadeiras onde cada uma delas está acoplada a um sistema de roldanas e cordas presas a um travessão horizontal, cerca de 2,5 metros do solo (Figura 8); o visitante deve puxar uma corda e levantar a cadeira. Em cada cadeira, o sistema é composto por um número diferente de roldanas. Em uma delas há quatro roldanas, duas fixas e duas móveis com a cadeira, e na outra são oito roldanas, quatro fixas e quatro móveis.

Antes mesmo de experimentar o equipamento, os estudantes percebem a diferença, de uma cadeira para a outra, na quantidade de voltas dada pela corda para ligar as cadeiras à parte superior da torre. Nesse momento, os mediadores pedem para dois estudantes sentarem nas cadeiras e puxarem as cordas. Em seguida, eles são convidados a trocarem de lugar, de modo que aquele que utilizou a cadeira com quatro polias utilize a de oito e vice-versa. Quase que imediatamente os estudantes percebem a diferença na intensidade da força necessária para subir as duas cadeiras.

Gangorras

Figura 1.9 – Gangorras e banner explicativo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Parque Viva a Ciência

Gangorras & Alavancas

O que fazer e observar
Convide amigos com massas diferentes e juntos experimentem levantar entre os assentos as pernas dos dois gangorras. Observe atentamente quem consegue levantar quem.

Observe que as distâncias entre o ponto de apoio da gangorra e os assentos não são todos iguais. Peça a um amigo para sentar-se no assento do braço menor de duas gangorras e tente levantá-lo aplicando força para baixo em pontos diferentes do braço maior. Você consegue levantar? Agora troque entre estas distâncias e o esforço necessário para levantar o seu amigo?

O que está acontecendo
Você está brincando com alavancas. A ideia básica de uma alavanca é transferir força por distância, quanto maior o braço da alavanca, menor a força. Por isso uma pessoa que no braço longo aplica a força levanta uma pessoa menor no braço curto. Mas nem sempre isso acontece, porque a que importa não é mais a força mas a distância, ou a multiplicação da força pela distância.

Atenção! São necessários amigos devidamente orientados e preparados em uma introdução de dispositivos e situações. Você usa uma alavanca de três para levantar para obter uma pontua, uma chave de fenda para prender um parafuso e um martelo para bater um prego. Você consegue levantar as alavancas nestas situações?

Aprenda mais em nosso site:
www.vivaciencia.ufsc.br

FINEP
CNPq

Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

Esse equipamento é composto por três gangorras que se diferenciam pelo tamanho de seus braços. Uma gangorra é regular, ou seja, possui os dois braços do mesmo tamanho. Já as outras duas possuem um braço do comprimento da primeira e outro braço com o dobro e o triplo do tamanho.

Essa diferença nas distâncias entre o ponto de apoio da gangorra e seus assentos é quase sempre notada no primeiro olhar. Inicialmente os estudantes são convidados a se sentar na gangorra regular e com ela são capazes de brincar normalmente. Assim que passam para a segunda e a terceira gangorras percebem que não é possível utilizá-la como fizeram na primeira.

Em seguida, o estudante que está no assento do braço menor da maior gangorra permanece sentado enquanto seu colega é desafiado a levatá-lo aplicando força em diferentes pontos do braço maior da gangorra. Logo o estudante percebe que é difícil levantar o colega sentado aplicando força muito próxima do ponto de giro da gangorra. Conforme ele vai se afastando desse ponto, menos força ele precisa exercer e mais fácil fica para movimentar o outro lado da gangorra.

Bicicletas transformadoras de Energia

Figura 1.10 – Bicicletas transformadoras de energia e banner explicativo.



Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
 Parque Viva a Ciência

Bicicletas & Transformação da Energia

O que fazer e observar

Sobe em uma das bicicletas e convida um colega para subir na outra. Pedala de maneira constante e observa que os equipamentos eletrônicos que estão conectados estão ligados, todos, ventilador ligado e funcionando. Como eles funcionam? De onde vem a energia elétrica que ligou os aparelhos? Por que quando você para de pedalar os aparelhos param de funcionar?

O que está acontecendo

Ao alimentar-se você armazena energia em seu corpo. Quando você pedala, está liberando essa energia – gerando calor – para movimentar a roda da bicicleta, que está conectada a uma corrente. Essa corrente faz girar o eixo de um dinamo. Um gerador é um dispositivo no qual um movimento de rotação é transformado numa corrente elétrica em um campo magnético. Nesse processo ocorre a indução eletromagnética, não por uma corrente elétrica.

Os fios que saem do motor conduzem a corrente elétrica até os equipamentos que são ligados, transformando a energia elétrica em outras formas de energia: sonora, luminosa e de movimento.

Linhas hidrelétricas, eólicas, termoeletricas nucleares e a candeeira gás geram energia elétrica do mesmo modo. Diferenciando-se apenas pelos elementos que fazem a roda girar – água, vento e vapor d'água.

Imagine viver um dia sem energia elétrica. O que você deixaria de fazer? Pense em todas maneiras de reduzir as atividades que fazem impossível de serem realizadas sem energia elétrica.

Aprenda mais em nosso site:
www.vivaciencia.ufsc.br




Esse equipamento possui duas bicicletas com dinamos acoplados para gerar eletricidade. Os visitantes são convidados a subir nas bicicletas, pedalar e observarem para fazer funcionar TV, rádio e ventiladores (todos de 12 V).

Mangueiras

Figura 1.11 – Mangueiras e banner explicativo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Parque Viva a Ciência

Mangueiras & Propagação do Som

O que fazer e observar

Escolha um par de bocais. Coloque um próximo à sua orelha e no outro, fale: "Eu estou falando" e "Parque Viva a Ciência". Experimente também: sussurrar. Note que a voz vai no seu ouvido logo ao ouvir um tempo depois. No caso de voz, ela chega mais fraca e com um tempo um pouco diferente.

Faça o mesmo utilizando o outro par de bocais. Em qual deles é mais rápida para chegar à sua orelha?

O que está acontecendo

Os dois bocais estão ligados por segmentos de metros de mangueiras plásticas. Como o som propaga-se no ar com uma velocidade de 340 metros por segundo, leva um tempo para que ele volte à sua orelha. Será que é mais de um segundo? Você consegue sentir o acontecimento das mangueiras?

A medida que propagam-se pelas mangueiras, as ondas sonoras sofrem, sucessivamente, os seguintes atos: difração, reflexão, refração, e por fim sua velocidade é bem mais rápida.

Um som em geral é formado por muitas ondas com diferentes frequências. No processo de propagação pelas mangueiras, essas frequências (apenas as intermediárias) são afetadas de maneiras diferentes, o que modifica o som.

Aprenda mais em nosso site:
www.vivaciencia.ufsc.br




Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

Duas mangueiras de comprimentos diferentes – 150 m e 250 m – estão enroladas juntas no mesmo suporte de modo que as duas extremidades (bocais) de cada mangueira fiquem livres.

Os estudantes são chamados a escolher um par de bocais, colocando um bocal próximo ao ouvido e no outro bocal devem falar alguma coisa para perceber que a voz chega um tempo depois. Em seguida, trocam de mangueira e fazem o mesmo procedimento.

Tubos Sonoros

Figura 1.12 – Tubos Sonoros e banner explicativo.



 **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**
Parque Viva a Ciência

Tubos Sonoros & Notas Musicais

O que fazer e observar

Bata com o martelinho em cada um dos tubos de aço e presta atenção no som que eles produzem. Subseqüentemente, bata o martelinho, encoste bem de leve a superfície de sua unha no tubo enquanto ele vibra. Os tubos vibram de maneira diferente? O tamanho dos tubos está relacionado ao modo como eles vibram? Você é capaz de descrever esta energia?

O que há dentro dos tubos?
Tente tocar alguns metais!

O que está acontecendo

A palavra nos tubos se coloca a vibrar. Mesmo que estas vibrações sejam quase imperceptíveis aos nossos ouvidos, é possível sentir as partículas dos tubos movimentando-se quando encostamos as unhas em sua superfície. O movimento das partículas dos tubos faz com que o ar em seu interior vibre. Normalmente esse movimento produz um som que chamamos de tubo. Este padrão depende de muitos fatores, mas o mais importante, é o comprimento do tubo.

Tubos mais longos produzem sons mais graves, e tubos mais curtos produzem sons mais agudos. Não é importante se o que ocorre nos tubos de alumínio ou de aço, quanto maior o tamanho, maior o tempo que leva para ir e voltar para a mesma posição.

Alguns outros metais musicais incluem: xilófono, tambores, para produzir as diferentes notas musicais, ao bater do batedor no teclado de uma flauta são produzidas as vibrações de ressonância de ar que vibram no seu interior, ao apertar o dedo sobre a corda de um violão, você está modificando o comprimento da parte do cordão que vibra. Nos dois casos, notas diferentes são produzidas para diferentes posicionamentos dos dedos.

Aprenda mais em nosso site:
www.vivaciencia.ufsc.br



Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

Esse equipamento possui oito tubos de metal com o mesmo diâmetro, porém com comprimentos diferentes, sustentados por uma barra vertical. Inicialmente os mediadores pedem aos estudantes que eles batam nos tubos com um martelinho (que acompanha o equipamento) em cada um dos tubos e atentem para o som que eles produzem.

Balanços

Figura 1.13 – Balanços e banner explicativo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Parque Viva a Ciência

Balanços & Oscilações

O que fazer e observar

Sente-se em um dos balanços e comece a balançar para fazer o mesmo nos outros. Tente variar a maneira de balançar e observe o movimento. Que dos três balanços vai mais rápido? Será que a velocidade depende da área da superfície? Verifique essa hipótese rotacionando o balanço sobre o eixo de movimento.

Qual é mais rápido? Justifique novamente se duas crianças se sentam em cada um dos balanços o tempo que leva para cada balanço ir e voltar do zero. De tempos em tempos é necessário verificar se os balanços estiverem vazios, será diferente?

O que está acontecendo

O tempo que um objeto leva para fazer um vai-e-vem completo — chamado período de oscilação — depende de suas características. Alguns fatores são: massa, comprimento, como o balanço, tipo de oscilação depende essencialmente do seu comprimento. Quanto são mais compridos, como um balanço de praia, cada período de oscilação depende tanto do comprimento do balanço quanto da sua amplitude, ou seja, sua velocidade de movimento e do momento das forças envolvidas.

Todas as coisas podem ser colocadas a oscilar se forem suficientemente apoiadas. No caso dos balanços, esse estímulo é a força do gravitador. Quando você está a balanço de certo ponto chega a força do gravitador faz com que ele se dirija para o ponto mais baixo possível. Quando chega lá ele não para imediatamente porque durante a subida ele vai ganhando velocidade e se manter para o outro lado, fazendo ele parar e começar a descer novamente. Esse movimento se repete até que o balanço para e se move ao ponto de equilíbrio desde então a energia do movimento.

Aprenda mais em: www.vivaciencia.ufsc.br

Fonte: Acervo Parque Viva a Ciência.

Esse equipamento é composto por três balanços suspensos com correntes de comprimentos diferentes e é certamente o mais conhecido para os visitantes.

Todos os encaminhamentos das atividades do PVC eram realizados pelo grupo de mediadores. Tal grupo era composto por licenciandos do curso de Física (licenciatura e bacharelado), que eram responsáveis por criar uma visita proveitosa para os estudantes. Contudo, isso implica que o mediador exiba um conjunto de competências singulares ao assumir a função mediadora, bem como exerça com responsabilidade e clareza no trato com os conteúdos associados aos equipamentos.

Sobre as competências dos mediadores, Ribeiro e Frucchi (2007, p. 69) pontuam:

Os mediadores profissionais tornam mais agradável a acolhida aos diferentes tipos de público nos museus; conduzem e orientam sua visita às exposições, oferecem aos visitantes diferentes leituras das exposições; propõem e/ou participam de atividades educativas, em um convite ao aprendizado; promovem a interatividade entre público e exposições; esclarecem dúvidas e ao mesmo tempo questionam, de modo a despertar a curiosidade e a reflexão, mas sobretudo, sabem ouvir o visitante. São os mediadores os personagens que acumulam

competências e habilidades, tornando mais significativa a experiência de aprendizagem nos museus; que ensinam e ao mesmo tempo aprendem de forma descontraída, descomplicada; que procuram comunicar-se de forma acessível, visando a tornar o conhecimento mais próximo do visitante; que se educam, tanto previamente quanto para e com o público, através do diálogo; que se transformam como mediadores da transformação de outros; que se comprometem com o museu e com o público.

As pesquisas na área da Educação Não Formal vêm apontando para a preocupação em que o visitante se afaste da posição de mero observador passivo, e que se ponha em papel questionador e transformador para a construção de suas ideias.

Com base nas competências apontadas por Ribeiro e Frucchi (2007), entendemos ser necessária uma reflexão mais profunda sobre a construção do diálogo didático na Educação Não Formal para contribuir de forma significativa com o Ensino de Ciências. É importante registrar que na literatura está muito presente e discutido o papel dos espaços Não Formais e o papel do mediador, mas não encontramos propostas de organização didática para os mediadores. Para favorecer essa reflexão, mais adiante traremos o aporte da Teoria das Situações Didáticas que, por premissa, se preocupa em levar o aluno a participar ativamente no processo de construção de seus conhecimentos.

Já no próximo capítulo, por meio de relatos e com o auxílio de Marandino (2008), procuramos compreender como foram formados os grupos de mediadores do Parque Viva a Ciência, desde seu primeiro grupo até os mais recentes.

CAPÍTULO II

AS MEDIAÇÕES EM ESPAÇOS DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL

Mesmo que as instituições disponham de diversos meios para promover o contato do público com a exposição (como painéis, áudios e recursos tecnológicos), a mediação humana se diferencia pela possibilidade do diálogo em visitas guiadas. A maneira como a mediação será escolhida pela instituição depende de diversos fatores, como financeiros, estratégicos, educacionais, entre outros. Para Braga, essa escolha deve ser feita a partir de uma análise da exposição, a fim de "identificar se a linguagem expositora da instituição consegue por si só dialogar com o público". (BRAGA, 2012, p. 74)

As interações que ocorrem em museus e centros de ciências se afastam da busca por respostas prontas, visa conquistar oportunidades de gerar no visitante questionamentos e reflexões. Para Rodari e Merzagora (2007), muitos desses locais, em particular os de pequeno porte, e outros espaços de Educação Não Formal possuem exposições e equipamentos com qualidade insuficiente para se sustentarem sozinhos. Nesses casos, a mediação humana recebe maior valorização, pois trabalha para diminuir a dificuldade de entendimento e contribuir para que o público se aproprie melhor das exposições.

O mesmo acontece para visitas de estudantes. Quando as exposições tratam de assuntos já estudados na escola, eles são apresentados de outras formas na Educação Não Formal. Nessas ocasiões

[...] os alunos podem complementar seus conhecimentos por meio da descoberta de uma nova forma de se enxergar o tema. Ressalta-se, ainda, que, nessas visitas escolares, o professor também atua como mediador, sendo capaz de potencializar a exposição, assim como pais e acompanhantes também são mediadores nas demais visitas. (BRAGA, 2012, p. 85).

Podemos considerar que, com a forte mudança no cenário de desempenho dos museus nas últimas décadas, que passaram a atuar também com um viés educacional, o mediador, portador de uma linguagem própria, vem ganhando evidência. Algumas pesquisas indicam que esse sujeito é atribuído de diversas responsabilidades, desde

tornar mais agradável e motivar a visita de diferentes públicos ao museu e a outros espaços de Educação Não Formal, até conduzir e orientar os visitantes, propor atitudes educativas, lançar questionamentos sobre a exposição e esclarecer dúvidas (Braga, 2012; Marandino, 2008; Soares, 2003). Essas mesmas pesquisas, que investigaram o papel do mediador em diferentes museus e centros de ciências, apontam a mediação humana como a melhor forma de oferecer ao visitante um bom aproveitamento dos espaços. Reconhecida como uma função de papel fundamental para o público, o mediador é, muitas vezes, considerado um condutor indispensável entre as experiências da visita. Para Rodari e Merzagora (2007, p. 10),

[...] de fato, nenhuma exposição interativa ou ferramenta multimídia pode realmente ouvir os visitantes e responder às suas reações. Tais reações podem variar entre perguntas estritamente informativas, do tipo ‘como isso funciona?’, a comentários emocionais, como ‘isso me preocupa’. Mediadores podem adaptar suas apresentações e seus tipos de respostas não apenas a parâmetros gerais, como grupo de idades, mas também a aspectos mais sutis, o que caracteriza o desenvolvimento de uma boa conversa. Isso pode ser extremamente compensador, mas também é uma tarefa muito difícil.

Essa reflexão traz a noção de que o papel do mediador não se limita a apenas informar e fornecer respostas. Extrapola essa compreensão no que se refere a promover questionamentos e diálogos.

Em visitas guiadas, assim como são realizadas no PVC, o mediador é responsável por criar e conduzir as dinâmicas de atendimento. Nesse processo, ele deve ter a sensibilidade de identificar oportunidades de diálogos a partir dos conhecimentos revelados pelos visitantes. Para Braga (2012, p. 76), “é nesse sentido que ele irá atuar na esfera da Educação Não Formal.” A autora ainda pontua que o mediador deve ser capaz de moldar as formas de interação a partir do potencial dos visitantes. Essa diversidade é reconhecida não apenas pela diferença de idade, mas também pela disparidade entre os objetivos e as realidades dos visitantes. A complexidade e particularidades dos públicos certamente representa um grande desafio para todos os profissionais desse campo da educação.

Considerar como elemento principal os objetivos e conhecimentos do visitante implica em posicioná-lo no centro das atividades e dos objetivos da Educação Não Formal. Para que isso ocorra, uma boa capacitação combinada com um período de experiência são elementos essenciais na formação de mediadores.

2.1 CAPACITAÇÃO DE MEDIADORES DO PVC

Cada instituição emprega um plano estratégico para capacitar seus mediadores. Marandino (2008) identifica cinco modelos de formação de mediadores contemplados nos espaços de Educação Não Formal. Na capacitação feita por meio do modelo centrado no conteúdo específico, o domínio do conteúdo (Ciências, Humanidades, Artes etc.) é o principal determinante para que a mediação seja realizada de forma satisfatória. O modelo centrado na prática se refere à formação realizada com ênfase na experiência, sem formação prévia o mediador se forma em serviço, quase de forma intuitiva. No modelo centrado na relação aprendiz-mestre a proposta é que a formação seja feita por meio do acompanhamento e observação dos antigos mediadores, a fim de compreender suas estratégias de modo que os novos mediadores possam replicá-las. Marandino salienta que esse modelo pode ainda ser chamado de “siga o líder”. No modelo centrado na autoformação, semelhante ao centrado na prática, a responsabilidade da formação é do próprio mediador. Porém, o mediador elabora suas estratégias a partir de suas experiências e leituras. O modelo centrado na educação e comunicação se difere substancialmente dos outros modelos no que tange à atitude da instituição formadora no processo. Nesse modelo, entende-se o mediador como um educador e comunicador. Portanto, aspectos teóricos e práticos dos campos da educação e da comunicação estão presentes nesse tipo de capacitação, que compreende reflexões sobre o papel educativo desses espaços, pesquisas de público, papel do mediador como educador, entre demais aspectos que favorecem a qualidade educacional do mediador. Esses pontos podem ser complementados por Braga (2012), quando esta diz que apesar de cada museu adotar estratégias diferentes para capacitar seus mediadores, a etapa de formação é fundamental para que as mediações sejam realizadas de maneira eficiente.

É importante destacar que os modelos levantados por Marandino (2008) não são excludentes, ou seja, podem ser utilizados em conjunto. Esses modelos têm como foco a formação inicial dos mediadores, sendo que cada um procura mobilizar os saberes que julgam necessários para

promover as atividades de mediação. Ainda ressaltamos que as reflexões precisam ser constantes, especialmente no que se refere ao campo da educação e das práticas pedagógicas, para promover uma melhor qualidade nos projetos educativos desses grupos. Sobre a importância das formações continuadas, Marandino (2008, p. 26) afirma que "essa ação envolve pesquisas e avaliações que irão auxiliar na direção de se fazer opções conscientes sobre os modelos de formação de monitores que apostamos." Essa atenção é importante para manter os profissionais bem treinados e entusiasmados.

Considerando o que foi exposto até o momento, fica evidente que a mediação é uma prática muitas vezes fundamental aos espaços de Educação Não Formal, principalmente aos que oferecem a visita guiada, em que o mediador se encontra em uma posição privilegiada nas relações entre o público e as exposições e os equipamentos. E por conta desse posicionamento, para melhor compreendermos as concepções dos mediadores do PVC, é necessário investigar os aspectos que compõem suas práticas. Para isso, foram realizadas entrevistas com três ex-mediadores que participaram do primeiro grupo do PVC, identificados como mediador A (MA), mediador B (MB) e mediador C (MC), com o objetivo de detectarmos quais princípios foram fundamentais para a construção das atividades de mediação e, principalmente, da mediação arquitetada por eles. Esse foi o grupo precursor dos mediadores do PVC.

Esse grupo finalizou o curso de licenciatura em física e atualmente um deles é professor efetivo da rede de ensino de Santa Catarina; outro deles cursou mestrado em Educação Científica e Tecnológica e trabalha na área da divulgação científica; e o terceiro mudou recentemente seu campo de atuação e passou a trabalhar em área fora do magistério.

Foram também realizadas outras dezenove entrevistas com mediadores e ex-mediadores (identificados como M1-M19) que ingressaram no PVC após a consolidação das atividades do primeiro grupo. Todas as entrevistas foram registradas em áudio.

O segundo grupo de entrevistados, que passou a integrar a equipe de mediadores, é composto por três licenciados em Física, dos quais, hoje, dois deles são mestrandos do Programa de Pós Graduação em Física da UFSC e o terceiro passou a cursar Engenharia Sanitária e Ambiental. Outros sete entrevistados estudam no curso de bacharelado em Física, distribuídos entre a 3ª e a 7ª fase. Os outros nove são estudantes do curso de Física licenciatura, também entre a 3ª e a 7ª fase.

Nas entrevistas com os mediadores do Parque Viva a Ciência foi possível identificar sobreposições dos diferentes modelos de capacitação

categorizados por Marandino (2008). Além disso, possibilitou-nos reconhecer os saberes mobilizados pelos mediadores, suas dificuldades e, principalmente, suas concepções sobre as mediações realizadas. Consideramos que essas noções pessoais podem refletir diretamente no trabalho de cada um deles. Portanto, a partir delas é possível traçar algumas considerações que visam gerar reflexões sobre a função do mediador, como por exemplo: quais são seus objetivos? Como enxergam seus papéis? Como constroem seus discursos? Em que medida adaptam seus discursos aos diferentes públicos e aos diferentes objetivos do visitante? Quais suas maiores dificuldades? Esta dissertação não tem como pretensão responder rigorosamente tais questões, mas entendemos ser importante mantê-las em mente para guiar os caminhos que norteiam o trabalho.

2.1.1 O primeiro grupo de mediadores do PVC

Assim que os equipamentos foram instalados, em 2008, onze estudantes dos cursos de Física, licenciatura e bacharelado, foram reunidos com o objetivo de criar um grupo de mediadores do Parque Viva a Ciência. Em seguida, foram ao Museu da Vida no Rio de Janeiro participar de um curso sobre mediação em centros e museus de ciências. Para complementar tal formação, os mediadores participaram de um *workshop* de uma manhã e uma tarde organizado pelo Departamento de Física da UFSC com a participação do professor José Ribamar Ferreira, do Museu da Viva – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. Nesse *workshop* foram oferecidos seminários voltados à implementação e à manutenção desses espaços por meio de dados de outros museus do país, como o Museu de Ciência e Tecnologia da PUC-RS e o Museu da Vida Fiocruz. Também foram citadas algumas instituições internacionais como o New York Hall of Science, o Museu de Ciências de Londres e o Clore Scientific Garden de Israel (MENEZES; SILVA, 2013). Nessa ocasião, as discussões voltaram-se para as formas de atendimento que esse grupo de mediadores poderia oferecer aos visitantes do Parque Viva a Ciência. Segundo o relato de Silva (MENEZES; SILVA, 2013) sobre o evento, “[...] o seminário dos mediadores foi profundamente marcado por questionamentos sobre qual seria o papel deles no atendimento ao público”. (MENEZES; SILVA, 2013, p. 26)

Para um dos mediadores, que participou desse *workshop*, a experiência foi importante pois contribuiu para conhecer as atividades realizadas em outros espaços:

[...] lembro que o José Ribamar falou sobre a experiência dele, principalmente relacionada com a Casa de Osvaldo Cruz e de como eram os projetos desenvolvidos por eles. E de como era o atendimento ao público escolar. O [professor] Nelson e a [professora] Débora falaram um pouco sobre a montagem do espaço e a ideia de divulgar a ciência a partir dele. Houve um pingue pongue entre o Ribamar e os alguns participantes interessados. Depois eu falei uns vinte minutos do que eu e a [... colega de estudo] havíamos estudado no livro sobre museus de ciências, que eram substancialmente relatos sobre algumas experiências mundo afora. (MA)

Ainda que brevemente, esse encontro realizado com os mediadores propiciou discussões acerca das práticas e objetivos dos Museus de Ciências. Podemos identificar que essa ocasião sugere a presença de alguns elementos indicados por Marandino (2008) para uma capacitação regrada pelo modelo centrado na educação e comunicação, pois coloca a instituição como principal responsável pela formação dos mediadores. Mas, sobretudo, por gerar discussões acerca do papel desses espaços, apoiados por textos de pesquisadores da área sobre mediações em Museus de Ciências.

Entendemos que por mais moderna e interativa que seja uma exposição, esta não é capaz de ouvir os visitantes, questioná-los ou responder às suas dúvidas. Para Rodari e Mergazora (2007), em um museu, os mediadores são, de fato, o único “artifício museológico” interativo. Além disso, para os autores, das diversas capacidades que os mediadores devem ter, a que se ressalta é a disposição para ouvir. Apesar do PVC não se encaixar no perfil de um museu, podemos reconhecer esse papel dos mediadores em outros espaços de Educação Não Formal. Essa reflexão é apontada pelos mesmos autores quando ressaltam que locais pequenos, como Centros de Ciências, que não possuem recursos para produzir e abrigar exposições temporárias, “[...] propõem ao sistema escolar e ao público em geral uma incrivelmente rica oferta de atividades totalmente baseadas no trabalho de mediadores [...]” (RODARI; MERGAZORA, 2007, p. 144)

Na fase de preparação para o início das atividades, o grupo precursor de mediadores do PVC refletiu sobre seu papel e as diversas maneiras de receber visitantes. Como nenhum dos integrantes possuía qualquer experiência com a Educação Não Formal, é compreensível que

tenha havido dúvidas e questionamentos para encontrar um tipo de mediação adequada para o PVC, como por exemplo: os moderadores deveriam acompanhar o visitante em todos os momentos da visita? Deveriam oferecer uma visita guiada, explicando todos os equipamentos? Deveriam se manifestar apenas quando solicitados? Envolvidos por esses questionamentos, combinados com as características e as disposições dos equipamentos no parque, o grupo de mediadores decidiu por conta própria oferecer uma visita guiada, de forma a instigar reflexões sobre os conhecimentos envolvidos no funcionamento de cada equipamento. Durante a preparação para o início dos atendimentos, os integrantes do primeiro grupo de mediadores realizaram discussões sobre o livro Educação para a Ciência – Curso para Treinamento em Centro e Museus de Ciência, de Silvério Cretana, além de discutirem sobre estratégias de atendimentos. Também buscaram-se informações sobre o início das atividades do PVC com os “mediadores pioneiros”, por meio de entrevistas destes, para compreender como se deu o envolvimento de cada um no parque e como eles organizaram o roteiro e o seu discurso. Segundo o relato de um deles:

[...] foram algumas leituras que eu fiz, do livro [Educação para a Ciência – Curso para Treinamento em Centro e Museus de Ciência]. Depois do workshop nos reunimos com os mediadores em cada equipamento para discutir o que falar em cada um deles. (MA)

A fala desse mediador indica que a partir da leitura de textos de um livro sobre Museus de Ciências foram referenciados os discursos didáticos para os atendimentos dos grupos escolares. Essa característica presente na sua capacitação é caracterizada por Marandino (2008) pelo modelo centrado na autoformação, pois, por conta própria, o mediador recorre a elementos externos para elaborar suas estratégias. Fica identificado também que devido à dificuldade em elaborar uma orientação explícita sobre como realizar a mediação, os mediadores podem acabar exercendo suas práticas a partir de suas próprias concepções. Braga (2012) alerta que esse dinamismo proporciona uma adequação aos diferentes públicos, porém, pode revelar uma ausência uniformidade da instituição.

Ao ser questionado sobre como construiu seu discurso didático, o mediador MB esclarece que:

[...] na verdade acho que eu aprendi muito mesmo foi com o público. Acho que a melhor aprendizagem que tem é com a reação do público. (MB)

Essa fala demonstra o esforço e boa vontade do mediador. No entanto, aponta para uma proposição fortemente empírica, sem base teórica ou referência mais fundamentada, caracterizada pela formação centrada na prática (MARANDINO, 2008). Essa ideia é reforçada pelo relato do mediador MB ao expressar a forma como aprimorava suas mediações:

[...] a gente via o que dava certo, que a gente achava que dava certo, no caso com resposta dos estudantes, do público que [es]tava assistindo, a resposta, o feedback, e dali a gente ia tirando as ideias que mais elaboravam e íamos por esse caminho. Eu primeiro chamava a atenção deles [dos estudantes] para sentirem, brincarem e observarem. E depois eu começava a problematizar a situação e fazer perguntas. (MB)

É interessante registrar como a constante reflexão causava a esse mediador a necessidade de procurar melhoras em seu trabalho. Entretanto, é significativa a informação que ele traz em sua fala ao revelar os parâmetros que considerava como base para promover essas melhoras, favorecendo o caráter empírico.

Outro elemento que MC julgou importante para atuar na Educação Não Formal refere-se ao estudo prévio para realizar a mediação, ele relata que

[...] especificamente para a mediação eu não li. É claro que tem a leitura da licenciatura que ela foi fundamental para a forma como eu agi, embora a minha interpretação das leituras da licenciatura [em Física] que me fizeram tomar as ações que eu acho que tomava no parque, principalmente INSPE, acho que INSPE foi uma das mais. Mas não que eu fiz uma leitura específica... (MC)

Apesar de não ter aporte teórico especificamente para a Educação Não Formal, esse mediador aponta para as contribuições das leituras feitas nas disciplinas do curso de licenciatura em Física. Principalmente

a disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física A (INSPE-A), em que são discutidos aspectos da epistemologia e concepções de Ensino de Física, dentre outros assuntos.

Considerando que o grupo de mediadores do PVC era formado em sua totalidade por estudantes de graduação de Física, que normalmente estão em busca de conhecer os diversos laboratórios e grupos de estudos de seu curso, é comum que, com o passar dos semestres, acontecessem renovações entre os membros da equipe. Além disso, a permanência dos estudantes era condicionada à concessão de bolsas pela Universidade. Devido a essas substituições, tornava-se necessário promover treinamentos constantes com os novos integrantes. Esses treinamentos, na maioria das vezes, eram feitos pelos colegas mais experientes. Conforme relato do mediador MA, quando recebia um colega novo no grupo:

[...] eu levava o bolsista em cada equipamento, conversava um pouco, ele ficava durante a primeira semana observando o atendimento das turmas e aos poucos se inseria nas mediações.
(MA)

Segundo o relato de outro mediador, os novatos necessitavam até quatro semanas de observações para se sentirem seguros para mediar:

[...] quando o outro entrava, primeiro ele ficava três, quatro semanas, depende da timidez da pessoa, até ele se sentir mais seguro pra começar a falar. Então ele entrava e primeiro observava, primeiro ele acompanhava a gente, os grupos, várias pessoas, até a hora que ele se sentisse a vontade de abordar alguém assim. (MB)

Fica claro, desse modo, que a integração dos novos mediadores era feita, principalmente, por meio do acompanhamento do grupo em ação por algumas semanas. Além disso, a fala a seguir revela que as leituras realizadas pelos integrantes do primeiro grupo não eram repassadas aos novos mediadores:

[...] não, eu acredito que não passavam essa apostila [Livro - Educação para a Ciência – Curso para Treinamento em Centro e Museus de Ciência] para ele ler. Era só na observação dos

colegas mais antigos que estavam fazendo aquilo há mais tempo. (MB)

Essa afirmação aviva ainda mais a ideia da mediação construída de forma empírica, muitas vezes apenas através da observação do trabalho dos colegas mais experientes. Tal estratégia de capacitação de mediadores é comumente a mais adotada nos espaços de Educação Não Formal.

2.1.2 Os grupos seguintes de mediadores do PVC

Nas entrevistas realizadas com dezenove mediadores, os quais ingressaram no PVC depois das mediações serem iniciadas, foi possível confirmar que eles aprenderam suas atividades utilizando principalmente o modelo centrado na relação aprendiz-mestre (MARANDINO, 2008). Todos os mediadores atribuíram ao acompanhamento dos antigos mediadores o elemento central para de seu treinamento.

Me disseram: acompanhe, escute, aprenda e depois tire dúvidas.(M1)

[...] basicamente me disseram: tu vai entender o processo, vai observar os outros mediadores, mas é basicamente receber as crianças e desenvolver um discurso em cima de cada brinquedo, sobre o que acha que deve ser passado pra eles, pra uma melhor interação. Daí você olha o discurso dele e tende a se apropriar, mas depois de um tempo começa a construir perguntas em cima do que eles mediavam. Ah, será que é assim mesmo? E com aquela discussão interna, se perguntando e discutindo com os outros mediadores, acabava formulando teu próprio discurso, que não era igual ao deles. Eu achava bem importante porque surgem perguntas, [...] porque eram as que iam acabar aparecendo pelos estudantes. (M2)

Eu acompanhava o pessoal e via como eles mediavam. Depois eu comecei a mediar, alterando uma coisa ou outra... (M5)

Se não tivesse eles [mediadores antigos] eu ia ter que inventar uma mediação, no caso. E talvez não fosse tão boa porque os mediadores mais antigos já pegaram dos outros mais antigos. Então a mediação já estava muito bem formulada, era de bastante tempo. Era um "ctrl c" dos mais antigos. (M10)

Assim como foi sinalizado anteriormente pelos mediadores MA e MB, nota-se que em todos os casos os mediadores novos foram orientados a observar como seus colegas realizavam os atendimentos e, a partir dessa referência, criar sua própria maneira de atender o público. Esse tipo de capacitação é compreendido por Marandino (2008) como o modelo centrado na relação aprendiz-mestre, no qual os novos mediadores acompanham os mais experientes com o objetivo de compreender suas estratégias.

Ainda segundo a autora,

[...] ao observar e analisar a sua própria vivência e a de outros profissionais que atuam com ele, o mediador pode criar um repertório de práticas que funcionem e que não funcionem. Quanto mais coletivamente essas reflexões são feitas, incluindo os vários membros das equipes de educadores, maiores as chances de mudança na direção de práticas mais consistentes e eficazes. (MARANDINO, 2008b, p. 29)

Porém, é importante que esses momentos não sejam o único ponto de referência para os mediadores.

Sobre o período de adaptação e construção das mediações, alguns mediadores apontaram como indispensáveis a visita em outros espaços de Educação Não Formal. Essas visitas eram anualmente organizadas para que os mediadores tivessem a oportunidade de conhecer outros museus de ciências. Visto que o Estado de Santa Catarina não possui nenhum desses espaços, essas visitas eram feitas em outros Estados.

Uma coisa que eu acho que melhoraria, e que só teve lá no final, é que a gente foi visitar os museus, em São Paulo e tal [Catavento Cultural e Sabina Escola do Conhecimento]. Eu acho que aquilo é importante, porque te tira pra fora do que

está fazendo e você vai ver outros grupos de diferentes locais fazendo a mesma coisa, teoricamente. E você vê como é diferente. Aquilo teve muito impacto! Porque você repensa os erros que também comete. [...] Porque aqui a gente acaba tendo um espaço viciado de formação, porque todo mundo acabava vendo o discurso do outro e construindo o seu próprio. [...] Então quando você vê um outro, que é fora do teu espaço de conforto agindo, eu acho que melhorava muito. (M2)

É possível apreender por meio da fala desse mediador que, para ele, existe uma grande importância nas visitas realizadas aos museus de ciências que apresentam uma proposta de mediação parecida com a do PVC. Para ele, essa experiência permite ao mediador repensar suas ações em função do trabalho do outro. Entretanto, no relato feito por outros mediadores, essa experiência não se mostrou tão proveitosa:

A gente foi na PUC do Rio Grande do Sul. Mas lá não tinha assim... tinha os mediadores, mas não é como aqui no Parque. Você ia lá e brincava nos brinquedos. [...] Não... não teve muita contribuição. Porque lá não tinham muito esses mediadores. Era só mais pra responder as dúvidas e tal. Eu vi assim, que eles não ficavam respondendo o tempo todo. Eram poucas pessoas que interagem. (M3)

Não, não... pra mim foi bem diferente a visita lá [PUC-RS]. Lá é mais à vontade, digamos... se a gente quisesse ter uma instrução a gente procurava. Já no Parque o mediador estava sempre lá pra instruir. Era mais didático, eu acho. (M14)

É importante destacar que o museu de ciências visitado pelo mediador M2 possui uma proposta de atendimento guiada mais próxima ao do Parque Viva a Ciência, e muito diferente da que é oferecida pelo museu visitado pelo mediador M3. Como explicitamos anteriormente, cada instituição decide como será feito o atendimento ao público, portanto, existem muitas formas de mediações entre os diversos museus e centros de ciências do país.

A partir dos relatos citados, podemos considerar que a visita em outros espaços é fato importante para gerar reflexões e contribuir para o trabalho do mediador. No entanto, as opiniões divergentes indicadas pelos mediadores M2 e M3, sobre a contribuição dessas visitas para trabalhos de mediação, revelam a necessidade de um planejamento sobre a escolha do local a ser visitado. Com base nas avaliações desses mediadores, o direcionamento para os espaços que realizam atividades semelhantes ao local de origem dos mediadores parece mais favorável às suas práticas.

Outro fator relevante encontrado nas entrevistas feitas com os mediadores sobre suas capacitações é a necessidade de procurar o conhecimento específico dos conteúdos abordados nos equipamentos. A dificuldade de dominar os conteúdos ocorre com mais frequência para os mediadores que se encontram nas fases iniciais dos cursos de Física.

Bem, se considerar que eu estava na primeira fase, não tinha muito controle sobre o público e nem sobre o conhecimento da Física que cada equipamento tinha... eu acho que [as dificuldades] vinham daí, né... faltava conhecimento mesmo, profundidade no curso. (M1)

Em certos períodos, geralmente nos inícios de semestres, havia mobilizações de todo o grupo para reparar as dificuldades associadas aos conteúdos. Com a supervisão dos dois coordenadores do PVC e professores do Departamento de Física UFSC, professores Nelson Canzian e Débora Peres Menezes, foram realizadas reuniões semanais, em formato de apresentação, nos quais cada mediador tinha a incumbência de explicar e discutir com o grupo o conteúdo de um equipamento. Essas discussões foram aproveitadas para a elaboração dos painéis que acompanham os equipamentos do PVC. No caso do mediador M15, fica evidente que ele percebe a importância desse aspecto em sua capacitação.

Logo que eu entrei começaram a ter reuniões sobre os equipamentos do parque, então eu fui orientado diretamente. Dentro das reuniões a gente estava se organizando pra criar banners sobre o conteúdo que deveria ser apresentado. Então eu acabei aprendendo nesse processo. Do

peçoal dizendo o que achavam que era certo apresentar. (M15)

Podemos considerar que o mediador M15 sentiu-se favorecido pela capacitação, caracterizada por Marandino (2008) de modelo centrado no conteúdo específico, já que as discussões sobre a Física associada aos equipamentos foi elemento importante para lhe dar subsídios para exercer suas atividades. Devemos salientar que a influência desse modelo de formação não elimina as possibilidades do mediador ter se beneficiado de outros modelos. A combinação de tipos de capacitação aparece claramente na experiência do mediador M10:

Mas eu não fiquei só na mediação que eles [os mediadores mais experientes] apresentavam. Eu pesquisei bastante, pra conhecer um pouco mais do equipamento e esclarecer um pouco mais. E não ficar só naquilo ali. Alguns eu consegui, outros não, porque alguns são mais complicados, principalmente na primeira fase, que você não sabe muito de física. (M10)

Esse mediador iniciou suas atividades do PVC quando estava ainda na primeira fase do curso de Física bacharelado. Em casos como esse, em que o mediador ainda não teve contato com os conteúdos de maneira formal no curso de Física, é importante que aconteça uma capacitação que contemple os assuntos exigidos na mediação. Porém, o mediador M10 integrou o grupo do PVC em um período do semestre em que as reuniões sobre os conteúdos já haviam acontecido. Por isso, além de acompanhar o trabalho dos mediadores antigos, ação caracterizada pelo modelo centrado na relação aprendiz-mestre. O M10 procurou complementar sua formação agregando leituras de forma independente. Essa atitude corresponde à capacitação caracterizada como modelo centrado na autoformação. (MARANDINO, 2008)

O aspecto predominante presente na capacitação dos mediadores que ingressaram após as atividades terem sido iniciadas no PVC é certamente o acompanhamento aos mediadores mais antigos. No quadro apresentado a seguir estão sintetizadas as ocorrências dos modelos de capacitação encontradas nas falas dos dezenove mediadores entrevistados. Ressaltamos que os modelos apresentados, com base no trabalho de Marandino (2008), podem ser identificados nas capacitações dos mediadores de maneira complementar, ou seja, um mediador pode ter sido amparado por mais de um tipo de capacitação.

Quadro 2.3 - Modelos de formação para os mediadores entrevistados após primeiro grupo.

MODELO	FREQUÊNCIA
Centrado no conteúdo específico	11
Centrado na prática	1
Centrado na relação aprendiz-mestre	19
Centrado na autoformação	3
Centrado na educação e comunicação	0

Fonte: Autora, adaptado de Marandino (2008)

É possível perceber que apenas um dos mediadores entrevistados, que não pertenceram ao primeiro grupo, mencionou ter aprendido sua função diretamente na prática.

Me deixaram uma semana... bom, me falaram pra observar como eles [antigos mediadores] iam fazendo e se eu tivesse alguma pergunta eles me ajudariam e que era pra eu ver por um tempo como é que funcionava, até eu me sentir à vontade pra mediar. Mas depois de uma semana eu mediei porque estava sozinho. Daí não teve jeito, tive que aprender rápido, fazendo mesmo. (M9)

Fica claro que ele foi exposto ao modelo capacitação centrado na prática devido à ausência dos colegas que dividiam o horário de trabalho com ele. Nessa situação, em específico, o PVC estava com um grupo reduzido de mediadores e ele se viu obrigado a cumprir o atendimento à turma, mesmo não se sentindo seguro para realizar tal atividade. No entanto, considerando que todos esses mediadores iniciaram suas atividades após o primeiro grupo ter construído um roteiro oral de atendimento, é compreensível que não tenham como base principal de capacitação o modelo centrado na prática, que prevaleceu no caso dos integrantes do primeiro grupo.

A formação do mediador, em geral, ocorre no cotidiano das ações educativas das instituições. Para Marandino (2008b), assim como a formação continuada de professores, a formação continuada de mediadores pode se dar por meio do desenvolvimento de projetos, participação em congressos ou encontros da área, grupos de discussão,

realização de cursos, dentre outras atividades que promovam a ação reflexiva sobre a prática educacional.

É interessante pensar na capacitação dos mediadores sob o ponto de vista dos conhecimentos e saberes que lhes são exigidos em suas práticas. Pois, se por um lado, a capacitação dos mediadores é essencial para um trabalho satisfatório e gratificante, em que ocorra uma mediação que auxilie a participação do público com as exposições de maneira questionadora, motivadora e reflexiva; por outro lado, é importante ter clareza sobre os pontos centrais de saberes que os mediadores precisam movimentar em suas práticas.

Queiroz et al (2002) realizou um trabalho investigativo sobre os saberes movidos por mediadores de um museu. A partir desse trabalho, considerando suas especificidades em relação aos mediadores do PVC, investigamos nas falas dos mediadores entrevistados os saberes que eles julgam imprescindíveis para realizar tal função.

2.2 OS SABERES DOS MEDIADORES DO PVC

Os saberes docentes já tratados pela literatura permitiram reconhecer na mediação humana em Educação Não Formal seus saberes compartilhados e específicos. Nessa conjuntura, algumas pesquisas foram elaboradas a fim de investigar a atuação dos mediadores. Sob tal perspectiva, Queiroz e colaboradores desenvolveram um trabalho no Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), com o objetivo de caracterizar os saberes sensibilizados pelos mediadores desse Museu.

Queiroz et al (2002) reconheceram nos saberes docentes estudados por diversos autores, dos quais tiveram como principal atributo o conceito de professor reflexivo (QUEIROZ et al, 2002), os saberes atribuídos aos mediadores. Tal concepção considera o professor como um sujeito reflexivo durante sua ação e diálogo com os alunos. Os mediadores dos museus são reconhecidos como “profissionais reflexivos”, pois enquanto ensinam são capazes de refletir sobre suas práticas, seus saberes profissionais são, então, definidos como “saberes da mediação”. Nas colocações de Queiroz et al , ao acreditarem que:

[...] o mediador pode colaborar para tornar uma visita significativa, preenchendo o vazio que muitas vezes existe entre o que foi idealizado e a interpretação dada pelo público ao que está exposto, consideramos que a mediação requer um saber de dimensões particulares: o *saber da*

mediação. (QUEIROZ et al, 2002, p. 78, grifo dos autores).

Ao compartilhar com as concepções dos autores, que compreendem o mediador como agente essencial para melhor aproveitamento das exposições pelo público, entendemos ser convergentes os saberes presentes nas mediações em museus de ciências e outras instituições de Educação Não Formal. Entretanto, cabe salientar que o contexto de pesquisa encontrado por Queiroz et al (2002) se difere aos de outros espaços de Educação Não Formal no que se refere aos conhecimentos pertencentes aos museus (tais diferenças foram caracterizadas no Quadro 1.2). Portanto, possivelmente os saberes categorizados pelas autoras podem admitir algumas ressalvas ao considerarmos os saberes dos mediadores do PVC.

Certos saberes da mediação estão fortemente ligados ao contexto escolar, especificamente quando o público principal de visitantes são turmas escolares. Outros saberes são revelados por conta da própria instituição de Educação Não Formal.

A partir dos saberes identificados por Queiroz et al (2002) nas ações dos mediadores do Museu de Astronomia e Ciências Afins, foram constituídas três grandes categorias: saberes compartilhados com a escola; saberes compartilhados com a escola no que diz respeito à Educação em Ciências; saberes propriamente de museus. Esses saberes estão organizados no Quadro 2.4:

Quadro 2.4 - Categorias de saberes de mediação.

Saberes compartilhados com a escola	Disciplinar	Conhecer o conteúdo da ciência pertinente à exposição a ser mediada.
	Transposição Didática	Saber transformar o modelo consensual/pedagógica de forma a torná-la acessível ao público.
	Diálogo	Estabelecer uma relação de proximidade com o visitante, valorizando o que ele sabe, formulando questões exploratórias gerativas de modelos mentais e dando um tempo para que o visitante exponha suas ideias.
	Linguagem	Adequar a linguagem aos diferentes tipos de público que visitam a instituição de Educação Não Formal.
Saberes compartilhados com a escola no que dizem respeito à educação em ciência	História da ciência	Conhecer o conteúdo da história da ciência pertinente à exposição a ser mediada, distinguindo-o do conhecimento da ciência vigente.
	Visão de ciência	Conhecer aspectos da ciência que dizem respeito à origem do conhecimento científico (incluindo mudanças) e ao status do conhecimento científico em relação a outros conhecimentos humanos (critérios de demarcação).
	Concepções alternativas	Conhecer algumas concepções alternativas ao conhecimento cientificamente aceito, apresentado nas exposições, e saber como explorá-las.

Saberes mais propriamente de museus	História da instituição	Conhecer a história da instituição que abriga a exposição.
	Interação com os professores	Lidar com os professores que acompanham seus alunos à instituição de Educação Não Formal.
	Conexão	Conectar os diferentes espaços de uma mesma exposição ou trilha e conectar diferentes aparatos de um mesmo espaço.
	História da humanidade	Saber situar a temática da exposição num contexto histórico-social mais amplo.
	Expressão corporal	Usar o seu corpo e fazer o visitante usar o próprio corpo na simulação de fenômenos representados nas exposições da instituição.
	Concepção da exposição	Saber das ideias das pessoas que idealizaram, planejaram e executaram a exposição, o que inclui o saber da tendência pedagógica da exposição.
	Manipulação	Deixar o visitante manipular livremente os aparatos e, quando necessário, propor formas de uso que se aproximam da idealizada.
	Ambientação	Saber dos aspectos ambientais das exposições, tais como luz, cor, estilo do mobiliário, etc, se preocupar com a organização do ambiente e funcionamento dos aparatos da exposição e com a dinâmica de atendimento.

Fonte: Queiroz et al (2002).

Diante do exposto, procuramos reconhecer nos relatos dos dezenove mediadores, do segundo grupo de entrevistados, os saberes apontados por eles como indispensáveis para cumprir-se a mediação. Em relação ao trabalho de Queiroz et al (2002), em que os autores listaram os saberes movidos pelos mediadores do MAST, por meio da observação da prática, entendemos que os saberes identificados nesta pesquisa aparecem de maneira consciente para os mediadores, pois eles próprios identificaram tais saberes.

Portanto, identificamos, nas falas dos mediadores do PVC, os saberes categorizados por Queiroz et al (2002) e que estão elucidados a seguir: inicialmente, *os saberes compartilhados com a escola*; na sequência, *os saberes compartilhados com a escola no que dizem respeito à educação em ciências*; e por último, *os saberes mais*

propriamente dos museus (em nosso caso, os saberes mais propriamente dos espaços de Educação Não Formal).

2.2.1 Saberes compartilhados com a escola

2.2.1.1 Saber disciplinar

Este saber refere-se ao domínio do conteúdo científico específico dos equipamentos. É interessante evidenciar que muitos mediadores declaram o saber disciplinar como o mais importante para um bom desempenho no PVC. Esse fator aparece claramente na fala do mediador M7: “Eu acho que de primeira, tem que ter um bom domínio da parte física dos conteúdos, dos princípios que são usados.” (M7). Como os equipamentos do PVC possuem como temática assuntos da Física, o mediador apontou como principais conhecimentos os princípios abordados nos equipamentos.

Juntamente com a indicação do saber disciplinar, o mediador M3 traz uma preocupação:

A gente precisa dominar bastante o assunto. Acho que isso eu senti falta no começo, não me sentia segura em falar pro Ensino Médio, por exemplo, porque eu não tinha tanta convicção. Porque eu entrei [no PVC] no começo da licenciatura, nas fases iniciais. Eu não tinha pegado, por exemplo, oscilações, não tinha visto ainda. Então eu explicava, mas explicava naquela dúvida: será que eu tô falando certo? Será que eles estão entendendo o que eu tô querendo dizer? Então ficava isso meio na dúvida... (M3)

Esse mediador, que ingressou no PVC na segunda fase do curso de Física licenciatura, demonstra uma insegurança em mediar alguns equipamentos no início de suas atividades, principalmente aqueles que ele ainda não tinha estudado formalmente nas disciplinas do curso.

Em ambos os casos os mediadores julgam o saber disciplinar como o principal para realizar suas atividades de maneira satisfatória.

2.2.1.2 Saber da transposição didática

Este saber refere-se à preocupação em transformar o conhecimento acadêmico em um saber acessível e adaptado aos visitantes.

Eu, pelo menos, mudava muito o meu discurso dependendo do público. Eu acho que com as crianças eu tentava levar pro lado mais da curiosidade mesmo. E com o público mais velho, que já tinha tido contato com física e com alguns dos assuntos ali relacionados, aí eu tentava relacionar com o que eles viam em sala de aula. O discurso mudava completamente. (M2)

No discurso pra Ensino Médio eu falava de termos como frequência, força, trabalho, energia, período, falava de algumas fórmulas. Se eu via que a classe ia bem, eu continuava falando com termos. Senão, eu tentava só descrever, simplificar a linguagem. Em vez de falar frequência, eu falava o que significava frequência. Ia adaptando a linguagem...

Nas entrevistas feitas com os 19 mediadores foi muito comum encontrar a preocupação sobre a adaptação da linguagem utilizada na mediação conforme o nível de conhecimentos que os estudantes tinham. O mediador M2 além de mudar seu discurso de acordo com a faixa etária dos estudantes, ainda demonstra que procurava fazer menção ao que estão estudando nas aulas de Física.

2.2.1.3 Saber do diálogo

Este saber foi bastante mencionado pelos mediadores. Trata-se de construir uma aproximação com o visitante, sendo que essa aproximação deve basear-se em questões exploratórias de modo a valorizar os conhecimentos dos estudantes, dando-lhes condições para que exponham suas ideias.

[...] dependendo da turma eu via qual o nível deles. Se fosse terceiro ano era um discurso diferente, se fosse primeiro ano era diferente, se fosse fundamental era bem mais simples. Eu procurava atender a idade e tentava ver o que eles já sabiam. Fazia perguntas pra ver qual o conhecimento

deles, pra ver se podia falar um pouquinho mais ou só o básico mesmo. (M18)

Diversos aspectos que caracterizam o saber do diálogo são encontrados na fala do mediador M18. Ele procurava dialogar com a turma, por meio de perguntas, com o objetivo de identificar os conhecimentos que eles já possuíam e com base nesses conhecimentos adequava o que ele chama de discurso, ou seja, esse reconhecimento da turma definia a complexidade e a maneira como os assuntos que seriam abordados.

2.2.1.4 Saber da linguagem

O saber da linguagem é caracterizado pela adaptação da linguagem utilizada nas mediações aos diversos perfis de públicos visitantes. Todos os mediadores entrevistados demonstraram a necessidade de adequar suas falas conforme o público atendido. Inclusive, com o público não escolar. “[...] quando eram mais novos a gente falava de uma maneira mais simples, dependendo da idade. Quando era mais Ensino Médio, podia usar **uma linguagem mais técnica**, mas apropriada pra idade deles.” (M7, grifo nosso)

O mediador M7 diferencia as linguagens utilizada com os visitantes dizendo ser possível utilizar uma **linguagem mais técnica** com os estudantes do Ensino Médio. Podemos entender o termo linguagem técnica como o uso de termos pertencentes ao campo da Física, portanto, refere-se ao uso de **linguagem científica**. O mediador M7 sentia-se mais a vontade para utilizar tal linguagem com os estudantes de Ensino Médio, pois, nesse período, a linguagem científica passa a fazer parte dos conhecimentos escolares dos estudantes mais fortemente. Esse cuidado com o uso de linguagem científica de acordo com os níveis escolares dos estudantes pode ser inferida segundo o relato do mediador M6:

Com as crianças eu tomava mais cuidado com que palavras usar e tudo mais. Quando eram mais do Ensino Médio, que já tinham visto um pouco mais de Física, aí a gente já podia usar alguns termos que eles já soubessem. Eu falava os mesmos conceitos mas tinha que abordar de forma diferente com as crianças, pra tentar fazer com que eles entendessem. (M6)

Esse mediador ainda ressalta que os conceitos abordados com as crianças e os estudantes do Ensino Médio são os mesmos. A diferenciação que fazia era focada na linguagem que usava para os diferentes grupos.

2.2.2 Saberes compartilhados com a escola, mas que dizem respeito à educação em ciências

2.2.2.1 Saber da História da Ciência

Este saber trata-se do conhecimento da História da Ciência envolvida na exposição. Não obtivemos nas entrevistas elementos indicadores que esse saber faz parte do repertório de saberes conscientemente movidos pelos mediadores do PVC.

2.2.2.2 Saber de visão da Ciência

Diz respeito ao conhecimento do saber da ciência no que se refere às origens do conhecimento científico, ao processo de construção do conhecimento científico e ao status do conhecimento científico em relação a outros conhecimentos humanos.

O mediador M17, ao se referir de forma crítica sobre a utilização do conceito de centro de massa em algumas mediações, aparenta preocupação em não desprezar o processo de construção do conhecimento físico em suas explicações.

Sobre centro de massa, não só no Parque, mas é meio que uma palavra mágica. Na verdade, centro de massa é um conceito que tem que ser construído. Você até pode falar de distribuição de massa... acho que quanto mais você conseguir explicar com elementos das coisas que as pessoas já conheçam, melhor. Quer dizer, os conhecimentos são construídos, não dá pra sair explicando como se aparecessem do nada. (M17)

2.2.2.3 Saber das concepções alternativas

Esse saber está diretamente relacionado ao conhecimento de algumas concepções alternativas em relação ao conhecimento

cientificamente aceito. Além disso, trata-se de saber como explorar tais concepções.

[...] você consegue perceber que geralmente as respostas que eles dão não são as respostas que você quer, daí você vai questionando e acaba mostrando que o que ele achava não está muito certo. Aí sim eu acho importante, porque você questiona, provoca o aluno sobre essas ideias que ele já tem. E é engraçado que eles sempre têm as mesmas ideias em cada equipamento. (M13)

Mesmo sem nomear as “ideias” que os alunos já possuem como concepções alternativas, o mediador M13 entende como é importante considerar essas ideias em suas mediações e reconhece que, de modo geral, elas são semelhantes entre os estudantes.

[...] às vezes a gente acabava esquecendo alguma coisa que a gente queria falar ou mudava, dependendo da turma. Porque parte da mediação vem do que as pessoas perguntam. Por outro lado, elas geralmente tem os mesmos problemas nas mesmas coisas. Isso pra gente é bom, porque já sabemos o que esperar, então fica mais fácil de aproveitar o que eles acham e que está errado. (M11)

Em sintonia com o que foi exposto pelo mediador M13, para o mediador M11, conhecer as concepções alternativas dos estudantes facilita sua mediação, pois ele pode explorar o diálogo com os estudantes aproveitando essas concepções.

2.2.3 Saberes mais propriamente dos museus

Para Queiroz et al (2002), esses saberes dizem respeito às interações exclusivas da instituição. Por esse motivo, apesar dos autores nomearem como os saberes propriamente dos museus, podemos nos apropriar dessa categoria pois entendemos ser possível encontrar esses saberes em outras instituições de Educação Não Formal, como o PVC, devido à afinidade em seus objetivos.

2.2.3.1 Saber da História da Instituição

Trata-se de conhecer a história da instituição em que os mediadores realizam suas atividades. Nenhum dos mediadores entrevistados demonstrou reconhecer ou se preocupar com esse saber em suas atividades.

2.2.3.2 Saber da interação com professores

Esse saber está relacionado com as interações feitas com os professores que acompanham seus alunos às instituições de Educação Não Formal.

[...] no caso dos grupos agendados, os professores acompanhantes absorvem algumas das funções do mediador e tornam-se elemento essencial para a experiência do grupo. Portanto, o diálogo entre o museu e os professores é essencial, buscando, assim, criar novas oportunidades de mediação e, principalmente, levar o que se viu na exposição para a sala de aula, confirmando, dessa maneira, a função educativa do museu. (BRAGA, 2012, p. 162).

Muitos mediadores mencionaram que a interação com os professores que ministram outras disciplinas, que não a Física, era voltada para o controle e a organização da turma. Já com os professores de Física, as interações são de outra natureza, pois têm como foco os conhecimentos estudados pelos estudantes em sala de aula.

Muitos deles não eram de Física, então iam e ficavam ouvindo e aprendendo. E tinha os que eram de Física, que daí ajudavam na explicação, traziam algum ponto que eles tinham estudado na aula, pra relacionar. (M7)

Todos os professores de Física que eu vi ir no Parque participavam junto. Daí a gente tinha até umas propostas diferenciadas, dependendo se o professor quer falar algo antes. O professor, no geral tá aberto pra falar no meio da palavra do mediador. O professor deve estar a vontade, também porque ele sabe qual conteúdo que está

tratando, às vezes o professor mesmo, quando chega no Parque fala que quer focar mais na mecânica, que são alunos do primeiro ano. [...]Mesmo porque era de interesse dele saber o que que está acontecendo ali e ele acaba tendo ideias do que a gente fala pra depois fazer a aula dele. (M11)

Para ambos os mediadores, a relação com os professores de Física acontece por meio de um objetivo em comum, um melhor aproveitamento das mediações pelo professor para as aulas de Física. Portanto, as interferências dos professores nas explicações dos mediadores contribuem para alcançar esse objetivo.

Para o mediador M17, além do aspecto relacionado às aulas de Física, o retorno dado pelos professores é de grande valia para melhorar sua prática:

Achava legal os professores que levavam a turma pro parque, e acompanhavam a mediação pra completar a aula... Nos davam um feedback, do professor pro mediador. Os mediadores podem aprender muito se todos os professores fizessem esse feedback. Acho que é também um dos objetivos de trabalhar nesses lugares, ter contato com os estudantes, mas também com os professores. (M17)

Ele ainda ressalta que sua experiência é enriquecida pelo contato com os professores, e esse contato faz parte do objetivo de trabalhar em um espaço de Educação Não Formal, além do contato com os estudantes.

2.2.3.3 Saber da conexão

Este saber trata-se de conectar os diferentes equipamentos de uma exposição. Ele é reconhecido por alguns mediadores quando refletem sobre a relação que faziam entre os equipamentos do PVC para explorar determinados assuntos. O mediador M13 aponta essa relação:

Eu acho que eles [os equipamentos] ajudavam bastante. Tanto que você via que os [estudantes] maiores associavam com o que eles estavam estudando. Já os menores ficavam surpresos. É

bom também porque dava pra associar dois ou mais equipamentos pra explicar algum conceito. Como os balanços e os do som. (M13)

Como alguns equipamentos do PVC permitem a abordagem de temáticas próximas, é comum que os mediadores aproveitem aspectos das explicações de alguns equipamentos para favorecer o entendimento de outros.

2.2.3.4 Saber da história da humanidade

Trata-se de saber localizar a temática da exposição num contexto histórico-social mais amplo. Não encontramos nas entrevistas elementos suficientes para sugerir que esse saber faça parte do repertório de saberes conscientemente movidos pelos mediadores do PVC.

2.2.3.5 Saber da expressão corporal

Está relacionado à utilização do corpo (mediador e visitante) para simular os fenômenos representados pelos equipamentos. Este saber é manifestado quando os mediadores usam seus movimentos para ilustrar aos visitantes alguma maneira de realizar uma atividade.

Apesar de não encontrarmos evidências deste saber apontadas pelos mediadores nas entrevistas, entendemos que ele está presente devido às características dos equipamentos do PVC, pois, em muitos casos, é necessário mostrar como devem ser manipulados.

2.2.3.6 Saber da concepção da exposição

Trata-se de conhecer as ideias das pessoas que idealizaram, planejaram e executaram a exposição, inclusive o saber da tendência pedagógica da exposição.

Os equipamentos do PVC exprimem uma proposta particular, pois todos são de grande porte, chamados de brinquedos. Estes permitem aos visitantes experimentarem, interagindo diretamente com eles. Uma ideia compartilhada por muitos é que alguns conhecimentos científicos sejam mobilizados pelos estudantes utilizando equipamentos que possam “brincar”. Por esse motivo, a concepção dos equipamentos, ou seja, a concepção da exposição, foco deste saber, é amplamente compartilhada pelos mediadores do PVC. “Normalmente você vai brincar e não para pra pensar no que que eles tem de Física ali por trás.

Trazer isso pros alunos era legal, mostrar que a Física está em tudo”. (M7)

O mediador M7, citado acima, demonstra mobilizar o saber da concepção da exposição pois se preocupa em “mostrar a Física” dos equipamentos, que normalmente são utilizados somente para brincar.

Essa concepção, qualificada como um objetivo do PVC, é expressa pelo mediador M11 ao fazer uma breve análise sobre a utilização dos equipamentos: “Para os propósitos do Parque eu tiraria [...] [a] mangueira do som e o da matemática. Se o propósito é aprender brincando, aprender fazendo... os outros acho que estão de acordo.” (M11)

Para esse mediador, alguns equipamentos possuem uma logística de utilização que não favorecem o propósito do PVC, como por exemplo as mangueiras de som. Segundo o mediador M11, “elas viviam rachando e ainda precisa de silêncio. 20 crianças juntas é impossível”, ou seja, não contribuem para que os estudantes “aprendam brincando”.

2.2.3.7 Saber da manipulação

Trata-se de deixar o visitante manipular livremente os aparatos e, quando necessário, propor formas de uso que se aproximam da idealizada.

Conforme exposto anteriormente, faz parte da proposta do PVC que os visitantes manipulem os equipamentos espontaneamente.

Eu gostava dos brinquedos[...]. Assim, 20 crianças ao mesmo tempo é difícil utilizar alguns deles, mas mesmo assim a gente deixa eles utilizarem à vontade. Os balanços tudo bem, tem 3 balanços, dava pra organizar e eles brincarem um pouco. A gangorra também, até as cadeiras, que tem duas cadeiras, dá também [...]. Os tubos sonoros acho que para as crianças era mais um divertimento. Já para o Ensino Médio virava algo mais interessante pra associar a frequência ao comprimento do tubo. Todos eles brincavam como queriam, até reproduziam algumas músicas. (M11)

O relato do mediador M11 deixa claro seu posicionamento em permitir e incentivar a utilização dos equipamentos pelos visitantes de

maneira livre. Inclusive, menciona que nos tubos sonoros, dos quais são possíveis extrair as notas musicais, alguns visitantes conseguem ensaiar algumas músicas.

Era comum entre os mediadores o questionamento sobre se deveriam ou não fazer com que a visita fosse livre, sem mediação guiada, de modo que os visitantes pudessem escolher qual sequência seguir. No entanto, essa possibilidade sempre esbarrava na dificuldade em atender individualmente todos os estudantes, considerando a relação entre a quantidade de visitantes de turmas escolares (~30 estudantes) e a quantidade de mediadores disponíveis por turno, que normalmente variava de 3 a 6. Assim, os estudantes interagiam nos equipamentos conforme eram desenvolvidas as mediações. Por esse motivo, o mediador M11 aponta a facilidade de promover as interações dos estudantes com os conjuntos dos balanços e das gangorras, que possuem três de cada, e das cadeiras auto-elevatórias, com duas.

2.2.3.8 Saber da ambientação

Este saber está relacionado à preocupação com a organização e funcionamento dos aparatos da exposição e com a dinâmica de atendimento, no que se refere ao modo como será feito o percurso adotado pelos mediadores.

Quando apresentavam problemas de funcionamento, alguns mediadores se demonstraram ativos quanto à recuperação dos equipamentos.

E a manutenção era preocupante, na verdade. [...] Como não tinha dinheiro pra arrumar, a gente saía emendando tudo. (M5)

As cadeiras, lá das polias, elas estragavam direto. Tanto que a gente vivia arrumando, a corda saía da polia, ou um aluno amarrava a corda. Sempre dava um jeito de estragar. [...] O gira-gira a gente trocou a bóia [parte do equipamento que envolve a pessoa enquanto gira], porque estava estragado. (M10)

Ambos os mediadores (M5 e M10) demonstram permear os saberes da ambientação, já que se preocupam e participam ativamente das manutenções. Buscam, com essa atitude, o bem estar do grupo em

seu ambiente de trabalho e, principalmente, dos visitantes ao manipular os equipamentos.

Podemos reconhecer que os saberes levantados nas entrevistas pelos mediadores do PVC vem muito ao encontro dos saberes identificados por Queiroz et al (2002) ao analisarem a prática dos mediadores do MAST. Porém, ainda é preciso ressaltar que os saberes apontados pelos mediadores, possivelmente, não são os únicos presentes em suas práticas. Uma análise mais criteriosa poderia ser feita por meio de observação desses mediadores no exercício de suas atividades. Embora esse aspecto não seja o foco principal de análise das aplicações das sequências didáticas, entendemos essencial conhecer os saberes movidos pelos mediadores com o objetivo de adquirir subsídios para melhor fomentar suas formações e capacitações.

Ao procurarmos os saberes que os mediadores do PVC possuem de forma consciente, ou seja, que demonstram a preocupação de movê-los, podemos identificar saberes marcados por suas percepções de ensino e suas concepções de ciência, entre outros aspectos.

Os elementos apontados indicam a necessidade de se pensar a formação de mediadores sobre os aspectos de conteúdos específicos. Mas, principalmente, maior atenção aos aspectos relacionados à Educação Não Formal e também em seu sentido mais amplo, no que se refere à importância e ao papel dessa modalidade de Educação na formação do cidadão e o potencial desses espaços em colaboração com a Educação Formal.

Assim como a formação de professores para atuação em sala de aula, a formação de mediadores para os espaços de Educação Não Formal requer a construção de discursos racionais, estruturados técnica e emocionalmente, mesmo sabendo que as mediações nunca são iguais, pois as interações com os visitantes são imprevisíveis. Por isso, não pretendemos de forma alguma elaborar receitas para as mediações no cenário da Educação Não Formal. Em harmonia com Queiroz et al (2002, p. 86), “pretendemos apenas fornecer elementos para aqueles que pretendam refletir antes, durante e após suas ações”. Entendemos que o trabalho dos mediadores pode ser enriquecido se estes tiverem aporte teórico para suas mediações, sem abandonar a criatividade e improviso que sempre permearão as atividades da Educação Não Formal.

CAPÍTULO III

ASPECTOS TEÓRICOS

Uma preocupação cada vez maior no Ensino de Ciências é levar o aluno a participar ativamente no processo de construção de conhecimentos. Por esse motivo, buscamos referenciais que tenham como pressuposto o aluno no centro desse processo e encontramos na linha francesa da Didática das Ciências o aporte teórico para este trabalho, que estão de acordo com os aspectos da teoria construtivista de ensino.

Para investigar como as sequências didáticas são efetivadas, utilizaremos especificamente a Teoria das Situações Didáticas, desenvolvida por Guy Brousseau. Quando desenvolvida na década de 70, essa teoria, inicialmente, tinha a finalidade de compreender e possibilitar melhorias no campo da didática da Matemática, de investigar a construção de novos conhecimentos nessa disciplina. Posteriormente, com as adaptações necessárias para atender a certas especificidades, essa teoria passou a ser utilizada no estudo de outras áreas, como no Ensino de Física.

3.1 TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS

A Teoria das Situações Didáticas tem o objetivo de compreender o processo de aprendizagem e as relações entre os elementos do sistema didático: professor, aluno e saber. O professor é o responsável não apenas por criar atividades e problemas, mas também por fornecer condições e preparar situações para que os alunos produzam conhecimentos e resolvam os problemas. Sobre a elaboração de problemas, Brousseau (1986, p. 37) diz que “encontrar boas perguntas é tão importante quanto encontrar soluções. Uma boa reprodução por parte do aluno de uma atividade científica exige que ele aja, formule, prove e construa modelos.” O autor ainda nos diz que para isso, o “professor deve imaginar e propor aos alunos situações que eles possam viver, das quais os conhecimentos vão aparecer como a solução ótima”. A solução ótima é entendida como a solução que permite ao aluno responder o problema de forma correta e adquirir o conhecimento almejado pelo professor.

O conhecimento, elemento fundamental do sistema didático, a ser aprendido pelos estudantes passa por diversas modificações antes de chegar à forma de ser ensinado. Para Brousseau (2003), o professor tem a responsabilidade de criar questões e situações que favoreça a resolução

de problemas por parte dos estudantes e lhes é exigido que aprendam em um curto intervalo de tempo, conteúdos que foram produzidos por cientistas em longos períodos. Por essa razão, segundo Brousseau (2003) os conhecimentos levados aos estudantes devem ter relação o mais direta possível com sua realidade, tendo como foco principal a maneira como esse conhecimento é apresentado ao estudante.

Nesse contexto, destacamos o conceito de *meio* na Teoria das Situações Didáticas. O *meio* é definido por Brousseau (2003, p. 3) como “[...] o sistema antagonista do ator. Em uma situação de ator, o chamado ‘meio’ é tudo que está no aluno ou aquele em que o aluno está” e é constituído por objetos (materiais, culturais, humanos e sociais) com os quais o ator interage em determinada situação. Antagonista porque o meio põe em dúvida o conhecimento do aluno, exigindo que este procure novas explicações para a tarefa ou problema proposto. O ator tanto pode ser o professor, ao organizar a situação para ensinar, quanto o aluno, que aprende ao agir sobre o meio. Portanto, é através de alterações no meio, causadas pelas situações criadas pelo professor, que o aluno produz seus conhecimentos. Para Brousseau (1986, p. 48), “o aluno aprende adaptando-se a um meio que é fator de contradições, dificuldades, desequilíbrios. Este saber, fruto da adaptação do aluno, manifesta-se na forma de novas respostas, que são provas da aprendizagem.”

Uma situação é definida por Brousseau (2008) como um modelo de interação de um sujeito com as relações que o unem a um meio. “A situação é caracterizada em uma instituição, por um conjunto de relações e de papéis recíprocos de um ou vários sujeitos (estudante, professor, etc.) com um meio, visando a transformação do ambiente através de um projeto”. (BROUSSEAU, 2003, p. 1)

Quando uma pessoa pretende ensinar algo a outra, ela planeja uma situação que envolve tanto os recursos do meio material, como experimentos, problemas, jogos, desafios, fichas, provas e relatórios, quanto o planejamento das maneiras como acontecerá as interações com esses materiais. Essas maneiras são entendidas por Brousseau (1997) como *as regras do jogo ou da situação* e têm o objetivo de controlar o encaminhamento das ações. Podem aparecer, por exemplo, quando o professor define a ordem de interação a ser seguida em um experimento, por meio de um roteiro ou em outra atividade.

Quando uma tarefa é posta para os estudantes resolverem, as regras de interação pré-estabelecidas são fundamentais para que as tarefas sejam desencadeadas por meio dos caminhos planejados pelo

professor. Essas regras irão acompanhar a interação do aluno com o meio durante todo o processo de aprendizagem.

O aluno aprende se adaptando a um meio que é fator de contradições, de dificuldades, de desequilíbrios, um pouco como fez a sociedade humana. Esse saber, fruto da adaptação do aluno, se manifesta pelas respostas novas que são a prova da aprendizagem (BROUSSEAU, 1986, p. 48 - 49).

Somente quando a situação for desenvolvida é que o aluno poderá atingir o aprendizado, isto é, a medida que o aluno interage com o material e age sobre o meio, em busca da solução dos problemas, ele se depara com contradições e desequilíbrios e a partir deles modifica seus conhecimentos.

A partir dessas discussões, Brousseau propõe que as situações podem ser tipificadas em - (a) Não Didáticas, (b) Didáticas e (c) Adidáticas.

3.1.1 Situações não didáticas

Brousseau (2003, p. 2, tradução nossa) define como situações não didáticas aquelas em que a evolução do sujeito “não está sujeita a quaisquer intervenção didática direta”, ou seja, são situações que não possuem um planejamento de atividades voltadas para que alguém aprenda.

3.1.2 Situações adidáticas

Segundo Brousseau (2008), é possível que o aluno adquira conhecimento através de experiências didáticas com o meio, mesmo quando esse meio não seja didaticamente organizado. Por outro lado, quando não há intenção didática na organização desse meio, torna-se inviável ao aluno produzir os conhecimentos científicos e culturais que o professor espera que obtenha. Por essa razão, é necessário que o professor selecione tarefas que possibilitem ao aluno atuar, falar, refletir e evoluir de forma ativa no processo de aprendizagem, agindo por si mesmos.

Essa ação demonstra que o aluno aceitou o problema como seu, ou seja, o aluno se apropria do problema e passa a ter um real interesse

em sua solução, já que sabe que o problema foi selecionado para que ele adquira um conhecimento novo. O problema selecionado pelo professor deve ser capaz de envolver-se com o sistema de interações do aluno e seu meio. Essa situação, em que o aluno aceita o problema como seu e que o professor não intervém diretamente na solução do problema dando a resposta, caracteriza uma *situação adidática*.

O aluno buscará a solução do problema, não apenas para dar a resposta que imagina que o professor espera, mas para resolver a situação, que é percebido como um problema real, mesmo que para isso tenha que renunciar das razões didáticas para identificar o problema.

A tarefa selecionada pelo professor é considerada, por Brousseau (2008), como o momento principal de uma situação mais ampla que dará continuidade ao problema a ser resolvido. Nesse momento, o professor faz a devolutiva ao aluno de uma situação adidática na tentativa de causar nele a interação mais produtiva possível. A partir de então, o professor ingressa em um jogo de interações entre o aluno e os problemas a serem resolvidos. Brousseau (2008, p. 91) define a devolução como “o ato pelo qual o professor faz com que o aluno aceite a responsabilidade de uma situação de aprendizagem (adidática) ou de um problema e assume ele mesmo as consequências dessa transferência.”

O professor faz a devolutiva do problema quando consegue fazer com que o aluno aceite e se aproprie do problema e também busque a solução por entender que esse é um problema seu.

3.1.3 Situações didáticas

Ao considerar uma situação que procura modelizar as relações e interações de uma ou mais pessoas e as circunstâncias em que elas se encontram e que as conectam com o meio observamos uma situação didática. Brousseau considera uma situação didática como “as situações que servem para ensinar” (BROUSSEAU, 1997, p. 2). No caso do estudante, é tudo que contribui para sua formação no contexto de um sistema didático.

Brousseau (2008) caracteriza uma situação didática quando alguém cria uma situação com a intenção de ensinar, ou seja, são situações em que o professor, por exemplo, procura modificar os conhecimentos do estudante.

Uma interação torna-se didática **se, e somente se**, um dos sujeitos demonstra a intenção de modificar o sistema de conhecimentos do outro (os meios de decisão, o vocabulário, as formas de argumentação, as referências culturais). (BROUSSEAU, 2008, p. 53, grifo nosso).

Essa situação deve comportar a intenção didática e deve ser realizada de maneira a provocar a manifestação dos conhecimentos dos estudantes. Para isso, a ação do professor não pode limitar-se a mera comunicação de um saber. Na situação didática é atribuído ao professor a responsabilidade de propor um bom problema ou uma boa tarefa, que desencadeie no estudante a busca por um novo conhecimento.

A fim de descrever as ações dos alunos no processo de construção da resolução do problema, Brousseau (2008) tipifica as situações didáticas em ação, formulação, validação e institucionalização. O autor justifica que essa tipologia possui o objetivo de compreender e analisar atividades específicas do processo de aprendizagem.

3.2 TIPOLOGIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS

Na **situação de ação** o aluno se relaciona por meio de ações e decisões com o meio, que reage com informações às suas decisões (feedback). E é dessa forma que o aluno irá manifestar seus conhecimentos, expressando suas escolhas de forma não codificada ou sem uma linguagem definida. Segundo Brousseau,

Podemos representar esses conhecimentos por meio de descrições de táticas (ou procedimentos) que o indivíduo parece seguir ou pelas declarações daquilo que parece levar em consideração, mas tudo são só projeções. (BROUSSEAU, 2008, p. 28).

Ainda na situação de ação, o estudante empenha-se em procurar a solução de um problema. Para isso, realiza ações imediatas à procura de conhecimentos operacionais. De certa forma, a situação de ação se configura como um jogo, em que o aluno não sabe exatamente como vencer a partida, mas por conhecer as regras do jogo toma suas decisões com o objetivo de ganhar. Esse conjunto de regras que permite ao aluno agir, sem ter consciência clara das suas ações (por não possuir estratégia), que permite observar as manifestações dos alunos em uma

situação de ação, é chamado *modelo de ação implícito*. Para Brousseau (2003), esse modelo é a descrição sistemática do comportamento de um sujeito, como um estudante, em uma situação. Construído por um observador, por exemplo o professor, segundo critérios objetivos para tentar prever o comportamento do estudante.

Na **situação de formulação**, pelo menos dois atores se relacionam com o meio. Estes participam da situação por trocas de conhecimentos codificados por meio de uma linguagem, que pode ser variada. Esses atores podem ser entendidos como dois estudantes ou mesmo estudante e professor.

Segundo Brousseau (2008), o conhecimento é formulado pela capacidade de ambos os sujeitos se relacionarem com o meio, reconhecer, identificar e reconstruir suas ações na busca da solução do problema. “O meio que exigirá do sujeito o uso de uma formulação deve, então, envolver (efetivamente ou de maneira fictícia) um outro sujeito a quem o primeiro deverá comunicar uma informação”. (BROUSSEAU, 2008, p. 29)

Dessa forma é necessário que um ator forneça informações suficientes dos conhecimentos em jogo para o outro tomar decisões sobre o meio. Nesse tipo de situação é importante que ambos os interlocutores cooperem para construir a solução do problema, ou seja, o sucesso da situação exige que o conhecimento formulado por um seja em colaboração com o outro. Esse conhecimento é fundamental para os atores tomarem decisões sobre o meio.

Nessa situação o estudante já utiliza alguns conhecimentos ou linguagem mais rebuscada para formular uma resposta, ou seja, “a formulação de um conhecimento corresponderia a uma capacidade do sujeito de retomá-lo (reconhece-lo, identifica-lo, decompô-lo e reconstruí-lo em um sistema linguístico)” (BROUSSEAU, 2008, p. 29). Uma situação é caracterizada como de formulação quando, por exemplo, o professor solicita que os estudantes expressem em palavras suas explicações sobre um determinado conhecimento, tanto na forma oral quanto na forma escrita.

A **situação de validação** é aquele em que a solução de um problema exige que os agentes concordem com a validade do conhecimento presente na situação.

Considerando uma situação em sala de aula, em que dois alunos ao serem questionados sobre determinado conhecimento divergem nas suas explicações, torna-se necessário que algum deles ou mesmo o professor valide o conhecimento que possui. É necessário que essa validação ocorra por meio de conhecimentos presentes “no campo de

saberes já consolidados” (BROUSSEAU, 2008, p. 30), ou seja, conhecimentos já construídos pelos envolvidos. Assim, as mensagens aparecem na forma de conceitos, teoremas ou demonstrações.

Nesse tipo de situação pode haver desacordos entre as pessoas envolvidas. Nesse caso, um pede ao outro melhores explicações e justificativas sobre o conhecimento em questão:

Juntos, encarregam-se das relações formuladas entre um meio e um conhecimento relativo a ele. Cada qual pode posicionar-se em relação a um enunciado e, havendo desacordo, pedir uma demonstração ou exigir que o outro aplique suas declarações na interação com o meio. (BROUSSEAU, 2008, p. 30).

Os atores que se enfrentam, que pode ser professor e aluno ou aluno e aluno, confrontam suas ideias por meio da troca de opiniões até acordarem sobre um conjunto de enunciados, com o uso de teorias, leis e argumentos científicos. Nessa situação o aluno deve reconhecer a finalidade de determinados conhecimentos.

Inicialmente, pensava-se que todos os tipos de situação se limitavam ao de ação, formulação e validação. Porém, percebeu-se que antes de passar para uma próxima lição, os professores necessitam retomar as conclusões encontradas pelos alunos de forma a institucionalizar o conhecimento produzido para resolver o problema nas situações de ação, formulação e validação. Essa fase, chamada de situação de **institucionalização**, garante que esse conhecimento passe a ser uma referência que pode ser utilizada posteriormente pelos alunos. Entre os professores, essa situação é comumente chamada de “sistematização”, quando acontece a retomada de conhecimentos abordados anteriormente, para reforçar os conceitos aprendidos a fim de iniciar o tratamento de novos conceitos.

Nesse momento o professor resgata o conhecimento produzido pelos alunos e discute para mostrar que esse conhecimento faz parte de um saber aceito social e cientificamente.

A institucionalização permite que o conhecimento produzido pelo aluno receba um reconhecimento da sua validade, de forma que esse conhecimento agora pode ser utilizado pelos protagonistas da situação sem a necessidade de demonstra-lo e justifica-lo, como ocorre na situação de validação.

Com a evolução das situações de ação, formulação e validação, o aluno pode ser levado a um caminho de aprendizagem no qual cada situação lhe permite um progresso por meio da sucessão de novas perguntas e respostas. Essa evolução (espontânea ou não) das situações é um processo que Brousseau (2008) chama de *dialética*.

Segundo Brousseau (2008, p. 33), as situações de ação, formulação, validação e posteriormente a institucionalização “parecem constituir uma ordem razoável para a construção dos saberes”, considerando que estão ligadas entre si e que cada tipo de situação dá ao aluno diferentes posicionamentos e linguagens para tratar o problema proposto. Enquanto na situação de ação, o aluno se comunica apenas por suas ações, nas situações de formulação e validação é necessário o uso de alguma linguagem para defender e validar o conhecimento construído.

Consideramos também que essa tipificação das situações permite investigar melhor o processo de construção do conhecimento dos alunos. Para compreender essa divisão das situações, podemos considerar um caso em que o professor propõe aos alunos um problema, em forma de questão, para iniciar as atividades. Em nossa pesquisa, os alunos que já estudaram o assunto em sala de aula serão desafiados com seguinte problema: Por que o meu controle não abre o portão do vizinho?

Não será surpresa se imediatamente os estudantes não souberem responder a questão proposta. E é justamente essa impossibilidade que resultará em contradições nas concepções dos estudantes em relação aos conceitos e conteúdos necessários para a solução do problema, pois nesse momento haverá um desequilíbrio no meio em que os alunos estão inseridos.

Voltando ao nosso problema de investigação: como podem ser desenvolvidas as atividades didáticas em espaços de Educação Não Formal afim de contribuir com os diferentes momentos do ensino em sala de aula? Percebe-se que será necessário criar essas situações ou aproximar-se delas, no Parque Viva a Ciência, em que teremos à disposição os equipamentos instalados.

Como elucidado anteriormente, o Parque Viva a Ciência possui dez equipamentos, dos quais a maioria deles podem ser utilizados para trabalhar os assuntos de Ondas e Oscilações, exemplares de nossa proposta. Além disso, levamos em consideração que esses são assuntos presentes nos conteúdos programáticos das aulas de Física do segundo ano do Ensino Médio. A seguir trataremos das situações didáticas nos espaços de Educação Não Formal.

3.3 SITUAÇÕES DIDÁTICAS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: MICRO-SITUAÇÕES DIDÁTICAS

Questionamentos sobre o papel educativo de Museus e Centros de Ciências fazem parte de um rol de objetos de estudo aos quais pesquisadores do campo da educação passaram a se concentrar nas últimas décadas. Essas investigações contemplam temas educacionais mais amplos, que focam no papel social e educacional ou mesmo em questões mais específicas de aprendizagem, processos de ensino, atividades educativas e transposição do conhecimento científico nas exposições.

Muitos visitantes tratam os museus de ciências como local de lazer e diversão, as saídas de escola são caracterizadas pela ansiedade e euforia dos estudantes. Porém, como ressaltado por Marandino (2005, p. 1) ao tratar os Museus de Ciências como espaços educacionais, entendemos que estes podem alcançar perspectivas de “experiências que se projetam para além do deleite e da diversão.”

Em conformidade com as pesquisas nesse campo, entender as especificidades desses espaços são fundamentais para determinar como os processos educativos ocorrem. No contexto da Educação Não Formal podemos perceber algumas particularidades das interações entre os elementos do sistema didático em relação à Educação Formal (ALLARD et al, 1996). Ainda que seja possível reconhecer similaridades em sua intencionalidade, aspectos relacionados aos processos educacionais determinam as especificidades em suas interações. E estas são diferenciadas por componentes como tempo, espaço e objetos pelos quais ocorrem (MARANDINO, 2005).

A questão do tempo é fortemente acentuada, dado que ele é muito breve se consideramos os minutos despendidos na interação com cada equipamento em uma visita, ou seja, o tempo de interação entre os sujeitos nas situações didáticas é uma dessas especificidades. Enquanto que na Educação Formal essas situações podem acontecer durante períodos longos, por exemplo, por uma ou mais aulas (de 50 minutos a 100 minutos), na Educação Não Formal as situações duram alguns minutos (considerando o caso em que o conjunto de situações dura no máximo 1 hora).

A primeira demarcação desse tempo é inicialmente feito pela turma, quando estipula seus horários. Também pode ser feito pela instituição, principalmente nos casos de em que as visitas são agendadas, com horários de início e término. Mas, principalmente, o tempo das interações didáticas na Educação Não Formal é determinado

pela concepção da exposição ou equipamentos e como o mediador conduz essas interações.

Além do tempo de duração das interações didáticas, as relações entre os sujeitos também são diferentes. Na Educação Formal o professor acompanha suas turmas por todo o ano letivo e com isso tem oportunidade de criar e fortalecer os laços com seus estudantes. Já para o mediador, na maioria das vezes não é possível que isso aconteça.

O espaço também difere substancialmente do contexto escolar. Normalmente, os trajetos de Museus e Centros de Ciências são abertos e isso faz com que o visitante sinta-se cativado pelos equipamentos, já que não fazem parte do seu cotidiano. Além disso, há aspectos relacionados ao arranjo dos comportamentos, é recorrente que diversos visitantes conversem simultaneamente ou mesmo enquanto alguns conversam, outros interagem diretamente com os equipamentos.

Nesse sentido, é importante que os educadores desses espaços se disponham a preparar e organizar os dispositivos de modo a melhor explorar o reduzido tempo disposto para as interações didáticas presentes nas mediações. Nessa linha, o fator favorecedor para melhor aproveitamento das instituições de Educação Não Formal é perceber as exposições não apenas como sequências de assuntos independentes, mas sequências relacionadas.

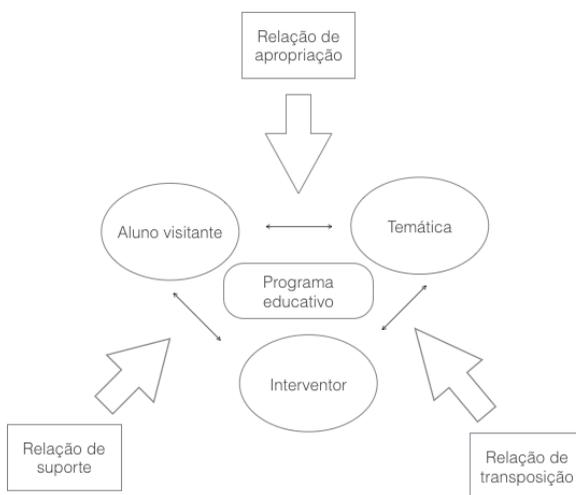
Os discursos determinados pelos assuntos focados das exposições estão diretamente apoiados pelos objetos (ou equipamentos) contemplados. Para Marandino (2005), esses objetos são fonte de riqueza e interatividade, os quais permitem ao visitante se sensibilizar, se apropriar e favorecer o diálogo com outros visitantes, mediadores ou professores acerca de sua compreensão sobre o tema. Em um sentido mais amplo, a autora aponta como crucial a constituição desses objetos como objetivo de formação de mediadores e educadores dos Museus de Ciências e também para os outros espaços voltados para a Educação Não Formal.

Escola, Museus e Centros de Ciências tem em comum a intenção educacional. No entanto, as distinções entre tais instituições acabam por determinar como as estratégias didáticas podem ser elaboradas em ambos os campos. Na escola o objeto tem a função de instruir e educar um público consolidado por idade ou formação. A programação é imposta previamente e, apesar de permitir diferentes interpretações, serve como ponto regulamentador para o trabalho dos educadores. As atividades didáticas sempre são realizadas em classes e são apoiadas por livros didáticos. Sendo que o tempo de convívio é por volta de dois semestres letivos.

Na Educação Não Formal, os objetos recebem o papel de expor, estudar e, no caso específico dos museus, recolher e conservar. O utilizador é passageiro e, de modo geral, livre. A mesma exposição deve atender a diversos grupos, de idades e formações distintas. Em oposição à escola, o tempo empregado pelo público gira em torno de 1 hora.

Ao considerar essas especificidades, Allard et al (1996) propuseram um modelo para a Situação Pedagógica no Museu. Tal modelo contempla a relação entre o aluno visitante e a temática da exposição, chamada de relação de apropriação. A relação entre a temática e o interventor é denominada de relação de transposição e a relação entre o interventor e o aluno visitante é compreendida como relação de suporte. No centro dessas relações está o programa educativo e, em seu entorno, todos os aspectos que são específicos do Museu. Esse modelo pode ser sintetizado pelo esquema da Figura 2.14:

Figura 3.14 - Modelo representativo da Situação Pedagógica no Museu.



Fonte: ALLARD et al, 1996, p. 8.

Para os autores,

[...] este novo modelo não pretende abordar todas as questões em educação em museus. No entanto, tem a vantagem de se adaptar ao museu um modelo pedagógico já experimentado. A este respeito, é uma boa fonte de inspiração, discussão e progresso. (ALLARD et al, 1996, p. 8, tradução nossa).

O progresso feito por Marandino (2001) quando estudou cuidadosamente a “relação da transposição”, é indicado pelos autores Allard et al (1996) ao fazerem referência ao conceito de Transposição Didática com base no trabalho de Chevallard (1991), sendo que no processo de mediação o saber apresentado é transformado para se tornar compreensível aos alunos visitantes. Esse conceito, estudado inicialmente no contexto do ensino escolar de ciências e matemática, assume a existência de uma epistemologia escolar, de modo que o *saber sábio* produzido pela academia sofre transformações a fim de se tornar um *saber a ser ensinado*. De maneira análoga, Allard et al (1996) reconhecem nas visitas escolares aos museus situações nas quais ocorrem processos de transformação dos saberes pela mediação entre o conhecimento em foco nas exposições e o alunos visitantes.

Marandino (2001) analisou a construção do discurso em exposições sobre Biologia em Museus de Ciências, estudando os processos, atores e saberes envolvidos. A autora conclui que

[...] para além da Transposição Didática ocorrida durante a visita no momento da mediação entre saber exposto e público, outras transposições tiveram em curso na própria elaboração desse saber exposto. O que para nós se constitui como discurso expositivo, é resultado de seleções que a cultura científica passa e que são mediadas pelos diferentes saberes dos diversos atores envolvidos na produção da exposição. Além disso, essa produção é também determinadas pela história dos museus de ciência, pelas histórias das instituições em particular, pelas políticas de ciência e tecnologia, de educação e de cultura que, junto com os saberes e atores antes mencionados, constituem-se como um jogo de poder o qual determina as vozes e os saberes que serão

hegemônicos no discurso expositivo final. (MARANDINO, 2005, p. 4-5).

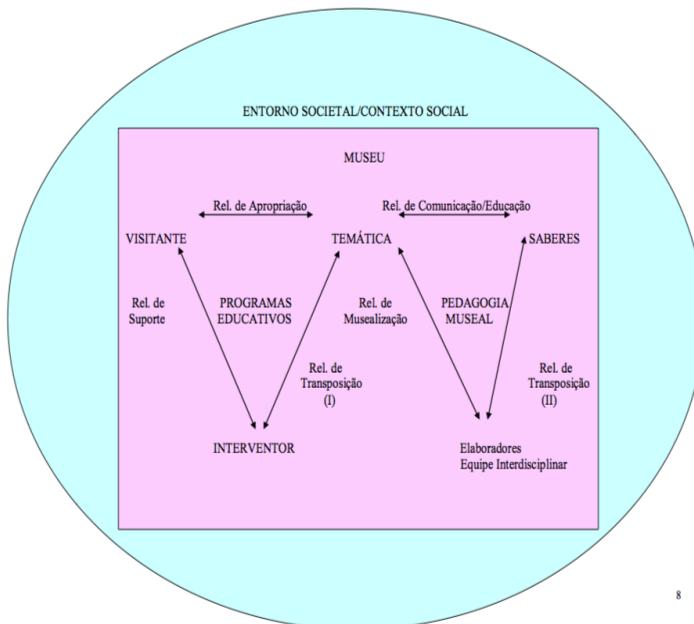
Portanto, para Marandino (2001), a Transposição Didática ocorrida nos Museus de Ciências extrapola o processo de mediação dos conhecimentos aos visitantes. Para a autora, os saberes dos diversos atores comprometidos com a exposição envolvem desde a história da instituição de Educação Não Formal à mediação feita aos visitantes. Tais saberes constituem outras transposições que determinam a elaboração do saber exposto.

A partir dessas reflexões e com base no modelo pedagógico museal de Allard et al (1996), Marandino (2001) elaborou uma proposta de compreensão das relações pedagógicas que ocorrem nos museus, considerando os processos de transposição que ocorrem na elaboração do discurso expositivo e aqueles da mediação com os visitantes. Esse modelo

[...] tem a intenção de afirmar os espaços de museus enquanto locais onde se estabelecem relações pedagógicas próprias e que, em um determinado momento, poderão ser utilizados pela escola ou qualquer outra instituição ou grupo social. (MARANDINO, 2005, p. 7).

A relação de Transposição Didática contemplada no modelo de Allard et al (1996) é observado em dois pontos (I e II) no modelo elaborado por Marandino (2005) para a pedagogia museal, como pode ser visto na figura abaixo:

Figura 3.15 - Modelo pedagógico museal



Fonte: MARANDINO, 2005, p. 8.

Segundo esse modelo, a pedagogia museal é composta pela relação entre diferentes saberes, que passam por processos de transposição. A primeira parte do modelo trata da Transposição Didática/museográfica (I) feita pelos mediadores (interventores), que a partir da temática da exposição tornam comunicáveis os saberes ao público. A segunda parte do modelo corresponde diretamente ao modelo proposto por Allard et al (1996). Está relacionado aos programas educativos desenvolvidos nos museus em parceria com outras instituições sociais, como as escolas. Os interventores são os agentes que fazem a transposição didática (II), transformando o conhecimento exposto no museu de modo a se tornar compreensível ao público. Envolvendo todas essas relações existe um contexto social mais amplo, que inclui outros atores, por exemplo, de ordem política, histórica, econômicas, como órgãos financiadores, influenciam diretamente nessas relações. (MARANDINO, 2005) .

O modelo elaborado por Marandino (2005) tem a intenção de auxiliar a compreensão dos processos educacionais que acontecem nos Museus de Ciências e é nesse modelo, mais propriamente no discurso feito pelo mediador, que nos localizamos para propor uma forma de estruturar as mediações em espaços de Educação Não Formal.

Longe da intenção de criar uma receita a ser seguida rigorosamente para os atendimentos em Museus e Centros de Ciências, esperamos que os elementos contemplados nessa proposta possam ser norteadores para os atendimentos a grupos escolares que procuram nas visitas contribuições para as aulas de ciências no contexto escolar.

Vimos que os principais elementos que diferenciam a Educação Formal da Não Formal estão relacionados ao tempo, espaço e objetos. Entretanto, as diferenças entre essas modalidades de Educação refletem diretamente no tratamento com o conhecimento em questão. Podemos resgatar Gohn (2006) e Marandino (2008) para ressaltar que na Educação Formal os conhecimentos são abordados por conteúdos historicamente sistematizados, sendo que a escola deve dar conta de todos esses conteúdos. Já a Educação Não Formal, apesar de comportar intenção didática, os conteúdos são abordados de forma pontual, ou seja, sem o compromisso de contemplar todos os conteúdos curriculares presentes no contexto escolar.

Ao considerar essas características, inspirados na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau, nossa proposta consiste em definir as situações didáticas em espaços de Educação Não Formal como **micro-situações didáticas**. Estas possuem correspondência direta às situações didáticas pensadas por Brousseau. No entanto, a questão da limitação temporal de interação entre estudantes e mediadores, no tratamento com o conhecimento, faz limitar o envolvimento entre eles.

Em comparação às situações didáticas no contexto escolar, estas são promovidas de acordo com a sequência didática planejada pelo professor que, para envolver um conteúdo em sua totalidade, desenvolve uma sequência didática que pode prever um conjunto de aulas. Enquanto que no contexto no qual estamos trabalhando a visita com várias situações didáticas deve durar em torno de 1 hora. Isso significa que o avanço das micro-situações se faz então de forma mais imediata.

Com base em tais características, as micro-situações didáticas são situações desenvolvidas no contexto da Educação Não Formal, balizadas pela transposição dos saberes feita nesses espaços através de suas exposições, pela relação de proximidade entre estudantes e mediadores e, principalmente, pelo tempo reduzido para constituir as micro-situações. Tais micro-situações são promovidas pelas situações de sua

tipologia, que serão mais bem elucidadas sob a perspectiva dessa modalidade de Educação a seguir.

Na **micro-situação de ação**, as instruções dos mediadores são predominantemente voltadas à manipulação dos materiais ou equipamentos. A partir de uma instrução dada pelo mediador, os estudantes utilizam os equipamentos por conta própria para avaliar suas hipóteses, indicar ou formular possíveis soluções aos questionamentos, mesmo que o mediador não tenha solicitado. Essa manipulação pode ocorrer na busca de desvendar como o equipamento funciona, qual sua finalidade, mesmo que o mediador ainda não tenha revelado sua intenção. Característica importante é que o estudante não precisa expressar seus conhecimentos ou suas escolhas.

Um exemplo desse tipo de micro-situação normalmente aparece no equipamento das parabólicas no PVC, quando o mediador, sem nenhum preparo prévio e de maneira vaga, questiona aos estudantes qual a sua finalidade. Eles investigam o funcionamento de diversas formas. Como as parabólicas são pintadas em gomos amarelos e azuis, muitas vezes os estudantes relacionam à Física das cores, e por isso, tentam girar o equipamento a fim de mistura-las. Essa manipulação, de testar o equipamento, antes do mediador indicar a atividade ou fazer uma preparação prévia, caracteriza uma situação de ação em que os estudantes agem sobre o meio, como uma ação espontânea.

Na **micro-situação de formulação**, após manipular o equipamento, ao serem questionados pelo mediador, os alunos poderão responder questões ligadas às atividades realizadas com o intuito de justificar o que observaram. Nessa micro-situação, os alunos mostram suas ideias, explicitam hipóteses, argumentos, procedimentos e soluções, porém, sem fundamentar a validade dessas justificativas. É importante que na micro-situação os alunos sejam instigados a estruturar explicações para solucionar o problema inicial.

Um exemplo que podemos citar de uma micro-situação de formulação é referente à mediação realizada nos balanços, quando os estudantes argumentam que um balanço “vai e vem mais rápido que o outro”. Ou ainda, quando na mediação das parábolas, um estudante explica para o outro que para “fazê-lo funcionar” deve falar voltado para o foco de uma parábola e esperar que a fala do colega “chegue” até ele. Em ambos os casos os estudantes estão explicitando o que observam sem o uso de termos da física, ou seja, não estão justificando a validade de suas explicações. Nesse momento, o mediador tem papel fundamental em oferecer espaço para que os estudantes se manifestem. A partir dessas argumentações, o mediador deve questionar e estimular

o estudante a fim de auxiliá-lo a se apropriar da linguagem científica e, assim, caracterizar a micro-situação de validação.

A **micro-situação de validação** é caracterizada pela necessidade, exigida pelo mediador, colega ou mesmo professor da turma, de justificar sua hipótese ou resposta. Os alunos poderão confrontar suas ideias a fim de fazer conexão entre o problema e as explicações construídas, com o uso de linguagem apropriada cientificamente. É caracterizada também quando os estudantes procurarem saber se o que disse está correto, no diálogo com o mediador ou professor. Essa busca por uma corroboração pode se manifestar também quando fizerem conexão com as situações vividas em sala de aula.

Um exemplo concreto dessa micro-situação aparece no diálogo sobre a reflexão do som nas parabólicas, quando o mediador solicita aos estudantes que justifiquem por que o som “aparece” na segunda parabólica. Ou ainda, por exemplo, ao explicar sobre o comprimento de onda, um estudante justificou dizendo que é o “lambda” que ele estudou nas aulas de Física.

Por fim, a fase de **micro-situação de institucionalização** acontece quando o mediador retoma a atenção dos alunos e a partir dos conhecimentos dialogados nas situações de ação, formulação e validação procura organizar as informações que possam ter ficado dispersas. Essa etapa tem a função de reconhecer a validade dos modelos explicativos construídos nas situações anteriores e tem como característica ser mais expositora e explicativa por parte do mediador. Essa micro-situação aparece constantemente nas mediações dos equipamentos do PVC. Isso acontece devido ao curto tempo, que obriga ao mediador organizar e sistematizar os conhecimentos discutidos nas atividades.

A construção da proposta de uma sequência didática será feita nos próximos capítulos. Para traçar um caminho metodológico da pesquisa, teremos como aporte a metodologia da Engenharia Didática, criada para se aliar à Teoria das Situações Didáticas de forma a organizar os procedimentos da pesquisa ligados à área da didática.

CAPÍTULO IV

PERCURSO METODOLÓGICO

Toda pesquisa científica é permeada pela dificuldade de se encontrar a melhor maneira de realizar a investigação, ou seja, qual a metodologia que nos permite cientificamente buscar as respostas e chegar às conclusões do problema investigado.

Como o objetivo de nossa pesquisa é a construção de propostas para situação didática em um espaço de Educação Não Formal, encontramos nas concepções da metodologia conhecida como Engenharia Didática as contribuições necessárias para o desenvolvimento da sequência e posteriormente sua análise; especialmente porque a Engenharia Didática é favorável quando:

[...] considera-se um ponto do sistema didático cujo posicionamento parece, por razões de naturezas diversas, pouco satisfatório. Analisa-se esse ponto de funcionamento e as condições que tendem a encontrar um novo ponto de equilíbrio e, depois, trabalhando com essas condições, busca-se determinar condições de existência de um modo de funcionamento mais satisfatório. (ARTIGUE, 1990, p. 282, tradução nossa).

4.1 ENGENHARIA DIDÁTICA

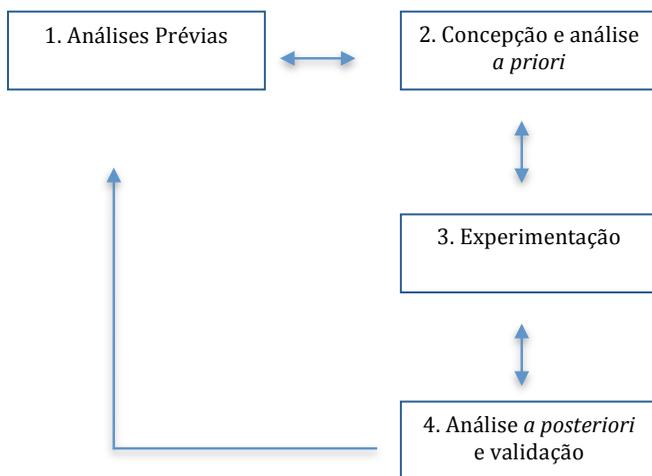
A metodologia conhecida como Engenharia Didática foi elaborada a partir da Didática da Matemática, com enfoque na didática francesa, na década de 1980, tendo como principal desenvolvedora a pesquisadora francesa Michele Artigue. Essa metodologia recebeu esse nome ao traçar uma comparação do trabalho didático ao trabalho realizado por um engenheiro, que deve enfrentar os problemas por meio das ferramentas que possui. Apoiar-se nos conhecimentos científicos de seu domínio, mas deve extrapolá-los quando necessário na busca de soluções inovadoras. Além disso, o engenheiro submete as etapas de seu trabalho a um controle científico rigoroso.

Essa metodologia “[...] se caracteriza em primeiro lugar por um esquema experimental que se baseia nas realizações didáticas em sala de aula, desde a sua concepção, realização, observação e análise das sequências de ensino.” (ARTIGUE, 1990, p. 285, tradução nossa). Para a autora, essa metodologia de investigação procura relacionar a pesquisa

e a ação, sendo que o conceito de “realizações didáticas” permite unir as ações pedagógicas ao trabalho de investigação, legitimando ao professor o papel de pesquisador. A Engenharia Didática permite ao pesquisador organizar os procedimentos metodológicos tanto numa concepção teórica como experimental, prevendo quatro fases, que veremos detalhadamente mais a frente: (a) análises prévias; (b) concepção e análise *a priori*; (c) experimentação; e (d) análise *a posteriori* e validação.

Cada uma dessas fases pode ser retomada no decorrer da pesquisa, conforme as necessidades que surgem ao longo do processo. É possível visualizar a relação existente entre as quatro fases da pesquisa no seguinte esquema:

Figura 4.16 – Esquema representativo das fases da Engenharia Didática



Fonte: Adaptado de Fioreze (2010).

No esquema, os sentidos das setas mostram que a evolução das fases da pesquisa não ocorre necessariamente de forma linear. Assim, o pesquisador possui liberdade em readequar o planejamento didático articulando as três primeiras fases. Já a relação entre a quarta e a primeira fase é caracterizada pelo confronto da análise prévia com a análise *a posteriori*.

A seguir iremos explorar as fases da Engenharia Didática para melhor compreender a elaboração e a aplicação das sequências didáticas no contexto da Educação Não Formal.

4.2 ENTENDENDO AS FASES DA ENGENHARIA DIDÁTICA

A seguir iremos descrever as quatro fases da Engenharia Didática:

Primeira fase – Análises prévias: como o primeiro nível da organização, essa fase tem como objetivo compreender o quadro teórico didático mais geral, ou seja, o pesquisador deve buscar aspectos teóricos para o desenvolvimento da pesquisa, por meio de uma revisão bibliográfica dos principais elementos da investigação, como o ambiente em que ocorrerá a pesquisa, aspectos epistemológicos sobre os conceitos, do ensino atual e de sua importância para os alunos. Portanto, essa fase busca compreender as condições sobre qual pesquisa será realizada.

Para Artigue (1990), na fase das análises prévias o pesquisador deve identificar e reunir os principais elementos teóricos para ter os subsídios necessários para a construção da sequência didática, que é foco das fases seguintes, de acordo com os objetivos da pesquisa. Essa fase pode ser retomada e reelaborada a qualquer momento, de acordo com as necessidades que podem surgir com o decorrer do processo.

Segunda fase – Concepção e análise *a priori*: nessa fase, com base nas informações levantadas na análise preliminar, o pesquisador faz as escolhas didáticas mais adequadas e elabora a sequência didática. É nesse momento que serão delineadas as atividades a serem propostas, considerando-se todo o contexto em que o estudante está inserido.

Segundo Artigue (1990), essa fase acontece por meio das escolhas das variáveis de comando, que podem ser:

Variáveis macrodidáticas ou globais: são aquelas que pertencem à organização global da engenharia.

Variáveis microdidáticas ou locais: são aquelas que pertencem à organização local da engenharia, que se refere a uma sessão ou a uma fase da pesquisa. (ARTIGUE, 1990, p. 291, tradução nossa).

Portanto, o pesquisador leva em conta as variáveis de comando, ou seja, as variáveis pertinentes ao sistema didático (professor, aluno e saber) para fundamentar a construção das sequências didáticas. A manipulação dessas variáveis permite ao pesquisador controlar os procedimentos e alterar as estratégias da situação didática. Para Artigue (1996, p. 205), a análise *a priori* tem o objetivo de:

[...] determinar de que forma permitem as escolhas efetuadas controlar os comportamentos dos alunos e o sentido desses comportamentos. Para isso, ela funda-se em hipóteses; será a validação dessas hipóteses que estará, em princípio, indiretamente em jogo no confronto, operado na quarta fase, entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*.

Para isso, segundo Artigue (1990), a elaboração da sequência didática deve admitir um caráter descritivo e outro preditivo, de modo a considerar o comportamento esperado dos alunos, vinculado às características da situação didática construída. Assim, para organizar o meio (no sentido dado por Brousseau na Teoria das Situações Didáticas) o pesquisador deve descrever as variáveis de comando (locais ou globais) escolhidas que caracterizam a situação didática. Além disso, deve prever os comportamentos dos estudantes e como a situação permitirá gerenciar esses comportamentos em benefício dos objetivos.

Terceira fase – Experimentação: essa fase consiste na aplicação em campo da sequência didática elaborada na fase anterior. Nessa fase o pesquisador deve obter os dados necessários para responder à sua pergunta de pesquisa e atender aos seus objetivos. Esses dados podem ser obtidos internamente, como observações feitas sobre as atividades de ensino e possíveis produções dos alunos, ou externamente, como questionários e entrevistas, que podem ser solicitados a qualquer momento da pesquisa.

Se necessário o pesquisador é livre para corrigir detalhes da sequência didática. Para isso, deve retornar às fases anteriores, em um processo de complementação, a fim de aperfeiçoar a situação didática.

Quarta fase – Análise *a posteriori* e validação: a última fase é constituída pela análise e validação dos dados recolhidos durante a fase de experimentação.

Na análise *a posteriori* os dados devem ser organizados e analisados de acordo com o referencial teórico adotado. Esse conjunto

de dados deve ser confrontado com o que foi planejado na concepção e análise *a priori*:

O objetivo da análise *a priori* é determinar em que as escolhas efetuadas permitem controlar o comportamento dos alunos e o significado de cada um desses comportamentos. Para isso, ela vai se basear em hipóteses e são essas hipóteses cuja validação estará, em princípio, indiretamente em jogo, na confrontação realizada na quarta etapa entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*. (ARTIGUE, 1990, p. 294, tradução nossa).

A validação mencionada pela autora consiste na constatação da efetividade ou não das hipóteses construídas na fase da análise *a priori* em relação à análise *a posteriori*. Assim, o objetivo é confrontar as observações feitas durante a experimentação com os objetivos determinados *a priori*, a fim de contribuir com a melhoria das situações didáticas. Por conta dessa característica a Engenharia Didática se diferencia de outras metodologias, pois não necessita de validação externa, ou seja, a comparação entre grupos experimentais e grupos de testes.

4.3 FASES DA PESQUISA

Conforme a metodologia da Engenharia Didática, nossa pesquisa será guiada pelas fases de análises prévias, concepção e análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori* e validação. Inicialmente iremos apresentar o levantamento feito na literatura de trabalhos relevantes à nossa pesquisa. Em seguida vamos avançar para a segunda fase prevista pela metodologia, que consiste na elaboração da sequência didática, que será realizada à luz da Teoria das Situações Didáticas. Sobre a fase da experimentação, vamos discutir os aspectos que facilitaram ou dificultaram a aplicação das sequências didáticas e da obtenção dos dados. Por fim, confrontaremos os dados recolhidos com a aplicação da sequência didática planejada à luz da Teoria das Situações Didáticas com os elementos da fase de concepção e análise *a priori*.

4.3.1 Análises prévias

Nesta pesquisa temos como objeto principal de estudo a relação entre a Educação Formal e a Não Formal. Portanto, nessa primeira fase traremos alguns autores para muito brevemente apresentar algumas considerações que, aliadas às elucidadas no primeiro capítulo, justificam a pertinência dos espaços de Educação Não Formal para o Ensino Formal de Ciências.

Aspecto importante dessa relação, apontado por Lowman (2004), é a possibilidade de integração dos conhecimentos dentro e fora da sala da aula de Ciências. Conforme o autor, o imprescindível dessa relação não é o julgamento de valores sobre qual atividade é mais importante, mas sim como essas atividades podem ser integradas para favorecer a construção do conhecimento dos estudantes.

Além disso, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio fazem recomendações para as práticas nos espaços de Educação Não Formal, apontando que essas atividades podem ser motivadoras para os alunos. Oliveira e Gastal (2000) afirmam que “[...] o uso de ambientes não formais possibilita a contextualização, aplicação e associação de conceitos e conhecimentos já aprendidos [...] permitindo uma compreensão mais eficiente dos conhecimentos”. Ao avançar em sua análise, sobre os espaços Não Formais e o currículo de Ciências, os autores apontam que as visitas guiadas ou orientadas beneficiam as práticas escolares, pois permitem uma maior organização e sistematização do trabalho do professor, já que recebe aporte das instituições Não Formais para realizar as visitas. Ainda afirmam que essa modalidade de visita oferece melhor aproveitamento no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos escolares.

Ao considerar que as metodologias adotadas pela Educação Formal podem comportar atividades em espaços Não Formais, Haydt (2006) chama a atenção para que não se confundam essas atividades com simples excursões. Já que muitas delas acabam sendo banalizadas, pois supervalorizam o caráter de entretenimento, que reduzem o propósito e a qualidade do aprendizado de conhecimentos científicos.

Marandino (2001, p. 93), ao questionar se os professores devem ou não atrelar a visita ao museu ao programa da disciplina escolar, conclui que este é um dilema falso, pois:

[...] o mais importante é a maneira pela qual a relação com o conhecimento é estabelecida. Assim, a perspectiva deve ser a ampliação da

cultura, mas estabelecendo relações com os conhecimentos que estão sendo trabalhados concretamente em aula. Para a escola, dois ganhos se dão: os conteúdos de aula se tornam mais dinâmicos e o aluno percebe diferentes formas de articulação entre os temas abordados.

A escola, quando se relaciona com a Educação Não Formal, não precisa abrir mão do seu currículo, mas deve articulá-lo com os conteúdos disponíveis nesses espaços. Porém, é preciso ter clareza de que os espaços de Educação Não Formal possuem suas próprias identidades e propostas pedagógicas e, portanto, não devem se resumir a meros complementos da escola. Segundo Marandino (2001, p. 98), Educação Formal e Não Formal possuem espaços que “[...] se interpenetram e se complementam mutuamente e ambos são imprescindíveis para formação do cidadão cientificamente alfabetizado”.

No próximo capítulo deste trabalho, iremos descrever toda a construção das sequências didáticas planejadas à luz da Teoria das Sequências Didáticas de Brousseau, adaptadas aos espaços de Educação Não Formal em função do momento do tratamento formal dos conteúdos abordados.

CAPÍTULO V – A CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo temos o objetivo de apresentar a construção das sequências didáticas previstas pela segunda fase da metodologia da Engenharia Didática. As sequências foram elaboradas à luz da Teoria das Situações Didáticas, considerando as micro-situações didáticas pensadas para os espaços de Educação Não Formal. Inicialmente, apresentaremos o desenvolvimento da sequência didática para as visitas pré-conteúdo escolar, ou seja, para as turmas que ainda não tiveram o conteúdo formalizado em sala de aula. Em seguida, será apresentada a sequência didática para as visitas pós-conteúdo escolar, considerando as turmas que já estudaram os assuntos abordados nas visitas. Por fim, será descrita a terceira fase da Engenharia Didática, a experimentação. Nela, iremos apontar os aspectos que facilitaram ou dificultaram as aplicações das sequências didáticas no Parque Viva a Ciência.

5.1 CONCEPÇÃO E ANÁLISES A PRIORI

A segunda fase da Engenharia Didática prevê a escolha das variáveis de comando. Relembrando, essas variáveis são definidas como macrodidáticas, que compõem o quadro mais amplo das situações didáticas e as microdidáticas, que são referentes às escolhas feitas para a elaboração das atividades.

Foram determinadas as seguintes variáveis macrodidáticas que permitiram a caracterização da sequência didática em um espaço de Educação Não Formal:

- (a) o ensino dos conteúdos de ondas e oscilações;
- (b) a adoção da Teoria das Situações Didáticas como aporte teórico para a construção das sequências didáticas;
- (c) a utilização de equipamentos de um parque de ciências como recursos didáticos;
- (d) turmas de estudantes que **não estudaram** o assunto em sala de aula;
- (e) turmas de estudantes que **já estudaram** o conteúdo em sala de aula.

As variáveis microdidáticas foram determinadas pontualmente para cada atividade da sequência didática. Essas variáveis visam enfatizar a interação dos estudantes com os equipamentos e com outros objetos utilizados, dentro do contexto dos conteúdos selecionados. Apresentaremos, aqui, essas variáveis em conjunto com cada atividade.

A escolha da temática de ondas e oscilações é justificada pelo espaço selecionado para realização desta pesquisa, porque possui a maioria dos equipamentos voltados para esses assuntos. Após definir o assunto em seu sentido mais amplo, para as turmas que **não estudaram o assunto**, definimos o foco das sequências didáticas ao introduzir os conceitos de frequência, período, amplitude, comprimento de onda, bem como os meios de propagação das ondas sonoras e nossa capacidade de percepção das diferentes frequências.

Para as turmas **que já estudaram o assunto**, o foco será as principais características das ondas eletromagnéticas e sua interação com o meio material. A escolha dessas temáticas nos deu subsídios para a construção do meio didático, que serviu como interação entre os elementos do sistema didático.

É importante salientar que o enfoque principal da proposta não está nos equipamentos ou conteúdos propriamente ditos. A contribuição deste trabalho está na forma de trabalhar e desenvolver a sequência didática a partir de uma nova proposta, envolvida por uma micro-situação didática. A ideia é que o meio seja disposto para que o estudante atue e construa seus argumentos para se envolver nos questionamentos do mediador.

Para favorecer essa fase da Engenharia Didática, de acordo com Artigue (1990), foram planejadas todas as etapas das sequências didáticas com o objetivo de garantir o caráter descritivo da metodologia. Apesar de não podermos antever todas as respostas e interações com os estudantes, fizemos uma tentativa de prever algumas possíveis respostas dos estudantes para as micro-situações didáticas promovidas. Contudo, almejamos que a própria sequência didática possa se adequar às prováveis variações causadas pelas interações de estudantes e mediadores no momento da aplicação.

Para criar as micro-situações, tivemos à nossa disposição os equipamentos instalados no Parque Viva a Ciência, entre esses, três possibilitam abordagens sobre o assunto ondas e oscilações: **balanços** – composto por um conjunto de três balanços com correntes de comprimentos diferentes; **tubos sonoros** – possui oito tubos de metal com a mesma espessura, porém, com comprimentos diferentes; **parabólica** – é constituído por duas parabólicas de raio um metro e separadas por uma distância de aproximadamente vinte metros (mais detalhes na Figura 1.2). O objetivo principal do equipamento das parabólicas é investigar a reflexão do som em contato com uma superfície parabólica, porém em nossa sequência didática esse equipamento foi utilizado para discutir a propagação das ondas sonoras.

É importante ressaltar que a utilização dos equipamentos está condicionada à necessidade dentro das atividades propostas. Além disso, quando necessários, serão utilizados artefatos ou imagens para auxiliar a abordagem de certos conceitos.

A seguir, descreveremos as considerações para as atividades planejadas. Primeiramente, no que se refere à sequência didática direcionada às turmas que não tiverem o conteúdo formalizado nas aulas de Física. Em seguida, faremos o mesmo para as turmas que já tiveram contato com o conteúdo. Sendo que os dois casos apresentam características semelhantes, pois foram utilizados alguns equipamentos em comum para realizar as atividades.

5.1.1 Visitas pré-conteúdo escolar: sequência didática para turmas que não possuem os conteúdos formalizados em sala de aula

Para esse perfil de estudantes, o objetivo da sequência didática é introduzir o assunto de maneira questionadora e motivadora. Nesse planejamento teremos como foco fomentar discussões que estimulem questionamentos sobre os conceitos de frequência, período, também como se propagam e como conseguimos diferenciar as frequências das ondas sonoras pelo nosso sistema auditivo. Entendemos que essas discussões são importantes para que os estudantes tenham um primeiro contato com o assunto. É crucial que o foco da mediação não seja a procura por respostas, mas a oportunidade de gerar perguntas sobre os conteúdos discutidos. Para alcançar tais objetivos, foram previstas quatro atividades, descritas a seguir.

5.1.1.1 Atividade 1: Balanços

Inicialmente, será proposto aos alunos uma atividade utilizando o equipamento dos balanços a fim de relacionar suas características físicas. O objetivo é discutir o que é uma oscilação e sobre a dependência das oscilações aos tamanhos das correntes, enfatizando que o tempo que o balanço leva para fazer um vai-e-vem completo é chamado período da oscilação e que a quantidade de oscilações feitas em um segundo é sua frequência.

As variáveis microdidáticas de comando envolvidas nessa atividade são: os comprimentos das correntes dos balanços e os tempos que os balanços levam para realizar uma oscilação.

Os questionamentos feitos nessa atividade consistem em investigar qual o entendimento que os estudantes possuem sobre

frequência. Entendemos como possíveis respostas dos estudantes aqueles que:

- apontem para o significado geral da palavra frequência, relacionando com os afazeres do dia-a-dia, como, por exemplo, o número de vezes que eles vão à escola por semana;
- apontem como uma característica das oscilações dos balanços; e
- tenham claro o significado de frequência no contexto da atividade.

Assim que discutido o significado de frequência, os estudantes realizaram a tarefa de medir o tempo que os balanços levam para realizar 10 oscilações. Isso foi feito para que pudessem traçar um comparativo com o período de oscilação dos três balanços, relacionando com os respectivos tamanhos das correntes.

A seguir serão descritas as micro-situações planejadas para essa atividade.

5.1.1.1.1 Micro-situações: Atividade 1 – Balanços

A micro-situação de ação será caracterizada quando os estudantes usarem o equipamento e medirem o período de oscilação dos três balanços.

A micro-situação de formulação será qualificada quando os estudantes tentarem justificar o que observaram nos balanços, sem utilizarem uma linguagem apropriada cientificamente.

A micro-situação de validação será compreendida quando os estudantes utilizarem termos científicos ligados aos conceitos de ondas e oscilações para justificarem suas explicações sobre a diferença de frequência entre os balanços.

A micro-situação de institucionalização será caracterizada quando o mediador tomar a atenção para si afim de validar, ou seja, concluir as explicações sobre frequência e período das oscilações.

O quadro a seguir sintetiza as micro-situações pretendidas para a Atividade 1 – Balanços:

Quadro 5.5 – Micro-situações didáticas para Atividade 1 (pré-conteúdo escolar).

Micro-situação de ação	Interagir com os balanços – medir os períodos de oscilações. (estudantes)
Micro-situação de formulação	Justificar o que observam em linguagem simples e não formal. (estudantes)
Micro-situação de validação	Utilizar a linguagem científica: tempo, período, frequência. (estudantes)
Micro-situação de institucionalização	Concluir e validar as explicações. (mediador)

Fonte: autora.

5.1.1.2 Atividade 2: Tubos Sonoros

Para iniciar essa atividade, os estudantes serão convidados a interagir livremente com o equipamento. É esperado que percebam rapidamente que o sons mudam de tubo para tubo. O objetivo é discutir o som como a vibração de um corpo, no qual os tubos mais longos produzem sons mais graves e tubos mais curtos sons mais agudos.

Pretende-se também discutir a relação da frequência da onda sonora com a interpretação humana dos sons, de modo a esclarecer porque ouvimos os diferentes sons, assim como o ouvido humano reconhece apenas determinada faixa de frequência, em média de 20 Hz a 20.000 Hz. Para isso, com o auxílio de algumas imagens representativas do sistema auditivo (Figura 5.17), serão relacionadas a cóclea (Figura 5.18) e as células ciliadas (Figura 5.19) com o nosso reconhecimento

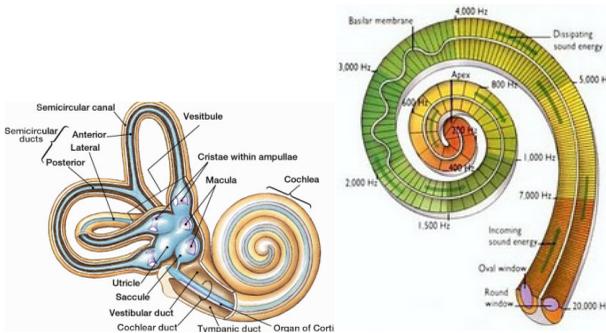
das diferentes frequências das ondas sonoras. Essas imagens foram impressas e serão mostradas aos estudantes no decorrer da atividade. Será o momento também para abordar o modo de propagação das ondas sonoras e sua dependência de um meio material para isso.

Figura 5.17 – Sistema auditivo



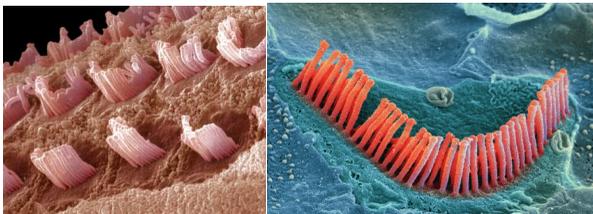
Fonte: http://www.shure.com.br/guiashure/imgs/img_52.jpg

Figura 5.18 – Cóclea



Fonte: http://3.bp.blogspot.com/_Z4DULoHqT08/Sw2yN5QPCI/AAAAAAAAABc/MS5XZo8-JEU/s320/1.jpg;
http://www.sistemanervoso.com/neurofisiologia/08_images/5.jpg

Figura 5.19 – Células ciliadas



Fonte: <http://static.hsw.com.br/gif/ears-ring-loud-noise-1.jpg>;
http://3.bp.blogspot.com/_TSoV7sxpSHw/SzdJTZB8ZJI/AAAAAAAAAFY/8IVkAnzAym8/s1600/hairy-hearing.gif

As variáveis microdidáticas de comando envolvidas nessa atividade são: os comprimentos dos tubos metálicos; os diferentes sons produzidos pelos tubos; e a correspondência das células ciliadas para a nossa percepção das diferentes frequências.

As micro-situações planejadas para essa segunda atividade, estão descritas a seguir:

5.1.1.2.1 Micro-situações: Atividade 2 – Tubos Sonoros

A micro-situação de ação será entendida quando os estudantes interagirem com o equipamento a fim de perceber a diferença de som produzidos pelos diferentes tubos metálicos.

A micro-situação de formulação será caracterizada quando os estudantes estabelecerem a relação entre as diferentes frequências com os diferentes comprimentos dos tubos metálicos, utilizando uma linguagem simples para explicar essa relação.

A micro-situação de validação será considerada quando os estudantes puderem elaborar explicações sobre a produção de sons graves e agudos pelos tubos metálicos, bem como o reconhecimento das células ciliadas como responsáveis pela diferenciação da nossa percepção. Também será considerada como micro-situação de validação se os estudantes estabelecerem um paralelo entre essa atividade e a anterior (balanços).

A micro-situação de institucionalização, nessa atividade, será entendida quando o mediador validar que os diferentes tubos produzem frequências diferentes e as células ciliadas posicionadas em diferentes pontos da cóclea são responsáveis pelo reconhecimento das diferentes frequências.

O quadro a seguir sintetiza as micro-situações pretendidas para a Atividade 2 – Tubos Sonoros:

Quadro 5.6– Micro-situações didáticas para Atividade 2 (pré-conteúdo escolar).

Micro-situação de ação	Interagir com tubos metálicos – diferentes tubos – diferentes sons. (estudantes)
Micro-situação de formulação	Relacionar os diferentes comprimentos com as diferentes frequências. (estudantes)
Micro-situação de validação	Utilizar termos como: graves – agudos; células ciliadas – diferentes frequências, nas argumentações. Traçar paralelo com Atividade 1. (estudantes)
Micro-situação de institucionalização	Concluir e validar as explicações. (mediador)

Fonte: autora.

5.1.1.3 Atividades 3: Parabólicas

Para discutir sobre os meios de propagação das ondas mecânicas, os estudantes realizarão duas atividades. A primeira delas é realizada com o auxílio do equipamento das parabólicas. E a segunda é referente à atividade do telefone com fio.

Nesse equipamento o objetivo é discutir que o som é produzido pela vibração de um material. Nos tubos é a vibração do metal, nesse caso são nossas pregas vocais, assim, o som é propagado pelo ar e refletido pelas parabólicas. Um ponto importante para ressaltar nessa atividade é que os sons se propagam em todas as direções e são

refletidas por outros materiais. Nesse equipamento pretende-se também mostrar que é possível ouvir a conversa das pessoas que estão nas parabólicas apenas se posicionando no meio do caminho em que o som percorre entre elas. Nessa etapa será importante enfatizar que o ar atua como o meio de propagação das ondas sonoras.

É comum que nesse equipamentos os estudantes demorem um tempo para reconhecer que não há truques (fios de comunicação, por exemplo) entre as parabólicas. A variável microdidática de comando envolvida nessa atividade é a distância entre as parabólicas.

As micro-situações planejadas para essa atividade, estão descritas a seguir.

5.1.1.3.1 Micro-situações: Atividade 3 – Parabólicas

A micro-situação de ação será compreendida quando os estudantes interagirem com as parabólicas para se comunicar à longa distância.

A micro-situação de formulação será caracterizada quando os estudantes procurarem explicar como é possível se comunicar por meio das parabólicas, reconhecendo que não há nada (além do ar) entre uma e outra.

A micro-situação de validação será considerada quando os estudantes apontarem a reflexão como responsável pela alteração do trajeto da onda sonora e o ar como seu meio de propagação.

A micro-situação de institucionalização será entendida quando o mediador concluir que: as vibração das pregas vocais produzem o som; o ar atua como meio de propagação; e as ondas sonoras são refletidas pelas parabólicas.

O quadro a seguir sintetiza as micro-situações pretendidas para a Atividade 3 – Parabólicas:

Quadro 5.7 – Micro-situações didáticas para Atividade 3 (pré-conteúdo escolar).

Micro-situação de ação	Realizar comunicação à longa distância. (estudante)
Micro-situação de formulação	Explicar considerando apenas o ar entre as parábolas. (estudante)
Micro-situação de validação	Explicar considerando a reflexão do som e o ar como meio de propagação. (estudante)
Micro-situação de institucionalização	Concluir e validar as explicações. (mediador)

Fonte: autora.

5.1.1.4 Atividade 4: Telefone com fio

Em seguida, os estudantes são direcionados ao equipamento do telefone constituído com dois copinhos ligados por um fio, que já estará pronto. Antes de usar o equipamento, os estudantes deverão tentar conversar – sem gritar – com algum colega a uma distância de no mínimo quatro metros sem o auxílio de aparatos, como telefones ou mesmo as parabólicas. Sabemos que a essa distância os alunos não conseguirão se ouvir enquanto conversam. Porém, ao utilizar os copinhos, será possível conversar com o colega. Com essa atividade será possível explorar que nesse caso, além do ar, o som se propaga através do barbante. Será testado também diferentes tensões em diferentes barbantes.

As variáveis microdidáticas de comando envolvidas nessa atividade são: a distância entre os copos; tensão do barbante; e barbantes de diferentes diâmetros.

As micro-situações planejadas para essa atividade, estão descritas a seguir:

5.1.1.4.1 Micro-situações: Atividade 4 – Telefone com fio

A micro-situação de ação será compreendida quando os estudantes utilizarem os copinhos para se comunicar à longa distância.

A micro-situação de formulação será caracterizada quando os estudantes procurarem explicar como é possível se comunicar através dos copos, apontando o barbante como principal meio de propagação do som.

A micro-situação de validação será considerada quando os estudantes apontarem a dependência da propagação do som com os tipos de barbantes e as tensões a eles aplicadas.

A micro-situação de institucionalização, nessa atividade, será entendida quando o mediador concluir que: o som é propagado pelo barbante; quanto mais denso e tensionado o barbante, melhor para a propagação do som.

O quadro a seguir sintetiza as micro-situações pretendidas para a Atividade 4 – Telefone com fio:

Quadro 5.8 – Micro-situações didáticas para Atividade 4 (pré-conteúdo escolar).

Micro-situação de ação	Testar barbantes com diâmetros diferentes, aplicando diversas tensões. (estudantes)
Micro-situação de formulação	Explicar apontando para o barbante como meio de propagação do ar. (estudante)
Micro-situação de validação	Explicar com os diferentes barbantes e diferentes tensões. (estudante)
Micro-situação de institucionalização	Concluir e validar as explicações. (mediador)

Fonte: autora.

A seguir passaremos a descrever as considerações das atividades planejadas para as turmas que já tiveram contato com o conteúdo.

5.1.2 Visitas pós-conteúdo escolar: sequência didática para turmas que já possuem os conteúdos formalizados em sala de aula.

Na elaboração da sequência para turmas escolares que já tiveram o conteúdo trabalhado em sala de aula, tivemos como pressuposto que esses alunos demonstrariam indícios de conhecimentos acerca das características de ondas, como frequência, período, comprimento e amplitude. Entendemos também que, possivelmente, os estudantes já tivessem contato com os conteúdos relacionados aos comportamentos das ondas, como as diferenças entre ondas mecânicas e eletromagnéticas e seus modos de propagação.

O objetivo dessa sequência didática é, portanto, reforçar o estudo de ondas e oscilações, principalmente sobre as características e o comportamento das ondas sonoras e introduzir o conceito de ondas eletromagnéticas. De modo que ao fim das atividades os estudantes tenham subsídios para discutir porque o controle de um portão não é capaz de abrir outros portões.

Estão previstos três momentos, entre atividades e discussões, a fim de conduzir os estudantes por meio de micro-situações didáticas. As atividades serão descritas a seguir.

5.1.2.1 Atividade 1: Balanços

Como mencionamos, temos como pressuposto que os estudantes já tenham contato com o conteúdo formal de ondas e oscilações. Portanto, nessa primeira atividade o objetivo é reforçar e, se necessário, sanar algumas dúvidas sobre os conceitos de frequência e período. Será discutido com os estudantes que o tempo que o balanço leva para fazer um vai-e-vem completo é chamado período da oscilação e que a quantidade de vezes que o balanço oscila em um segundo é a frequência de oscilação. As unidades atribuídas à frequência e ao período também serão abordadas nessa atividade.

As variáveis microdidáticas de comando envolvidas nessa atividade são: os comprimentos das correntes dos balanços e os tempos que os balanços levam para realizar uma oscilação.

5.1.2.1.1 Micro-situações – Atividade 1

A micro-situação de ação será caracterizada quando os estudantes usarem o equipamento para testar hipóteses e investigar a resposta para as questões do mediador sobre a diferença de frequência entre os balanços.

A micro-situação de formulação será caracterizada quando os estudantes tentarem justificar o que observam nos balanços, sem utilizar uma linguagem apropriada cientificamente.

A micro-situação de validação será compreendida quando os estudantes utilizarem termos científicos de Ondas e Oscilações para justificar suas explicações sobre a diferença de frequência entre os balanços. Também serão consideradas essas situações quando os estudantes fizerem referência a assuntos estudados em sala de aula.

A micro-situação de institucionalização será caracterizada quando o mediador tomar a atenção pra si, a fim de reforçar, ou seja, concluir as explicações já estudadas

O quadro a seguir sintetiza as micro-situações pretendidas para a Atividade 1 – Balanços:

Quadro 5.9 – Micro-situações didáticas para Atividade 1 (pós-conteúdo escolar).

Micro-situação de ação	Interagir com os balanços - diferentes frequências de oscilações. (estudante)
Micro-situação de formulação	Justificar o que observam com linguagem simples. (estudante)
Micro-situação de validação	Utilizar linguagem científica: período, frequência, Hertz; ligação com estudos de sala de aula. (estudante)
Micro-situação de institucionalização	Concluir e validar as explicações. (mediador)

Fonte: autora

5.1.2.2 Atividade 2: Tubos Sonoros

Nesse equipamento será conduzida uma parte importante da discussão. Inicialmente, os estudantes serão convidados a explorar o equipamento. Nele, será importante discutir a relação da frequência da onda sonora com a nossa interpretação dos sons para esclarecer porque ouvimos as diferentes frequências. Para isso, com o auxílio da imagem representativa do sistema auditivo mostrada na Figura 5.17, será relacionada a cóclea e as células ciliadas para o reconhecimento das diferentes frequências das ondas sonoras. Será o momento para

introduzir uma discussão sobre o modo de propagação das ondas sonoras e sua dependência de um meio para isso.

As variáveis microdidáticas de comando envolvidas nessa atividade são: os comprimentos dos tubos metálicos; os diferentes sons produzidos pelos tubos; e a correspondência das células ciliadas para a nossa percepção das diferentes frequências.

5.1.2.2.1 Micro-situações – Atividade 2

A micro-situação de ação ocorrerá quando os estudantes interagirem com o equipamento a fim de perceber a diferença de som produzidos pelos diferentes tubos metálicos.

A micro-situação de formulação será caracterizada quando os estudantes explicarem o que entendem ao utilizar os tubos sonoros sem utilizar termos científicos. Também será caracterizada essa micro-situação quando estabelecerem relação entre o Sistema Auditivo e o nosso reconhecimento das diferentes frequências sonoras.

A micro-situação de validação será considerada quando os estudantes puderem formular explicações mais elaboradas sobre a produção de sons graves e agudos pelos tubos metálicos. E o reconhecimento das células ciliadas como responsáveis pela diferenciação da nossa percepção.

A micro-situação de institucionalização, nessa atividade, será entendida quando o mediador concluir que: os diferentes tubos produzem frequências diferentes e as células ciliadas, posicionadas em diferentes pontos da cóclea, são responsáveis pelo reconhecimento das diferentes frequências.

O quadro a seguir sintetiza as micro-situações pretendidas para a Atividade 1 – Tubos Sonoros:

Quadro 5.10 – Micro-situações didáticas para Atividade 2 (pós-conteúdo escolar).

Micro-situação de ação	Interagir com tubos metálicos – diferentes sons – diferentes oscilações. (estudante)
Micro-situação de formulação	Relacionar o sistema auditivo com diferentes frequências e usar termos simples para explicar tal relação. (estudante)
Micro-situação de validação	Usar termos como graves – agudos; células ciliadas – diferentes frequências. (estudante)
Micro-situação de institucionalização	Concluir e validar as explicações. (mediador)

Fonte: autora

5.1.2.3 Atividade 3 – Espectro eletromagnético

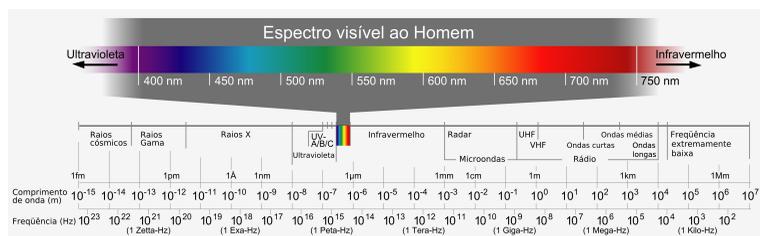
As discussões feitas até aqui servirão para fundamentar esta etapa, que consiste em tratar com os estudantes sobre as ondas eletromagnéticas. Apensar do conteúdo específico de ondas eletromagnéticas não fazer parte da grade curricular do 2º. ano do Ensino Médio, entendemos que a discussão sobre ondas e oscilações pode ser favorecida ao se traçar um paralelo entre as características das ondas sonoras e das ondas eletromagnéticas.

Nessa atividade será questionado aos estudantes sobre os tipos de ondas eletromagnéticas e se estas se comportam da mesma maneira que as ondas sonoras. Esperamos que os estudantes possam citar algumas

ondas eletromagnéticas, como o raio-x e o micro-ondas, mesmo que não consigam ainda identificar as diferenças entre elas ou mesmo entre elas e as ondas sonoras.

A partir dos tipos de ondas eletromagnéticas citadas pelos alunos, o mediador poderá questionar sobre as características que as diferenciam. Esperamos que os estudantes mencionem sobre a diferença entre as frequências de oscilação das ondas. Será apresentada uma imagem de um esquema do espectro eletromagnético (Figura 5.20), de modo a relacionar os tipos de ondas levantadas pelos estudantes aos apresentados no espectro. Procura-se dessa forma, evidenciar que cada onda possui uma frequência de oscilação e essa característica relacionada à faixa de frequência das ondas eletromagnéticas é o que determina como ela é apresentada no espectro eletromagnético.

Figura 5.20 – Esquema espectro eletromagnético



Fonte:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8d/Espectro_eletromagnético-pt.svg/1176px-Espectro_eletromagnético-pt.svg.png

Com essa atividade é importante que os estudantes compreendam a luz visível como uma onda eletromagnética. E a partir disso, será discutido sobre a nossa capacidade de reconhecer apenas essa faixa de frequência, que dará subsídios para, posteriormente, refletir porque o controle de um portão não aciona qualquer outro portão. Utilizaremos também um controle remoto e uma câmera digital para abordar sobre a capacidade da câmera em captar outras faixas de frequências além do visível.

Entendemos que nesse ponto será possível relacionar as diferentes frequências das ondas eletromagnéticas, mesmo dentro de

uma única faixa de frequência do espectro eletromagnético com as diferentes frequências de vibrações dos tubos sonoros. Também esperamos ser possível salientar que diferentemente das ondas mecânicas, como a sonora, as ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio para se propagar.

Após toda essa discussão, será o momento de retomar aos estudantes ao questionamento inicial, de “por que o meu controle não abre o portão do vizinho?”. Nesse momento é esperado que eles considerem a relação entre a frequência emitida pelo controle e a reconhecida pelo dispositivo que aciona o abrir/fechar do portão, assim como relacionar que o similar acontece com outros equipamentos, como a TV, o telefone, o filme fotográfico etc. Nessa discussão é importante destacar a potência de curto alcance do sinal emitido.

A variável microdidática de comando envolvida nessa atividade é: as diferentes faixas de frequências das ondas eletromagnéticas.

5.1.2.3.1 Micro-situações – Atividade 3

A micro-situação de ação ocorrerá quando os estudantes utilizarem a imagem do espectro eletromagnético para investigar as informações sobre as faixas de frequências das ondas eletromagnéticas e/ou o controle remoto e a câmera do celular para investigar sobre a captação do infravermelho pela câmera.

A micro-situação de formulação será entendida quando os estudantes procurarem explicar por que a câmera do celular consegue captar o infravermelho enquanto o olho humano não.

A micro-situação de validação será caracterizada quando os estudantes apontarem sobre relação entre as frequências e os comprimentos de ondas das ondas eletromagnéticas. Também será considerada quando os estudantes apontarem que o reconhecimento das ondas eletromagnéticas pelos dispositivos depende da faixa de frequência apropriada.

A micro-situação de institucionalização, nessa atividade, será entendida quando o mediador concluir que o espectro eletromagnético é composto por diferentes ondas eletromagnéticas, diferenciadas por suas faixas de frequências e que a recepção e interação dos equipamentos com as ondas eletromagnéticas depende de suas características.

O quadro a seguir sintetiza as micro-situações pretendidas para a Atividade 3 – Espectro eletromagnético:

Quadro 5.11 – Micro-situações didáticas para Atividade 3 (pós-conteúdo escolar).

Micro-situação de ação	Observar a imagem representativa – características das ondas eletromagnéticas. Câmera do celular – infravermelho. (estudante)
Micro-situação de formulação	Apontar a interação da câmera digital com o infravermelho. (estudante)
Micro-situação de validação	Relacionar as frequências e comprimentos de ondas utilizando linguagem científica. (estudante)
Micro-situação de institucionalização	Concluir e validar as explicações. (mediador)

Fonte: autora.

É importante prever que, possivelmente, em algum ponto precisaremos retornar a alguma atividade anterior. Esse acontecimento está de acordo tanto com a Teoria das Situações Didáticas, que entende possível o movimento entre as situações de ação, formulação e validação, quanto com as fases da metodologia da Engenharia Didática.

A seguir avançaremos para a terceira fase da Engenharia Didática, a fase da experimentação. Descreveremos o perfil das turmas visitantes e as condições que aconteceram as visitas.

5.2 EXPERIMENTAÇÃO

A Engenharia Didática prevê para sua terceira fase, de experimentação, que a sequência didática seja aplicada para a obtenção dos dados. Portanto, nesse tópico iremos descrever o perfil das turmas que participaram da pesquisa e discutir os aspectos que facilitaram ou dificultaram a aplicação das atividades e a obtenção dos dados.

Foram aplicadas as sequências didáticas para estudantes de seis turmas do 2^o ano do Ensino Médio de escolas públicas localizadas nos municípios de Florianópolis e São José-SC, no segundo semestre de 2013 (mês de novembro). É nesse ano escolar em que os conceitos de ondas e oscilações costumam ser estudados. Das turmas participantes, três delas já haviam estudado os conteúdos e outras três ainda não tiveram o estudo formal sobre esses assuntos. Sendo que apenas uma entre as seis turmas foi ao Parque acompanhada pela coordenadora pedagógica da escola e as cinco demais estavam acompanhadas por seu professor de Física.

No ano de 2013, quando a pesquisa foi realizada, houve greve dos professores do Estado de Santa Catarina, atrasando em alguns meses a coleta de dados. Apesar das atividades serem retomadas antes do mês de aplicação das sequências didáticas, as conversas e os ajustes feitos com os professores sobre as condições em que as turmas se encontrariam foram interrompidas por alguns meses.

Entre as seis turmas, um professor de Física (A) era responsável por quatro turmas, enquanto outro professor (B) era responsável pelas outras duas. As negociações com os professores ocorreu de modo que fosse possível encaixar as visitas de acordo com o cronograma dos conteúdos estudados. As turmas visitaram o PVC imediatamente antes de iniciar o conteúdo em sala de aula ou logo depois. Em uma das turmas pós-conteúdo a avaliação já havia acontecido.

Podemos sintetizar as características das turmas em um quadro, disposto a seguir:

Quadro 5.12 – Condições das turmas.

Professor A	
Turma A – 33 alunos	Finalizaram o estudo formal do conteúdo 1 semana antes da visita. Ainda não tinham feito avaliação.
Turma B – 32 alunos	Finalizaram o estudo formal do conteúdo 2 semanas antes da visita. Já haviam realizado a avaliação.
Turma C – 32 alunos	Iniciaram o estudo formal do conteúdo na mesma semana da visita.
Turma D – 30 alunos	Iniciaram o estudo formal do conteúdo na mesma semana seguinte à visita.
Professor B	
Turma E – 30 alunos	Finalizaram o estudo formal do conteúdo 1 semana antes da visita. Ainda não tinham feito avaliação.
Turma F – 32 alunos	Iniciaram o estudo formal do conteúdo na mesma semana seguinte à visita.

Fonte: autora.

Percebemos que a presença do professor de Física facilitou a interação dos estudantes com o mediador. Em alguns momentos houve relação direta com as discussões feitas em sala de aula, com esquemas que foram desenhados no quadro, e até mesmo com questões que foram solicitadas nas provas.

A intervenção foi realizada por uma mediadora, estudante da 6^a. fase do curso de Física Licenciatura, que se dispôs a aplicar e participar ativamente no desenvolvimento das atividades. É importante ressaltar que ela já possuía experiência como mediadora e muita proximidade com as atividades desenvolvidas no Parque Viva a Ciência. Se considerarmos todos os saberes e responsabilidades atribuídos aos mediadores – e já discutidas neste trabalho – achamos importante realizar essa pesquisa com colaboração de uma mediadora do último ano de sua graduação. Nesse caso, a mediadora já possuía um notável conhecimento sobre a dimensão educacional do trabalho de mediação.

No período de preparação, procuramos fomentar uma capacitação inspirada no modelo centrado na educação e comunicação, proposto por Marandino (2008). Para isso, foram realizadas com a mediadora discussões frequentes com base na literatura sobre a área da Educação Não Formal, principalmente no que se refere à importância desses

espaços, seus objetivos e o papel do mediador. Aspectos relacionados aos conhecimentos específicos de ondas e oscilações fizeram parte da preparação das atividades no sentido de garantir que eles estivessem dispostos nas atividades de modo a fazer correspondência ao conteúdo escolar.

A sequencia didática foi assim que os estudantes chegaram para o atendimento das turmas no Parque Viva a Ciência, de modo a tentar garantir a aplicação total antes de encerrar o tempo disponível da visita. Esse tempo pode ser determinado pelo horário de início do atendimento da turma seguinte ou pelo horário de saída dos estudantes para retornar às suas escolas. Das seis turmas, apenas uma delas foi possível realizar todas as atividades previstas, pois esta teve 1 hora completa para o atendimento, enquanto as demais totalizaram entre 40 e 50 minutos. Infelizmente, com nenhuma das três turmas que ainda não tinham estudado o conteúdo foi possível realizar a sequencia didática completa, sendo prejudicadas pelo tempo útil de atendimento, que não foi suficiente para realizar todas as atividades. Por esse motivo, no próximo capítulo discutiremos os atendimentos de apenas duas turmas das seis turmas, uma que participou de cada sequencia didática, para efeitos de comparação do leitor.

Durante a fase da experimentação, os áudios de todos os atendimentos foram gravados por meio de um gravador, que se mostrou uma ferramenta eficiente, mesmo apresentando limitações para captar as falas em um local aberto, sendo que os estudantes muitas vezes não se localizam próximos do mediador. Em muitos momentos houve dificuldades em diferenciar os estudantes por suas falas.

Outro ponto que, de certa forma, dificultou a aplicação das atividades foi o interesse dos estudantes em interagir com os outros equipamentos, principalmente o gira-gira. Em todos os atendimentos foram necessários reservar alguns minutos antes do fim da visita para a utilização desse equipamento.

A partir da sequencia didática construída para o desenvolvimento das atividades em um espaço de Ensino Não Formal, desenvolvemos a análise dos dados utilizando os princípios da Engenharia Didática. Após a aplicação das atividades e análise dos registros, confrontaremos as informações apresentadas na análise *apriori* com os dados da experimentação. Primeiramente para uma turma que não havia estudado o assunto em sala de aula, e posteriormente para uma que já tinha contato formal com os assuntos.

CAPÍTULO IV OLHANDO PARA OS ATENDIMENTOS NO PARQUE

A partir das informações reunidas nas fases anteriores, principalmente na fase de concepção e análises *a priori*, iremos apresentar a análise interna das sequências didáticas. Na quarta fase da Engenharia Didática – análise *a posteriori* – serão confrontadas as informações da segunda fase com os dados obtidos na experimentação. Neste capítulo iremos analisar a aplicação da sequência didática para uma turma pré-conteúdo escolar e no próximo, para uma turma pós-conteúdo escolar.

Nesta fase, iremos confrontar as considerações feitas na segunda fase da metodologia, concepções e análises *a priori*, a respeito das atividades planejadas, com os dados obtidos na terceira fase, de experimentação. Faremos essa análise por atividade e tentaremos evidenciar como ocorreram as micro-situações. Inicialmente, para as turmas que não haviam estudado o assunto em sala de aula e em seguida para as que já haviam estudado. É importante ressaltar o que as micro-situações serão apresentadas seguindo a disposição de ação, formulação, validação e institucionalização, porém, elas podem não ter acontecido nessa ordem no decorrer das atividades.

6.1 VISITAS PRÉ-CONTEÚDO ESCOLAR: TURMAS QUE NÃO POSSUEM OS CONTEÚDOS FORMALIZADOS EM SALA DE AULA – TURMA A

A aplicação da sequência didática dessa turma foi prejudicada pois ela ocorreu em apenas trinta minutos para realizar todas as atividades, ou seja, desconsiderando o tempo de entrada, apresentações e organização, o tempo total utilizado para realizar as atividades foi de trinta minutos. Por esse motivo, enquanto os estudantes se organizavam para iniciar as atividades, decidiu-se suprimir a parte sobre o sistema auditivo na Atividade dois – Tubos Sonoros. Além dessa parte, a Atividade quatro, Telefone com Fio, não pôde ser realizada. Portanto, das quatro atividades planejadas, essa turma teve as Atividades um e três completas e a Atividade dois prejudicada.

6.1.1 Atividade 1 – Balanços

Relembrando, objetivo desta atividade é discutir sobre a dependência das oscilações aos tamanhos das correntes, enfatizando que

o tempo que o balanço leva para fazer um vai-e-vem completo é chamado período da oscilação e que a quantidade de oscilações feitas em um segundo é chamada de frequência.

6.1.1.1 Micro-situação de ação

A micro-situação de ação pôde ser verificada em três momentos nessa atividade. Primeiramente, quando os estudantes interagiram livremente com os três balanços para investigar se havia algo que diferenciava nas oscilações entre eles. Essa ação dos estudantes foi motivada pela mediadora já no início da mediação. Quando questionou se os balanços do conjunto apresentam alguma diferença, ela se refere a qualquer característica que os estudantes possam apontar. Nesse momento não é esperado que eles façam referência a conceitos científicos.

M – Só olhando, vocês conseguem identificar alguma diferença entre os balanços?

E1 – Não... são iguais.

M – Certeza? Pode olhar com calma.

E2 – Eles tem tamanhos diferentes.

M – O que exatamente neles tem tamanhos diferentes?

E2 – As cordas.

M – Beleza. Agora, será que essa diferença no tamanho das correntes vai fazer eles balançarem diferentes?

[Nesse momento os estudantes ficaram bastante divididos. Alguns disseram que sim, outros que não.]

M - Vamos fazer o seguinte: vocês podem usar os balanços como quiserem. Mas quero que me digam se sentiram alguma diferença entre eles.

Quando o estudante o estudante E1 responde que não há diferenças, a mediadora insiste para que ele olhe novamente, “com calma”. Pois o ponto principal, que dará brecha para a continuação da discussão, é que os estudantes apontem as diferenças dos tamanhos das correntes. Esse fator se torna claro quando o estudante E2 diz que eles têm tamanhos diferentes. A mediadora insiste para que ele observe qual a parte dos balanços faz com que eles tenham tamanhos diferentes. Assim que ele responde “as cordas” (as correntes dos balanços), a mediadora os questiona se essa característica fará com que eles balancem com frequências diferentes. Nesse início de atividades é

importante que a mediadora tenha o cuidado em utilizar poucos termos científicos e quando o fizer, faça-os aos poucos. Como a maioria dos estudantes ficou dividida, entre se haveria ou não diferença no tempo dos balanços balançarem, a mediadora incentivou-os a interagirem livremente com o equipamento, promovendo assim uma micro-situação de ação.

Depois de esclarecerem sobre o que significa uma oscilação, discutiram sobre alguma maneira de observar a diferença entre o tempo de oscilação dos balanços. O estudante E3 sugeriu que fosse contado o tempo de oscilação de cada balanço.

M – *Será que tem alguma forma de observar se tem diferença?*

E3 – *É só contar.*

M – *Contar o quê?*

E3 – *Contar o tempo que leva.*

M – *Ah, muito bem! É só medir o tempo que leva em cada um. Vamos fazer isso?*

M – *Só que nós vamos medir o tempo que os balanços levam pra fazer 10 oscilações, ou seja, ir e voltar 10 vezes.*

Com auxílio de um cronômetro, mediram o tempo de dez oscilações em cada balanço a fim de perceber a relação entre as frequências e os comprimentos das correntes. É interessante notar que a mediadora logo propôs que as medidas fossem feitas para os três balanços, considerando dez oscilações para cada um. Isso porque, por sua experiência, ela previu a dificuldade de reação dos estudantes em largar, medir e segurar o balanço em apenas uma oscilação. A mediadora então posicionou três estudantes juntos aos balanços para que estes segurassem todos numa certa altura e soltassem no mesmo instante, e um estudante com um cronômetro para medir o tempo de oscilação.

Após mediram o tempo das dez oscilações, a mediadora questionou qual deles completou esse ciclo primeiro. Os estudantes, então, apontaram como sendo o balanço menor. “M – E aí? Qual deles fez as 10 oscilações mais rápido? E4 – O menor!”

A mediadora entendeu como sendo este o momento de introduzir o termo *período de oscilação*. Quando perguntaram se podiam medir tal período, a mediadora orientou que fizessem com o maior para contrapor a pergunta feita anteriormente sobre qual balanço oscila mais rápido.

M – *Tá, então deixa eu dizer pra vocês, o tempo que ele leva pra dar uma oscilação é conhecido como período de oscilação.*

E4 – *Então a gente pode medir?*

M – *Podemos! Vamos fazer com o maior?*

[Os estudantes então mediram o período de oscilação do balanço maior.]

Assim, as microsитуações de ação foram observadas em três momentos nessa atividade. Sendo as duas primeiras previstas pela sequência didática e a terceira partiu da vontade dos estudantes e estimulada pela mediadora. Essas interações foram fundamentais para estabelecer um ponto de observação em comum entre todos os estudantes e suporte para a mediadora conduzir a evolução das microsituações.

6.1.1.2 Micro-situação de formulação

Podemos identificar a micro-situação de formulação quando os estudantes procuram justificar o que observaram em linguagem simples. Após a mediadora incentivar os estudantes a interagirem com os equipamentos livremente, ela retomou a atenção pra si e questionou se eles identificaram alguma diferença. O estudante E5 usou o termo “mais alto” para se referir à amplitude de oscilação do balanço de maior comprimento. Em seguida, seu colega E6 aproveitou o termo para demonstrar sua observação sobre o balanço de menor comprimento, que possui menor amplitude de oscilação.

M – *E aí? Perceberam alguma coisa?*

E5 – *O maior deles vai mais alto.*

E6 – *É... o menor não vai tão alto como esse aqui* [apontou para o balanço de maior comprimento].

A mediadora nesse momento decidiu por não fazer o apontamento e “correção” do termo, pois entendeu que precisaria esclarecer outros aspectos antes. Nesse momento, seu objetivo era que os estudantes percebessem tal diferença e assim explicar/mostrar o que é uma oscilação.

Após essa situação, a mediadora soltou um balanço e explicou que o movimento de ida e volta é chamado de oscilação. Posteriormente, quando questionados sobre o tempo de oscilação dos balanços, o estudante E3 justifica que o maior “tem que ir e voltar mais que o

menor”. Dessa forma ele está se referindo ao período de oscilação do balanço de comprimento maior, caracterizando a micro-situação de formulação.

M – *Vamos fazer o seguinte. Se eu pegar esse balanço e soltar ele daqui. O que vai acontecer com ele?*

E8 – *Ele vai balançar!*

E3 – *É... vai ir e voltar na sua mão.*

M – *Beleza. E será que vai ser o mesmo com os três balanços?*

E3 – *Os três vão ir e voltar!*

M – *Ok. Primeiro, esse movimento de ir e voltar é conhecido como oscilação. Será que o tempo de oscilação dos balanços é o mesmo?*

E10 – *Ah... vai ser sim!*

M – *Todo mundo concorda?*

E3 – *Eu acho que não, porque o maior tem que ir e voltar mais que o menor.*

M – *Então você diz que o tempo vai ser diferente? Qual deles vai demorar mais?*

E3 – *O maior. É... o maior.*

No momento, é perceptível que a mediadora tentou reformular a conclusão do estudante E3. Primeiro ela pergunta se o período de oscilação vai ser diferente entre os balanços e, sem esperar que eles respondam, ela já questiona qual deles terá o maior período, ainda sem utilizar esse termo, já que este é o primeiro contato dos estudantes com o assunto.

Assim que foram feitas as comparações com as dez oscilações em cada balanço, e apresentados ao significado de período de oscilação, a mediadora procurou questionar os estudantes sobre o termo frequência. Ao serem questionados sobre o que entendem por frequência, embora a maioria dos estudantes permanecerem em silêncio ou justificarem que não sabem pois ainda não estudaram esse assunto, o estudante E6 se posicionou justificando que esse conteúdo ainda não havia sido estudado pela turma:

M – *Beleza, agora eu quero saber uma coisa... vocês sabem o que significa frequência?*

E5 – *Frequência? Como assim?*

M – *Pra você, o que é frequência?*

E6 – *Acho que a gente não estudou isso ainda...*

M – *Tudo bem que não tenham estudado, mas o que é frequência pra você?*

E6 – *Ah, não sei... não estudei frequência.*

E6 – *Professor, a gente não estudou isso ainda, né?*

A mediadora percebeu que embora eles não tenham estudado os significados físicos de oscilações e período, foi a primeira vez que eles justificaram não conhecer o termo pois não haviam estudado o assunto em sala de aula, inclusive recorrendo à aprovação do professor. Podemos atribuir esse posicionamento do estudante E6 ao fato de que a pergunta sobre frequência foi feita sem preparação de ação induzida para isso, assim como feito com oscilações e período. Nesse momento, era esperado que os estudantes fizessem menção à alguma característica de oscilação dos balanços, mesmo sem o uso de linguagem científica. Como houve essa reação do estudante E6, a mediadora procurou desenvolver esse diálogo de modo que os estudantes pudessem apontar qualquer comentário que levasse ao significado de frequência:

P – *Não. Mas não impede de você saber o que é frequência. Diz pra ela o que você acha que é!*

E2 – *Acho que é como as coisas acontecem.*

M – *Como acontecem? De modo geral?*

E2 – *É... ah, não sei!*

M – *Mais alguém se arrisca?*

E7 – *Eu acho que é quantas vezes as coisas acontecem.*

Portanto, os estudantes foram encorajados a dizer o que pra eles significa frequência, mesmo fora do contexto da atividade. O estudante E2, de modo incerto, justificou que é “como as coisas acontecem” e ao ser questionado sobre como seria esse “como acontecem” pareceu ficar desestimulado a desenvolver melhor sua explicação. Esse desencorajamento do estudante E2 pode ter sido motivado pela ênfase dada a este termo quando a mediadora formulou sua pergunta, ou seja, evidenciando a dificuldade do estudante em melhor explicar sua opinião.

Então o estudante E7 justificou como sendo “quantas vezes as coisas acontecem”, caracterizando uma micro-situação de formulação já que o significado de frequência está relacionado com quantas oscilações o balanço realiza em um determinado tempo.

6.1.1.3 Micro-situação de validação

Conforme determinamos na segunda fase, de análises *a priori*, a micro-situação de validação seria compreendida quando os estudantes utilizassem termos científicos relacionados a ondas e oscilações para justificar suas explicações sobre a diferença de frequência entre os balanços. Porém, não encontramos, no diálogo entre os estudantes e o mediador, indícios que apontem para esse tipo de micro-situação. Embora não tenhamos previsto, compreendemos por que os estudantes não utilizaram os termos oscilações, período e frequência para compor suas argumentações aos questionamentos da mediadora, já que este foi o primeiro contato deles com o conteúdo. Todos esses termos foram utilizados em um novo contexto para os estudantes. Por esse motivo, a atividade teve um viés mais voltado para a apresentação dos conceitos pela mediadora do que a discussão sobre eles.

6.1.1.4 Micro-situação de institucionalização

Como esperado, nessa atividade foram promovidas micro-situações de institucionalização em três momentos. Justamente nos quais a mediadora apresenta os significados de oscilações, período e frequência.

Quando questionados sobre o comportamento dos balanços, o estudante E3 diz que eles irão “ir e voltar”. Em seguida, a mediadora valida tal entendimento como oscilações:

M – *Vamos fazer o seguinte. Se eu pegar esse balanço e soltar ele daqui. O que vai acontecer com ele?*

E8 – *Ele vai balançar!*

E3 – *É... vai ir e voltar na sua mão.*

M – *Beleza. E será que vai ser o mesmo com os três balanços?*

E3 – *Os três vão ir e voltar!*

M – *Ok. Primeiro, esse movimento de ir e voltar é conhecido como oscilação.*

Posteriormente, assim que os estudantes constatarem que o balanço de menor comprimento completa as dez oscilações primeiro, a micro-situação de institucionalização é caracterizada quando a mediadora valida o entendimento de período:

M – *E aí? Qual deles fez as 10 oscilações mais rápido?*

E4 – *O menor!*

M – *Tá, então deixa eu dizer pra vocês, o tempo que ele leva pra dar uma oscilação é conhecido como período de oscilação.*

Ao tratar do conceito de frequência, a mediadora procura construir tal entendimento a partir da quantidade de vezes que os estudantes realizam certas tarefas por dia ou semana, como ir à escola ou almoçar.

E7 – *Eu acho que é quantas vezes as coisas acontecem.*

M – *Tá... então vamos pensar juntos o que pode ser. Beleza?*

M – *Qual é a frequência que vocês vão na escola por semana?*

E10 – *A gente vai de segunda à sexta.*

E11 – *Então a gente vai na escola cinco vezes por semana.*

M – *Então, se vocês me dizem que vão na escola cinco vezes por semana, quer dizer que a frequência que vocês vão na escola é de cinco vezes por semana.*

M – *Agora, quantas vezes vocês almoçam por dia?*

E2 – *Uma vez!*

M – *Beleza, então a frequência que vocês almoçam por dia é 1 vez por dia.*

E, ao fim, conclui sobre o entendimento de frequência no contexto da atividade, caracterizando novamente uma micro-situação de institucionalização. “M – Agora, quando eu solto o balanço ele oscila, certo? A gente diz que a quantidade de oscilações que o balanço dá em 1 segundo é a frequência dele”. (informação verbal)

É preciso evidenciar que a atividade um – balanços – requer um cuidado maior no tratamentos com conceitos que serão apresentados pela primeira vez para essa turma. Por isso, essa atividade foi conduzida pela mediadora com tranquilidade, de modo a não se preocupar, nesse momento, em aprofundar a discussão sobre os conceitos científicos.

6.1.2 Atividade 2 – Tubos Sonoros

Nesta atividade, o objetivo é discutir o som como a vibração de um corpo. Enfatizando que os tubos mais longos produzem sons mais graves e tubos mais curtos produzem sons mais agudos. Assim, como discutir a relação das frequências das ondas sonoras com a nossa capacidade de interpreta-las.

6.1.2.1 Micro-situação de ação

No início da atividade, de maneira similar à atividade dos balanços, a mediadora questiona sobre as diferenças entre os tubos sonoros. É visível a todos que eles possuem comprimentos diferentes. Assim que exposta tal diferença, a mediadora procurou desenvolver uma conversa sobre as características dos sons produzidos por eles. No entanto, alguns estudantes manifestaram dúvida.

M – *Nesse aqui, minha pergunta é a mesma de antes. O que vocês percebem de diferente aqui?*

E4 – *O tamanho deles também são diferentes.*

M – *E essa diferença vai causar alguma coisa quando a gente brincar com os tubos?*

E4 – *Vai sim!*

E7 – *Eu não sei.*

E8 – *Também não...*

Por conta da incerteza dos estudantes E7 e E8, a mediadora entregou as baquetas para alguns estudantes e deixou com que eles interagissem à vontade:

M – *Então vamos testar!*

No momento em que ocorre essa interação/investigação com os tubos metálicos e, enquanto os demais escutam e observam, a micro-situação de ação é caracterizada.

6.1.2.2 Micro-situação de formulação

Conforme apontado anteriormente, na fase de análises *a priori*, essa micro-situação será caracterizada quando os estudantes explicarem com uma linguagem simples a relação entre os diferentes sons e os diferentes tamanhos dos tubos metálicos.

Após a mediadora ceder alguns minutos para que os estudantes interagissem com o equipamento, ela interrompe a atividade para questionar se eles haviam então notado alguma diferença entre os oito tubos metálicos. Logo o estudante E12 anuncia que os sons produzidos são diferentes.

M – *E aí? Notaram alguma diferença entre os tubos?*

E12 – *Sim! Os sons são diferentes.*

A fim de investigar o entendimento de “sons diferentes” do estudante E12, a mediadora pergunta sobre ao que se refere tal diferença. No entanto, o estudante E13 toma a palavra pra si relacionando essa diferença entre os sons como sendo uns mais altos que outros. Esse referência a “alto” e “baixo” pode ser interpretada como o entendimento de sons graves e agudos.

M – E como é essa diferença?

E13 – Um é mais alto que o outro.

M – Mais alto? O som é mais alto?

E13 – É.. é como se fosse mais forte.

Tal entendimento é reforçado pelo estudante E14 quando aponta para o tubo metálico mais comprido para se referir ao que produz o som “mais forte”. “M – E qual é o mais forte?; E14 – O último [mais comprido]”. (informação verbal)

Em ambos os casos, tanto da fala do estudante E13, quando justifica com o termo “mais alto”, quanto do E13 e E14 com o termo “mais forte”, caracterizam uma micro-situação de formulação. Assim como na atividade anterior, a mediadora entendeu a linguagem simples utilizada nessas justificativas como parte importante para evoluir as micro-situações dessa atividade.

6.1.2.3 Micro-situação de validação

Identificamos como micro-situação de validação quando os estudantes conseguirem explicar sobre a produção de sons graves e agudos pelos tubos metálicos e fazerem relação com o período/frequência de oscilação.

Em sequência às falas apresentadas na micro-situação de formulação, a mediadora questiona se alguém conhece como “a gente chama esse som forte”. De certa forma, a mediadora se refere sobre como, na linguagem científica (entendida em sua fala como “a gente”), o som forte é compreendido como grave.

Um dos estudantes que possui a prática do instrumento de violão e que, até então, não havia se envolvido diretamente na discussão, reconheceu as notas musicais nos sons dos tubos metálicos e associou a produção do sons com as cordas do violão:

M – E alguém sabe como a gente chama esse som forte?

E15 – *Como os sons são as notas musicais, um é grave e o outro é agudo.*

M – *Exatamente. A gente pode diferenciar por graves e agudos.*

E15 – *É... eu toco violão daí é assim também.*

A mediadora aproveitou a experiência do estudante E15 para desenvolver a relação entre o diâmetro das cordas do violão e os comprimentos dos tubos metálicos, como segue: “M – E o que faz no violão produzir sons diferentes? Graves e agudos?; E15 – As cordas; M – Mas elas são todas iguais?”. (informação verbal)

Quando questionado se as cordas do violão são iguais, o estudante E15 logo percebeu que não há diferenças nas diâmetros dos tubos, apenas em seus comprimentos. “E15– Ah, não! É mesmo! É igual aqui. Tens as mais grossas e as mais finas; M – Isso. Aqui os sons são diferentes por causa do comprimento dos tubos. No violão, é por causa da espessura [diâmetro] das cordas”. (informação verbal)

Também esperávamos apontar como micro-situação de validação quando os estudantes reconhecessem as células ciliadas como responsáveis pela diferenciação das frequências pelo sistema auditivo. Porém, como mencionamos anteriormente, esse atendimento sofreu modificações por conta do tempo disponível para a turma permanecer no parque, sendo, então, suprimida essa parte.

Assim que superada a discussão da relação entre os tubos metálicos e as cordas de violão, a mediadora voltou à conversa para o caráter oscilatório, já que pretendia relacionar os sons graves e agudos com as frequências de oscilação dos tubos. Os estudantes de imediato relacionaram com a batida dada com a baqueta, dizendo que eles foram postos a chacoalhar.

M – *Agora, vocês sabem me dizer por que quando a gente bate nos tubos eles produzem sons?*

E14 – *Eles devem se mexer.*

E7 – *São chacoalhados?*

A mediadora logo menciona o termo “vibrar” na tentativa de que os estudantes recuperem o entendimento de “oscilação” discutido na atividade dos balanços. O estudante E3 faz essa relação:

M – *Acho que vocês querem dizer que a gente põe eles pra vibrar. O que acham?*

E3 – *Pra vibrar? Tipo, oscilar?*

M – *É, isso mesmo! Quando a gente bate nos tubos eles começam a oscilar.*

E6 – *Então eles oscilam e fazem o som?*

M – *O que você acha?*

E6 – *Acho que é isso.*

Assim, a mediadora questionou o motivo pelo qual os tubos produzem sons diferentes, considerando que para produzirem som eles devem oscilar. O estudante E15 fez relação com o movimento que ele sente nas cordas do violão.

M – *Ok. Mas a pergunta que não quer calar é por que eles produzem sons diferentes?*

E15 – *Hum... no violão dá pra sentir que umas se mexem mais que outras.*

M – *E esse se mexer é o quê?*

E3 – *Vibrar?*

M – *Isso. Vibrar, oscilar. No violão as cordas oscilam de forma diferente e produzem sons diferentes. Mas, e aqui?*

E10 – *Aqui deve ser a mesma coisa. A gente bate e eles vibram diferentes.*

Além da relação com as cordas do violão, a mediadora procurou fazer relação com os balanços da primeira atividade. Isso permitiu a ela que voltar aos termos de período e frequência, mencionados pelo estudante E1.

M – *E como a gente sabe se eles oscilam diferentes?*

E1 – *Tem que medir aqui também? Como?*

M – *Medir o quê?*

E1 – *O período. A frequência?*

M – *O que tem o período e a frequência?*

E1 – *Ali nos balanços eles eram diferentes. Aqui também são?*

Nesse momento, ao invés de simplesmente responder a pergunta do estudante E1, a mediadora decidiu por devolver tal questionamento aos demais estudantes.

M – *E aí galera? O que vocês podem dizer da pergunta do colega? Se ali nos balanços as frequências de oscilações eram*

diferentes porque eles tem correntes de tamanhos diferentes, aqui nos tubos é parecido?

E3 – É sim. Porque os tubos tem tamanhos diferentes, então eles vibram com período e frequência diferentes. Por isso uns são graves e outros agudos.

Nessa fala, o estudante E3 faz caracterizar uma micro-situação de validação, pois relaciona essa atividade com a anterior e utiliza a linguagem científica para justificar por que os tubos metálicos produzem sons mais graves ou agudos.

6.1.2.3 Micro-situação de institucionalização

Tínhamos apontado como micro-situações de institucionalização quando a mediadora concluir que os diferentes tubos produzem frequências diferentes e as células ciliadas posicionadas em diferentes pontos da cóclea são responsáveis pelo reconhecimento das diferentes frequências. Porém, como não foi abordado sobre o sistema auditivo, encontramos micro-situações de institucionalização em apenas dois momentos. O primeiro, seguindo a fala do estudante E3 que caracteriza uma micro-situação de validação, a mediadora retoma a palavra para organizar as informações dadas até então: “M – Então vamos organizar as ideias: os tubos possuem tamanhos diferentes e quando batemos neles eles oscilam e produzem sons diferentes. Isso porque eles possuem frequências de oscilações diferentes”. (informação verbal)

Posteriormente, a mediadora levou o diálogo para tratar sobre a propagação do som, a fim de preparar o assunto para a atividade três (Parabólicas).

M – Agora, como o som produzido nos tubos chega nos nossos ouvidos então?

E12 – Ah, não sei...

M – O que tem em volta dos tubos?

[A mediadora deixou eles pensarem por alguns instantes.]

E16 – O ar que traz?

E17 – Só pode ser o ar...

M – Mas como ele transmite? O que vocês acham?

E3 – O metal vibra quando a gente bate nele e depois o ar traz o som. Não é isso?

M – É isso... mas como o ar traz esse som?

E3 – Trazendo... não sei!

M – *Alguém tem ideia?*

[Os estudantes permaneceram em silêncio.]

Como os estudantes permaneceram um período longo sem dialogar com a mediadora, ela decidiu concluir as explicações, caracterizando uma micro-situação de institucionalização, e encerrar a atividade.

M – *E se eu disser pra vocês que quando o tubo vibra, ele faz vibrar todo o ar que está em volta dele. Daí todas essas moléculas começam a vibrar as moléculas que estão em volta delas. Que vibram as que estão em volta também. E assim consecutivamente, até chegar nos nossos ouvidos.*

M – *Vamos agora para a próxima atividade? Vamos lá!*

6.1.3 Atividade 3 – Parabólicas

Nesta atividade o objetivo é discutir que o som produzido pela vibração de um material, como nos tubos, é a vibração do metal, nesse caso são nossas pregas vocais, em que o som é propagado pelo ar e refletido pelas parabólicas.

6.1.3.1 Micro-situação de ação

Inicialmente, os estudantes foram desafiados a investigar qual o objetivo do equipamento. Durante alguns minutos eles puderam interagir e conversar por meio das parabólicas livremente, caracterizando a micro-situação de ação dessa atividade.

A mediadora iniciou a atividade desafiando os estudantes a explicar sua funcionalidade. Como normalmente acontece, os estudantes não percebem de imediato o que deve ser feito com o equipamento das parabólicas, propondo alternativas como tiro ao alvo ou mistura de cores.

M – *Aqui, gostaria que vocês olhassem pra esse equipamento e me digam o que vocês acham que ele faz?*

E10 – *Ele gira?*

E8 – *Deve girar e misturar as cores.*

E5 – *Pode ser pra arremessar alguma coisa ali no meio.*

Assim que ficou claro à mediadora que os estudantes ainda não tinham percebido a existência de duas parabólicas, ela sugeriu que eles olhassem em volta.

M – *Vou dar uma dica, esse equipamento não funciona sozinho. Tem mais alguma coisa que ajuda ele a funcionar.*

E5 – *O quê?*

M – *Ué! Vocês devem observar em volta. Procurem!*

Os estudantes passaram então a procurar o restante do equipamento. Depois de alguns minutos, o estudante E18 viu a outra parábola no outro lado do Parque. “E18 – Tem duas?; M – Tem! E agora? Vão duas pessoas lá ver o que tem naquela parábola”. (informação verbal)

A mediadora pediu para que fosse mais de um estudante no outro lado, justamente para que quando eles conversassem na frente da parábola, pudessem perceber o som da fala feita na outra parábola. “E3 – Ohhh! Dá pra ouvir! Dá pra ouvir!; M – Falem daí! Falem nesse círculo azul”. (informação verbal)

Os estudantes, então, utilizaram o equipamento por mais alguns minutos até que a mediadora os reuniu para propor algumas observações.

6.1.3.2 Micro-situação de formulação

Conforme indicamos nas análises *a priori*, a micro-situação de formulação será caracterizada quando os estudantes procurarem explicar como é possível se comunicar por meio das parabólicas. Porém, considerando que não há nada (além do ar) entre uma e outra.

Assim que os estudantes perceberam que a função das parabólicas é promover uma conversa entre duas pessoas à longa distância, a mediadora os solicitou alguma explicação. Novamente, como o esperado, eles consideraram algum aparato tecnológico entre as parabólicas.

M – *Como isso é possível? Como vocês explicam que conseguimos conversar tão longe assim?*

E6 – *Deve ter um fio por baixo da terra.*

E19 – *Ou então é um walk-talk.*

Assim que a mediadora confirmou que não haviam aparatos para facilitar a comunicação no equipamento, a micro-situação de formulação pôde ser identificada no seguinte argumento do estudante E4, que apontou o ar como meio de propagação do som:

M – *Tá, juro pra vocês que não tem nenhum fio de comunicação por baixo. Nem outro dispositivo eletrônico pra comunicar as falas. O que vocês me dizem? Como é possível o som sair de um lado e parar no outro?*

E4 – *Se não tem nada, só pode ser o ar.*

6.1.3.3 Micro-situação de validação

A micro-situação de validação será considerada quando os estudantes apontarem a reflexão como responsável pela alteração do trajeto da onda sonora e o ar como seu meio de propagação, possivelmente fazendo ligação com a discussão da Atividade dois (Tubos Sonoros). No entanto, como essa turma ainda não teve contato com o conteúdo, podemos compreender porque eles não utilizaram por conta própria o termo reflexão em seus argumentos.

Desta forma, essa micro-situação pôde ser verificada quando o estudante E4 complementa a argumentação do estudante E13 sobre a propagação do som.

E13 – *É... e a gente viu ali [nos tubos sonoros] que o ar carrega o som*

E4 – *Carrega não! Propaga o som!"*

A mediadora questiona sobre a nitidez do som, na tentativa de fomentar a discussão sobre a reflexão do som. Inicialmente, o estudante E10 comenta que o fenômeno observado nas parabólicas é semelhante ao eco.

M – *Bem pensado. Só pode ser o ar. Mas ele chega tão nítido, né? Como isso é possível?*

E10 – *Parece eco. É eco?*

M – *O que é o eco?*

E10 – *É quando a gente fala dentro de algum lugar e o som volta.*

M – *Volta? Mas volta porque?*

E10 – *Por exemplo, numa caverna o som vai até as paredes e volta.*

M – *Então se tiver uma barreira, o som volta?*

E10 – *Na caverna volta.*

Em seguida, o diálogo se desenvolve de modo que os estudantes reconheceram as parabólicas como barreiras para acontecer a reflexão do som.

M – *E aqui? O que tem aqui?*

E10 – *Tem as parabólicas*

E10 – *Então o som bate nas parabólicas e volta. É isso?*

Quando o estudante E10 aponta as parabólicas como as responsáveis pelo som “voltar”, ou seja, isso reflete uma microsитуação de validação.

6.1.3.4 Microsituação de institucionalização

A micro-situação de institucionalização pode ser apontada quando a mediadora sintetiza e conclui a observação feita pelo estudante E10, apresentada na micro-situação de validação: “M – Exatamente. [...] é reflexão do som. O som sai da boca, chega na parabólica e volta até a outra parabólica. Então o som que chega aqui é focalizado tudo nesse ponto. Por isso que fica bem nítido”. (informação verbal)

Em seguida, a mediadora traz o questionamento sobre que tipo de vibração gera o som da fala, causando uma discussão sobre a voz e, enfim, as cordas vocais.

M – *Agora, a gente está esquecendo de uma coisa... ali no equipamento anterior, que vibra são os tubos, não é mesmo? E aqui? O que vibra?*

E3 – *A nossa voz.*

M – *A nossa voz é o som. Já foi produzido. Quem vibra pra produzir a voz?*

E9 – *A gente vibra!*

M – *A gente? A gente vibra todo?*

E3 – *Não pode ser.*

E4 – *São as cordas vocais que fazem a voz.*

M – *Ah, então tem alguma coisa no nosso corpo que produz nossa voz?*

E3 – *Acho que são as cordas vocais.*

M – *Isso mesmo. São as cordas ou pregas vocais. Mas elas vibram sozinhas? O que faz elas vibrarem?*

E4 – *A gente faz. Quando a gente quer falar a gente fala.*

Nesse momento a mediadora procurou estabelecer uma relação das cordas vocais com o equipamento dos tubos sonoros.

M – *Ok. Mas assim, lá nos tubos a gente tinha que bater neles com um martelo. O que faz vibrar as pregas? Será que nada passa por elas pra fazer elas vibrarem?*

E4 – *É um músculo que faz vibrar?*

E3 – *É... alguma outra parte do corpo.*

E10 – *O cérebro que manda?*

Assim, também caracterizamos como uma micro-situação de institucionalização quando a mediadora conclui que a vibração das cordas vocais pela movimentação do ar é que produz o som da voz: “M – Ah, com certeza começa com um comando do cérebro. Mas daí a gente faz passar ar pelas pregas vocais, que fazem elas vibrarem e emitirem som”. (informação verbal)

As atividades dessa turma foram encerradas no tempo limite para que os estudantes retornassem à sua escola no horário estimado.

As **micro-situações de ação** que puderam ser observadas estiveram diretamente associadas ao que foi planejado para cada atividade da sequência didática. Em cada uma havia sido previsto momentos nos quais era imprescindível que os estudantes manipulassem os equipamentos, ou seja, interagissem com o meio com o objetivo de avaliar hipóteses, indicar ou formular possíveis soluções a questionamentos, sem necessariamente justificar suas escolhas.

As **micro-situações de formulação** foram marcadas pela cooperação entre mediadora e estudantes para construir a solução de um problema. Embora que, para Brousseau (2008), uma situação de formulação pode ainda ser caracterizada pelo diálogo entre dois estudantes. De maneira geral nessa micro-situação os estudantes mostraram suas ideias, explicitam e argumentaram hipóteses sem fundamentar a validade dessas justificativas. Apesar de muitas vezes recusarem expor suas explicações com base na justificativa de que ainda não haviam estudado o conteúdo e, portanto, não possuíam aporte para fazê-lo.

As **micro-situações de validação** puderam ser observadas apenas a partir da segunda atividade (tubos sonoros). Esse acontecimento pode ser justificado pela necessidade do uso de linguagem apropriada cientificamente para confrontar hipóteses ou argumentar ideias, se considerarmos que durante a atividade dos balanços foi o primeiro

contato dos estudantes com o tema. Ainda podemos nos atentar que seria menos provável que esta turma fizesse conexões com as situações vividas em sala de aula, fator que também caracteriza uma micro-situação de validação.

O papel das **micro-situações de institucionalização** se mostrou frequente devido à necessidade identificada pela mediadora em expor pequenas conclusões para dar sequência aos diálogos. Essa organização das opiniões conjecturadas pelos estudantes nas micro-situações de formulação e validação foi observada diversas vezes para essa turma, de modo que ocorreram ao longo de todas as atividades e não apenas ao fim de cada uma. Podemos atribuir essa necessidade ao curto tempo de atendimento, que forçou a mediadora a organizar as informações com o objetivo de desenrolar a discussão.

Mesmo considerando a dificuldade em adequar a sequência didática prevista para essa turma, de acordo com o período disponível por ela, podemos avaliar que as atividades propostas são viáveis de serem realizadas. Contudo, o surgimento dessa dificuldade é crucial para que futuras sequências didáticas prevejam a impossibilidade de cumprir sua totalidade sem prejudicar seus objetivos.

De maneira semelhante à análise feita do atendimento da turma A, no capítulo seguinte temos o objetivo de investigar como as micro-situações planejadas foram desenvolvidas e como ocorreu o diálogo didático entre a mediadora e o grupo de estudantes que já havia estudado o conteúdo de ondas e oscilações.

Semelhante ao que foi realizado no tópico anterior, olharemos para o atendimento feito à turma B, com base nas informações reunidas na fase de concepção e análises *a priori*, de modo a realizar a análise interna das sequências didáticas. Para evitar conflito com os diálogos apresentados no capítulo anterior, os estudantes da turma B serão aqui identificados como EB, sendo E referente a estudante, B à turma B, 1, 2, 3, e assim por diante, os diálogos completos estão nos Apêndices 1 e 2. Aparece também o professor – P – e permanece M para indicar a mediadora.

6.2 VISITAS PÓS-CONTEÚDO ESCOLAR: TURMAS QUE JÁ POSSUEM OS CONTEÚDOS FORMALIZADOS EM SALA DE AULA – TURMA B.

No início do atendimento aos estudantes a mediadora perguntou como eles se relacionam com a disciplina de Física e qual o último conteúdo estudado por eles.

M – *Vocês são de que série?*

EB [vários] – *Somos do segundo ano.*

M – *E já estão todos aprovados em Física? Todo mundo vai passar direto?*

M – *Qual foi o último conteúdo que vocês estudaram? Vocês ainda lembram?*

EB – *Acho que ondas.*

EB1 – *É... a gente estudou lentes também.*

EB2 – *Agora a gente vai ter prova de interferência.*

M – *Então a gente vai conversar um pouco sobre ondas.*

A intenção da mediadora foi situar os estudantes no assunto que será foco das micro-situações didáticas de todas as atividades. Em seguida, ela fez uma pergunta a fim de motivá-los durante toda a atividade.

M – *Vocês conhecem aqueles controles de portão eletrônico?*

EB3 – *Lá em casa tem um!*

M – *E o controle [do portão] da sua casa abre o do vizinho?*

EB4 – *Nunca tentei! Acho que não.*

M – *E vocês? O que acham?*

EB3 – *Também acho que não. Se não a gente ia apertar e ia abrir o da rua inteira.*

M – *Ah, entendi. Alguém aqui discorda? Será que com um controle de um a gente consegue abrir outro?*

Todos os estudantes ficaram em silêncio diante da última pergunta. Portanto, a mediadora chamou-os para o início das atividades.

M – *Vamos fazer o seguinte, vamos até os balanços ver o que acontece ali.*

6.2.1 Atividade 1 – Balanços

Enquanto que, para a turma A, o objetivo da primeira atividade foi apresentar os conceitos de oscilações, período e frequência; para a turma B, o objetivo é reforçar tais conceitos.

6.2.1.1 Micro-situação de ação

A micro-situação de ação pode ser verificada em dois momentos nesta atividade. Exemplificaremos agora o momento em que os estudantes interagiram livremente com os três balanços para investigar se há algo que difere nas oscilações entre eles.

Frente ao equipamento, a mediadora questionou sobre a diferença de oscilação entre os balanços. É importante notar que o caráter introdutório da atividade um da turma A não é tão forte para a turma B. Isso porque essa turma já concluiu o estudo desse assunto em sala de aula.

M – Se eu segurar o balanço de uma certa altura e soltar ele, só abrir a minha mão, o que vai acontecer?

EB5 – Ele vai balançar, né!

M – Claro, isso mesmo, ele vai balançar! Mas será que esse balanço balança igual aos outros dois?

Como os estudantes ficaram bem divididos, a mediadora os liberou para que eles explorassem os três balanços como quisessem. A interação com o equipamento também ocorreu quando a mediadora os questionou sobre qual dos balanços possui maior e menor frequência. Os estudantes soltaram os três balanços ao mesmo tempo para comparar as frequências de oscilações.

M – O que acham de soltar os balanços e ver se a frequência deles é a mesma?

A mediadora, então, escolheu três estudantes, os posicionou segurando cada balanço:

M – Vamos soltar? 1, 2, 3 e... já!

Os três estudantes soltaram os balanços e, juntamente com os demais, observaram as oscilações.

Ao encorajar tal interação, a mediadora fez com que ocorresse uma micro-situação de ação.

6.2.1.2 Micro-situação de formulação

A micro-situação de formulação pode ser caracterizada nos momentos em que os estudantes justificarem o que observam nos balanços, sem utilizar uma linguagem apropriada cientificamente.

Enquanto os estudantes interagiam com os balanços, alguns conversaram sobre as características observadas no que elas interferem nas oscilações. Assim que a mediadora interrompeu a interação inicial dos estudantes com os balanços, ela os questionou se eles podiam identificar qual as características dos balanços.

M – *Pessoal! Pessoal! E aí? Conseguiram ver se tem alguma diferença?*

EB6 – *O maior é mais alto.* [maior amplitude]

EB7 – *O pequeno vai até uma altura menor.* [menor amplitude]

Sem muitas dificuldades o estudante EB6 apontou que o balanço de maior comprimento “é mais alto” e estudante EB7 que o de menor comprimento alcança uma altura menor, ambos se referiam à amplitude alcançada pelo balanço. Percebe-se que os estudantes utilizaram uma linguagem simples para se referir à amplitude de oscilação dos balanços, caracterizando assim uma micro-situação de formulação.

Na sequência, com o objetivo de verificar o entendimento dos estudantes sobre os conceitos de frequência e amplitude, a mediadora questiona sobre a diferença entre as amplitudes dos balanços. Novamente sem muitas dificuldades, o estudante EB7 justifica pelo tamanho das correntes.

M – *Então vocês já perceberam uma diferença. Vocês sabem explicar por que isso acontece?*

EB7 – *Só pode ser porque eles têm tamanhos diferentes.* [comprimento de corrente diferentes]

M – *E mais alguma coisa?*

Os estudantes ficaram em silêncio, a mediadora desconfiou que talvez os estudantes não tenham se dado conta que os balanços possuem frequências diferentes. Para fomentar a discussão a mediadora se propõe a soltar um dos balanços. Ao justificar que o balanço oscila, utilizando o termo “ir e voltar”, é identificada uma micro-situação de formulação.

M – *Se segurar o balanço aqui dessa altura e soltar, o que vai acontecer?*

EB8 – *Ele vai ir e voltar.*

Essa micro-situação também é constatada mais a frente na atividade, no momento em que foram questionados sobre a diferença de oscilação quando os três balanços foram soltos ao mesmo tempo:

M – *E aí? Perceberam alguma coisa?*

EB5 – *O menor é mais rápido.*

Nesse caso, o estudante justificou sua observação, atribuindo uma maior rapidez ao balanço de menor comprimento, ou seja, ao dizer que o “menor é mais rápido” ele procura justificar a maior frequência desse balanço.

6.2.1.3 Micro-situação de validação

Como identificamos na fase de análises *a priori*, a micro-situação de validação será caracterizada quando os estudantes utilizarem termos científicos ligados a ondas e oscilações para justificarem suas explicações. Entre esses termos, foram mencionados pelos estudantes: frequência, período e a unidade Hertz. Além disso, também será considerado quando os estudantes fizerem ligação, de maneira explícita, com o que foi estudado em sala de aula.

Assim que a mediadora soltou o balanço de uma certa altura para que todos observassem a oscilação, ela questionou os estudantes sobre o período de oscilação, sugerindo que eles lembrassem das aulas de Física. O estudante EB8, mesmo confundindo a relação entre frequência e período, fez conexão com o conteúdo de oscilações para justificar que o tempo de oscilação é conhecido como frequência. Nessa ocasião, a mediadora os incentivou a fazer tal relação, que caracterizou uma micro-situação de validação.

M – *Ele leva um tempo pra ir e voltar, não é?*

EB7 – *Vai, né!*

M – *E lembrando lá das aulas de Física, que vocês estudaram ondas e oscilações, vocês não lembram nada sobre esse tempo?*

EB8 – *A gente estudou isso. Foi em oscilações. O tempo é frequência.*

M – *Você me diz que o tempo que ele leva pra ir e voltar é a frequência?*

EB8 – *Isso!*

Para esclarecer essa relação, a mediadora procurou construir um diálogo que fosse propício para que o estudante EB8 percebesse seu engano. Inicialmente, ela confirmou com o estudante se ele estava mesmo se referindo à frequência como o tempo de oscilação. Em seguida, explicitou tal conclusão aos demais estudantes.

M – *Você me diz que o tempo que ele leva pra ir e voltar é a frequência?*

EB8 – *Isso!*

M – *Todo mundo concorda com ele?*

Nesse questionamento os estudantes ficaram bastante divididos e indecisos. Então a mediadora decidiu trazer a discussão sobre o tempo.

M – *Como a gente mede o tempo?*

EB10 – *Sabendo que horas são.*

EB11 – *Com o relógio.*

M – *E como o relógio nos mostra que horas são?*

EB11 – *Mostrando as horas. Tipo, agora é 9:23.*

M – *Ok. Agora são 9 e 23 o quê?*

EB11 – *9 horas e 23 minutos.*

M – *Ah, então temos as horas e os minutos. E ainda dá pra saber os segundos, não é?*

Em seguida, a mediadora voltou a discussão para o equipamento, perguntando sobre o tempo de oscilação dos balanços. A partir dessa informação, ela pôde confrontar a informação do estudante EB8 com o que eles estudaram em sala de aula sobre as unidades de medidas de tempo e frequência. Curiosamente, o mesmo estudante apontou Hertz como unidade de frequência. Com o uso dessa unidade em seus argumentos caracterizou-se uma micro-situação de validação.

M – *Se eu medir o tempo que o balanço leva pra ir e voltar vai dar o que?*

EB13 – *Vai dar nem 1 segundo.*

M – *E como apareciam as frequências que vocês viram em oscilações? Apareciam em segundos?*

EB13 – *Não lembro...*

EB14 – *Acho que não... era com outro nome.*

EB8 – *Era hertz, não era?*

M – *Ah, então vocês viram que frequência se mede com Hertz! E o tempo que o balanço leva pra dar uma oscilação a gente mede com segundos. E agora? Hertz e segundo é a mesma coisa?*

Com o questionamento acima, a mediadora procurou confrontar a conclusão do estudante EB8 com o que ele mesmo apontou como unidade de frequência – *Hertz*. Nesse momento, o estudante EB16 concluiu que, se as duas informações do colega EB8 estivessem corretas, não haveria distinção entre as medidas de tempo e frequência. No entanto, o estudante EB8 logo percebeu seu engano, identificando a unidade Hertz como “o contrário do segundo”. Podemos inferir que este estudante compreende as relações indiretas como opostas, ou seja, contrárias.

EB16 – *Deve ser então.*

EB8 – *Claro que não!*

M – *Então o que que o segundo tem a ver com o Hertz?*

EB8 – *O Hertz é o contrário do segundo.*

A mediadora procurou explorar o entendimento de “contrário” do estudante EB8. Na continuação à provocação da mediadora, o estudante expôs melhor seu entendimento de Hertz como “contrário” de segundo:

M – *O que você quer dizer com “o contrário”?*

EB8 – *Não sei direito. Nas contas a gente tem que colocar o Hertz. Mas não é só segundo...*

M – *Então tem outra coisa com o segundo? Mas tem a ver com segundo, né?*

EB8 – *É quantas vezes vai e volta em um tempo?*

Nesse diálogo entre o mediador e o estudante EB8 foi possível identificar e tratar sua dúvida sobre os conceitos de período e frequência. De modo que o estudante percebesse a relação entre eles e seu entendimento de “contrário” nesse contexto.

Quando comparadas as oscilações dos três balanços, a mediadora questionou sobre o que significa o balanço de menor comprimento ser mais rápido:

M – *E o que significa o menor ser o mais rápido?*

EB17 – *A frequência dele é diferente.*

O estudante EB17 imediatamente atribuiu às frequências dos balanços, constituindo assim outra micro-situação de validação.

6.2.1.4 Micro-situação de institucionalização

A micro-situação de institucionalização será caracterizada quando o mediador tomar a atenção para si, afim de validar, ou seja, concluir as explicações construídas.

No diálogo apresentado anteriormente com o estudante EB8 e sua compreensão de “contrário”, essa micro-situação fica bem clara, pois ela reúne todas as hipóteses consideradas na discussão e conclui a explicação:

EB8 – *É quantas vezes vai e volta em um tempo?*

M – *Então, isso mesmo, frequência é quantas vezes o balanço vai e volta em 1 segundo. O Hertz, oscilações por segundo. Quantas oscilações o balanço faz por segundo.*

Também caracterizamos como micro-situação de institucionalização quando a mediadora conclui e valida que o balanço com menor comprimento possui a maior frequência:

M – *Ok, mas qual deles possui a maior frequência? Qual deles oscila mais em 1 segundo?*

EB10 – *O mais rápido.*

EB3 – *O menor é o mais rápido.*

M – *Então o menor, que oscila mais rápido, tem a maior frequência!*

Em seguida, a atividade neste equipamento foi encerrada e os estudantes conduzidos para o seguinte.

6.2.2 Atividade 2 – Tubos Sonoros

Esta atividade teve o objetivo de discutir a relação da frequência da onda sonora com a nossa interpretação das diferentes frequências.

6.2.2.1 Micro-situação de ação

Novamente, nesse equipamento a mediadora evita fazer uma introdução longa sobre a diferença entre os tamanhos dos tubos sonoros e no que essas diferenças podem influenciar. Em comparação com a

turma A, a expectativa é que os estudantes da turma B possam fazer essa relação mais diretamente. Por isso, a mediadora logo ofereceu as baquetas para eles interagirem com o equipamento, caracterizando a micro-situação de ação dessa atividade.

M – *Esse equipamento é chamado de tubos sonoros. Tem essas duas baquetinhas aqui que a gente usa pra bater. Querem testar?*

6.2.2.2 Microsituação de formulação

Depois de alguns minutos de interação dos estudantes com o equipamento, a mediadora interrompeu para dar início à discussão. O estudante EB7, referindo-se ao sons dos tubos, apontou como diferentes os “barulhos” produzidos, caracterizando uma micro-situação de formulação, pois sua argumentação foi feita utilizando um termo de linguagem simples para relaciona-lo ao conceito de som.

M – *E aí? Alguma diferença entre eles?*

EB7 – *O barulho...*

Mais a frente, ocorreu outra micro-situação de formulação: quando questionados sobre como o corpo humano capta os sons e sobre como podemos perceber as diferentes frequências. O estudante EB15 apontou para “*alguma coisa*” e o estudante EB4 para “*alguma parte do ouvido*” referindo-se às partes do sistema auditivo.

M – *Ok. Mas como que a gente capta o som? O que do nosso corpo percebe o som?*

EB10 – *O ouvido, só pode!*

M – *O ouvido? Mas o que do ouvido?*

EB10 – *Ah! Daí eu não sei... não sei o que tem dentro do ouvido.*

EB15 – *Deve ter alguma coisa pra isso.*

M – *Você tá dizendo que deve ter alguma coisa dentro do ouvido que capta o som?*

EB15 – *É... deve ter.*

EB4 – *Alguma parte do ouvido deve fazer isso.*

EB10 – *Ah, eu não sei. Acho que tudo junto do ouvido pega o som.*

M – *Tudo junto o que?*

EB10 – *Todas as partes do ouvido.*

Embora tivéssemos informações sobre os conteúdos estudados pela turma B na disciplina de Física, não havia clareza a respeito do estudo deles sobre o sistema auditivo, que é realizado normalmente no 8º ano do Ensino Fundamental.

Depois de conversar com os estudantes sobre a função da cóclea e das células ciliadas, a mediadora questionou sobre as frequências dos tubos sonoros. Inicialmente, houve bastante discordância entre alguns estudantes. Embora enganado, o estudante EB9 caracterizou uma micro-situação de formulação quando atribuiu a maior frequência ao som “mais forte”, ou seja, ao som mais grave.

M – *Aqui nos tubos, qual deles tem o som com maior frequência?*

EB3 – *O maior [comprimento].*

EB9 – *É... o maior tem o som mais forte.*

Aqui foi possível perceber que o estudante EB9 não tinha clareza sobre a relação entre grave/agudo e a frequência de oscilação dos tubos sonoros. A mediadora continuou o diálogo de modo a esclarecer a confrontar as opiniões dos estudantes, e assim, criar uma micro-situação de validação, que será apresentado a seguir.

6.2.2.3 Micro-situação de validação

Na fase de análises *a priori*, apontamos para micro-situações de validação quando os estudantes fazem explicações mais elaboradas sobre a produção de sons graves e agudos pelos tubos metálicos.

Em sequência ao diálogo mostrado acima, a mediadora aproveitou a fala do estudante EB10, de modo a conduzir o diálogo entre os estudantes para esclarecer a situação.

E10 – *Não! Não! É o [tubo] menor. O menor oscila mais rápido.*

M – *Por que você acha que o menor oscila mais rápido?*

E10 – *Pelo menos foi o que a gente viu ali*

EB9 – *Mas o som do maior é mais forte!*

EB10 – *Tá, “cara”! Mas a gente viu ali [apontou para os balanços] que o menor oscila mais rápido.*

M – *Vamos com calma. O que você quer dizer com som mais forte?*

EB9 – *Ele é mais grosso que os outros.*

EB10 – *Ah... você quer dizer que ele é mais grave?*

EB9 – *É... sei lá... pode ser.*

Ao justificar o que o colega EB9 chamava, até então, de “mais forte” e “grosso” como “grave”, o estudante EB10 utilizou a linguagem científica para identificar a característica dos sons produzidos nos tubos metálicos. A mediadora então sugeriu a relação com o equipamento explorado anteriormente.

M – *Mas se a gente fizer que nem o colega [EB10] e lembrar lá dos balanços. Qual deles tem a frequência maior?*

EB3 – *O que balança mais rápido?*

M – *É... qual deles oscila mais rápido? Tem a maior frequência?*

EB10 – *O menor.*

M – *Então?*

EB3 – *Então aqui é o menor também [que possui maior frequência].*

Previmos também para essa micro-situação o momento em que os estudantes reconhecessem as células ciliadas como responsáveis pela diferenciação da nossa percepção dos sons. Porém, não encontramos no diálogo indícios que os estudantes pudessem realizar essa identificação. Essa passagem do diálogo será caracterizada como uma microsituação de institucionalização, pois foi totalmente de caráter informativo da mediadora para os estudantes.

6.2.2.4 Micro-situação de institucionalização

Conforme identificamos na segunda fase da Engenharia Didática, a micro-situação de institucionalização será caracterizada quando a mediadora concluir que: os diferentes tubos produzem frequências diferentes; e as células ciliadas posicionadas em diferentes pontos da cóclea são responsáveis pelo reconhecimento das diferentes frequências.

Em sequência do diálogo apresentado ao fim da análise das micro-situações de validação, a mediadora concluiu as informações fornecidas pelos estudantes:

M – *É... qual deles oscila mais rápido? Tem a maior frequência?*

EN10 – *O menor.*

M – *Então?*

EB3 – *Então aqui o menor também.*

M – *Muito bem! O menor tem a frequência maior, o som dele é mais agudo. Já os maiores produzem um som mais grave.*

A discussão sobre o sistema auditivo, feita com o auxílio de algumas imagens representativas, foi quase em sua totalidade informativa, já que a nenhum estudante se mostrou estar à vontade com a discussão. Inclusive, o estudante EB2 demonstrou não lembrar do estudo desse assunto.

M – *Vejam só essa parte aqui* [apontou para a parte da cóclea mostrada na Figura 5.18]. *Sabiam que a gente tem essa parte do ouvido? É a cóclea.*

EB2 – *Nunca tinha ouvido falar...*

M – *Aqui tem uma imagem só dessa parte.*

EB7 – *Parece um caramujo.*

EB8 – *É... parece um caracol. Todo enrolado.*

M – *Então, dentro do nosso ouvido tem a cóclea, que parece um caracol, né... Agora, dentro da cóclea, tem essa células aqui ó.* [apontou para a imagem das células ciliadas – Figura 5.19]

M – *Olhem só essa imagem* [voltou para a imagem da cóclea – Figura 5.18], *aqui tá mostrando aonde na cóclea as frequências são reconhecidas. Vejam que aqui aparece o nosso Hertz. Aqui na ponta são reconhecidos os sons com maior frequência, tipo 20 mil Hertz.*

Fica claro nesse trecho o prevalecimento do caráter informativo dessa atividade.

6.2.3 Atividade 3 – Espectro Eletromagnético

Conforme apontamos na fase das análises *a priori*, nesta atividade será discutido sobre as diferentes faixas de frequências das ondas eletromagnéticas, por meio do espectro eletromagnético, com foco na capacidade limitada dos dispositivos em reconhecer certas frequências.

6.2.3.1 Micro-situação de ação

Essa atividade teve início quando a mediadora perguntou se os estudantes conheciam outras ondas que não fossem as sonoras. Alguns tipos de ondas foram mencionados, porém, nenhum estudante propôs qualquer onda eletromagnética.

M – *Vocês já sabem muito sobre ondas sonoras! Agora, a pergunta que não quer calar: vocês conhecem outros tipos de ondas? Que não sejam as sonoras?*

EB2 – *Do mar?*

EB20 – *O professor mostrou uma onda numa corda.*

A mediadora então questionou-os sobre a luz e, assim como ocorreu com a turma A, quando o assunto tratado ainda não havia sido estudado em sala de aula, o estudante EB8 apontou que a luz ainda não havia sido estudada.

M – *Vocês sabiam que a luz é uma onda?*

EB2 – *Já ouvi isso.*

EB8 – *Ah, isso a gente não estudou ainda.*

EB12 – *É.. isso a gente não sabe.*

Frente ao aparente descontentamento dos estudantes, a mediadora procurou falar sobre outra onda eletromagnética, que possa ser melhor recebida por eles e assim introduzir o assunto de ondas eletromagnéticas.

M – *Tá, e as ondas de rádio? Essas vocês conhecem, né?*

EB12 – *Sim. Essa sim.*

M – *Então deixa eu falar pra vocês desse assunto. Algumas ondas, como a de rádio e a luz são ondas chamadas de eletromagnéticas. Elas são da mesma natureza mas em algumas coisas elas são diferentes.*

A discussão evoluiu sobre as ondas eletromagnéticas, como a luz visível, o raio-x, e demais faixas de frequências, até que a mediadora questionou sobre a característica das ondas que determinam tais diferenciações:

M – *O que vocês acham que diferencia essas ondas? Essas eletromagnéticas aqui da figura?*

EB12 – *Tem o comprimento de onda e o nome de cada uma aqui.*

EB8 – *Aqui diz que tem a frequência, cada uma tem um número.*

Nesse momento, a mediadora entregou a Figura 5.20 aos estudantes para que eles observassem as informações contidas na imagem com mais calma. Assim, a micro-situação de ação pode ser

identificada quando os estudantes investigaram a figura com a escala do espectro eletromagnético a fim de refletir sobre o questionamento da mediadora.

Já ao fim dessa atividade, outra micro-situação de ação foi criada, em uma discussão sobre a emissão de infravermelho pelos controles de TV e a recepção dessa faixa de frequência pelas câmeras digitais, a mediadora oportunizou que os estudantes verificassem tal interação.

M – *Os controles de TV emitem em infravermelho. O olho humano também não consegue ver.*

M – *Agora, cheguem aqui mais perto que eu vou fazer uma mágica!*

A mediadora pegou um celular e um controle de TV (disponibilizado pelas funcionárias do Planetário).

M – *Conseguem ver alguma coisa saindo do vidrinho? Óh, tô apertando...*

EB2 – *Não... não dá pra ver nada.*

M – *Agora, vamos ver se a câmera do meu celular consegue ver.*

EB17 – *Olha! Aparece uma luz.*

EB4 – *Posso testar?* [a interação entre o controle e a câmera]

Foram então oferecidos o controle da TV e seu celular para os estudantes testarem.

M – *E aí? Alguém sabe me dizer por que a câmera consegue captar o infravermelho e a gente não?*

6.2.3.2 Micro-situação de formulação

Conforme apontamos na segunda fase da Engenharia Didática, entenderemos como micro-situação de formulação quando os estudantes procurarem explicar, sem o uso de linguagem científica. Na situação em pauta é o porquê a câmera do celular consegue captar o infravermelho enquanto o olho humano não.

Considerando a sequência do diálogo sobre a emissão do controle e recepção da câmera do infravermelho, apesar dos estudantes não terem insistido em uma explicação, o estudante EB4 utiliza o termo “mais esperto” e “mais avançado” para traçar uma comparação entre a câmera e olho humano.

M – *E aí? Alguém sabe me dizer por que a câmera consegue captar o infravermelho e a gente não?*

EB4 – *Ele é mais esperto que a gente...*

M – *O que você quer dizer com esperto?*

EB4 – *Ele é mais avançado.*

Assim, o estudante EB4 justifica que a câmera digital é capaz de reconhecer uma faixa de frequência – infravermelho – que o olho humano não consegue.

6.2.3.3 Micro-situação de validação

Supomos caracterizar como micro-situação de validação quando os estudantes apontarem, com o uso de linguagem científica, a relação entre as frequências e os comprimentos das ondas eletromagnéticas. Porém, no diálogo dessa turma não é possível identificar essa relação feita pelos estudantes.

Em contrapartida, o diálogo sobre a capacidade limitada do olho humano em captar e reconhecer as ondas eletromagnéticas evoluiu para uma comparação com a chapa de raio-x. Nesse momento, o estudante EB7 indicará que o reconhecimento das ondas eletromagnéticas pelos dispositivos depende da faixa de frequência apropriada, ao apontar que o olho humano não reconhece a faixa de frequência do raio-X:

M – *Conseguem reparar que de todas essas ondas eletromagnéticas, o olho humano consegue reconhecer só essas aqui?* [apontou para a Figura 5.X na faixa do visível].

EB19 – *E o resto?*

M – *O resto é invisível pro olho humano.*

EB20 – *Invisível? A gente não vê então...?*

M – *Isso. É invisível pra gente, mas é visível pra outras coisas. Tipo, pra outros receptores.*

M – *Por exemplo, a chapa do raio-x, do exame de raio-x é feita certinho pra reconhecer esse tipo de onda. Agora, será que a chapa do raio-x reconhece outras ondas?*

EB8 – *Se ela é feita pro raio-x, acho que não...*

EB7 – *Acho que não também. Bom... o nosso olho não vê a frequência do raio-x, né...*

Após observar as informações que a imagem fornece sobre as ondas eletromagnéticas, como frequência e comprimento de onda (termo que ainda não havia sido mencionado) a mediadora perguntou se alguém conseguia explicar o que representa essa característica das ondas eletromagnéticas. Como houve certa insegurança entre os estudantes, o professor que acompanhava a turma contribuiu lembrando como foi tratado em sala de aula.

M – *Alguém lembra o que é o comprimento de onda?*

EB4 – *Ai! Teve uma questão da prova sobre isso.*

EB8 – *O professor mostrou isso no desenho do quadro. Ele ainda desenhou uma onda.*

M – *E como aparecia o comprimento, lembram?*

Os estudantes ficaram em silêncio por algum tempo, então o professor (P) da turma interrompeu:

P – *Gurizada! Vocês lembram sim! É o lambda. Lembram?*

EB8 – *Ah, tá, tá! O lambda é de uma ponta até a outra, o comprimento dela.*

M – *Alguém pode ajudar? Quem dá mais? Quem dá mais?*

P – *Gente! É a distância entre uma crista e outra da onda! Na prova vocês acertaram, né?*

Embora não tivéssemos apontado como uma possível micro-situação de validação, quando os estudantes foram questionados pela mediadora sobre o comprimento de ondas, o professor interveio dizendo “É o lambda. Lembram?”, um estudante logo relacionou com o conteúdo estudado. Assim, o estudante EB8 fez associação da informação apresentada na figura com a explicação do professor em aula. Essa associação e a linguagem científica utilizada pelo estudante EB8 caracterizam uma micro-situação de validação.

Posteriormente, outra micro-situação de validação acontece: o estudante EB12 aponta que o controle da TV não é capaz de se comunicar com o dispositivo de reconhecimento do portão.

M – *Por exemplo, será que dá pra abrir um portão com esse controle remoto[da TV]?*

EB12 – *Não. O portão abre com o controle da frequência dele e a TV liga com o controle dela.*

M – *Por que?*

EB12 – *Porque cada um tem a sua frequência. Tipo, uma é rádio e a outra é... é... é o que mesmo?*

O estudante EB12 justifica sua resposta pela incompatibilidade entre a faixa de frequência emitida pelo controle e a faixa de recepção do dispositivo do portão.

6.2.3.4 Micro-situação de institucionalização

Conforme definimos anteriormente, a micro-situação de institucionalização será entendida quando o mediador concluir que: o espectro eletromagnético é composto por diferentes ondas eletromagnéticas, diferenciadas por suas faixas de frequências e que a recepção e interação dos equipamentos com as ondas eletromagnéticas depende de suas características.

A primeira micro-situação de institucionalização pôde ser identificada já no início dessa atividade, quando a mediadora introduziu o assunto de ondas eletromagnéticas:

M – *Então deixa eu falar pra vocês desse assunto Algumas ondas, como a de rádio e a luz são ondas chamadas de eletromagnéticas. Elas são da mesma natureza mas em algumas coisas elas são diferentes.*

Posteriormente, no assunto sobre conceito de comprimento de onda, a mediadora faz referência à Figura 5.20 e conclui:

M – *Olhem só, as ondas maiores, tipo a de rádio tem mais de 1 Km de comprimento. Já as menores, são muito pequenas, como os raios gama que tem 1 fentômetro. Que é 10 na menos 15 metros. É muuuito pequena essa onda.*

Quando o estudante EB4 diz que a câmera digital é “mais esperta que a gente”, referindo-se à capacidade de reconhecer a faixa de frequência do infravermelho (diálogo já apresentado como micro-situação de formulação), a mediadora esclarece a relação de compatibilidade entre emissor e receptor:

EB4 – *Ela é mais esperta que a gente...*

M – *O que você quer dizer com esperto?*

EB4 – *Ela é mais avançada.*

M – *Ele consegue captar uma frequência que a gente não consegue. Isso porque o receptor da câmera reconhece também o infravermelho e a luz visível. É importante não esquecer do que produz e do que recebe a onda. E saber se essas duas coisas são compatíveis, se elas se conversam.*

Ao fim da atividade, quando a discussão era sobre as ondas eletromagnéticas que não fazem parte da faixa de reconhecimento do dispositivo do portão, a mediadora conclui, com base na observação do estudante EB16:

M – *O da TV é infravermelho. E a TV consegue captar só a onda da frequência que saiu do controle.*

E16 – *Então o do portão também?*

M – *Também o que?*

EB16 – *Consegue pegar só a frequência que sai do controle dele.*

M – *Muuuuito bem! O resto é resto. É invisível pro receptor. Passa e ele nem percebe!*

Desse modo, essa atividade foi encerrada, finalizando também toda a sequência didática. Em seguida, os estudantes tiveram tempo para explorar os demais equipamentos do PVC.

No planejamento de todas as atividades foram previstos momentos de interação entre os estudantes e os equipamentos ou aparatos que compunham as atividades. De maneira semelhante ao observado nos diálogos da turma A, as **micro-situações de ação** constituídas pela turma B ocorreram sem dificuldades. No entanto, para estes estudantes as interações foram marcadas pela necessidade de verificar ou melhor investigar as hipóteses formuladas com base no que já estudaram.

Podemos perceber que as **micro-situações de formulação** foram essenciais para que os estudantes pudessem situar as atividades da sequência didática em função dos estudos feitos sala de aula. Assim como em alguns momentos a turma A mostrou-se relutante em opinar sobre assuntos não estudados, o mesmo aconteceu com a turma B, no caso do sistema auditivo ou das ondas eletromagnéticas.

Como as **micro-situações de validação** são indicadas pelo uso de linguagem científica apropriada, acreditávamos que os estudantes da turma B tinham mais condições para desenvolver essas micro-situações, pois consideramos que já conheciam tal linguagem ao chegar no PVC. Em alguns casos elas foram marcadas pela dificuldade dos estudantes

em fazer a correspondência adequada entre os conceitos estudados e as observações realizadas com os equipamentos. Essa dificuldade apareceu especialmente na atividade dos balanços, mais especificamente na relação entre a unidade de frequência (Hertz) e de tempo (segundo) feita pelo estudante EB8.

Como esperado, as **micro-situações de institucionalização** foram importantes nessa turma nos momentos em que houve discordância ou falta de clareza entre as opiniões dos estudantes. Também como ocorreu com a turma A, a mediadora percebeu a necessidade desse tipo de micro-situações para organizar as hipóteses consideradas nas anteriores, de modo a fazer pequenas conclusões com o objetivo de evoluir os diálogos.

A partir do que foi exposto, pode-se dizer que quando mediador e estudante se envolvem no diálogo didático, assim como ocorreu com essa turma, a evolução das micro-situações oferecem condições para a busca dos objetivos almejados.

CAPÍTULO VII

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao início desta dissertação fomos motivados a planejar mediações diferenciadas em espaços de Educação Não Formal, tendo como objetivo principal beneficiar os estudos de conteúdos em sala de aula. Para tanto, fez-se necessário lançar o olhar e refletir sobre os diversos aspectos que envolvem uma proposta como esta.

No percurso para alcançar nosso objetivo de identificar as especificidades do diálogo didático em um espaço de Educação Não Formal, iniciamos encontrando nos trabalhos de Marandino (2008; 2003; 2001), Gohn (2006; 1999) e Queiroz et al. (2002) todo o aporte teórico para fomentar as reflexões sobre a área. Através destas referências foi possível estudar os aspectos imprescindíveis para uma boa atividade nesse contexto. Tanto no que se refere à importância dessa modalidade de Educação, quanto sobre suas características. Nesse sentido o trabalho de Gohn (2006) foi de suma importância para o entendimento das especificidades da Educação Não Formal em relação à Educação Informal e, principalmente, à Educação Formal.

Sobre a influência dos Museus de Ciências para seus desencadeamentos em Centros de Ciências, um rápido resgate sobre o surgimento destas instituições no Brasil nos auxiliou a compreender seus pontos de convergências e divergências, que foram importantes para o discernimento dos objetivos almejados por cada tipo de instituição e, conseqüentemente, suas estratégias de atendimento. A partir dessa consciência foi possível encontrar os pontos de comum interesse nos trabalhos realizados em Museus de Ciências que nos serviram como base.

Fez-se necessário então conhecer o PVC, local selecionado para a pesquisa. Sua história, forma de funcionamento, público alvo, perfil de mediadores, entre outros aspectos, foram determinantes para desenvolver nossa proposta.

Conscientes da relevância da formação de mediadores, procuramos em Marandino (2008) e Queiroz et al. (2002) os elementos necessários para melhor compreender as concepções dos mediadores do Parque Viva a Ciência. Com base nesses trabalhos foi possível identificar nas entrevistas com os mediadores os pontos fortes de suas formações e os que, eventualmente, estão susceptíveis a maior atenção. Essa investigação foi essencial para propor uma sequência didática que fosse viável para tal realidade. Contudo, sobre os saberes movidos pelos mediadores do PVC, seria possível ainda traçar esse estudo a partir de

uma análise das falas dos mediadores em campo, e não apenas de suas opiniões em entrevistas.

As contribuições encontradas nos modelos de formação de mediadores, propostos por Marandino (2008), foram essenciais no processo de preparação para aplicação. Através deles foi possível detectar que a maioria dos mediadores já possuíam rica formação do ponto de vista do conteúdo específico, mas que ainda era necessário promover reflexões sobre a dimensão educacional do papel do mediador. Identificado tal ponto, procuramos contemplar a capacitação inspirada no modelo centrado na educação e comunicação (MARANDINO, 2008) na preparação da mediadora que aplicou as sequências didáticas, com leituras e discussões sobre a importância desses espaços, seus objetivos e o papel do mediador, assim como sobre o diálogo didático no atendimento a estudantes.

Com o intuito de alcançar nosso objetivo de planejar sequências didáticas adequadas ao sistema de Ensino Não Formal para os diferentes momentos do Ensino de Ciências Formal, teve-se como base a Teoria das Situações Didáticas desenvolvida por Brousseau. Embora criada para o contexto do Ensino de Matemática, já foi amplamente utilizado para o Ensino de Ciências e se mostrou bastante apropriado também para a Educação Não Formal. Para isso, respeitando as especificidades elucidadas por Gohn (2006; 1999) foram definidas as situações didáticas para esse contexto como micro-situações didáticas.

Por meio das micro-situações didáticas foi possível planejar as atividades, compondo uma sequência didática completa, para dois perfis de estudantes, os que teriam assim o primeiro contato com o assunto, e os que fariam o fechamento do conteúdo na visita ao PVC. Sendo que o conteúdo selecionado de ondas e oscilações foi justificado pela disponibilidade de equipamentos no espaço de Educação Não Formal.

Os elementos teóricos apresentados pela Teoria das Situações Didáticas, juntamente ao rigor da metodologia da Engenharia Didática, permitiu contribuir significativamente para a organização e planejamento de sequências didáticas em um espaço de Educação Não Formal. A atuação do estudante se intensifica por conta das situações propostas, possibilitando uma evolução de estratégias conduzidas pelo mediador, compostas por micro-situações de ação, formulação, validação e institucionalização.

A objetivação das micro-situações didáticas permite ainda a articulação dos conteúdos estudados em sala de aula com o diálogo didático da Educação Não Formal, respeitando os diferentes momentos dos estudos realizados na Educação Formal.

Embora nas maioria das aplicações não tenha sido possível concluir e demarcar com clareza o tempo de execução das atividades, o modo como foram pensadas permitiu a adaptação nos casos em que as turmas não tiveram todo o tempo disponível para o atendimento (como o caso da turma A). Sendo possível retirar algumas atividades ou parte delas das quais a mediadora julgou menos importante, em vista ao objetivo maior de contribuir para o estudo feito em sala nas aulas da disciplina de Física.

No entanto devemos nos atentar para o fato de que apenas uma dentre as seis turmas foi possível realizar todas as atividades no tempo útil. Podemos entender isso como um indicativo claro que a expectativa de concluir toda a sequência didática não possa ser alcançada nessas condições. Sendo necessária uma avaliação dessas sequências didáticas, no que se refere à quantidade ou mesmo aos objetivos das atividades.

Certo aspecto que não previmos no planejamento das sequências didáticas, mas que, de certo modo, pode ser repensado se assim for o objetivo, é procurar criar estratégias para envolver todos os estudantes nos diálogos estabelecidos. Cada turma foi composta por cerca de 33 estudantes e cerca de 13 estudantes não se manifestaram em cada turma. No entanto, este é um elemento complexo de tratar, pois para dedicar-se à voz de todos os estudantes, em nosso caso seria necessário reduzir o número de atividades.

Ponto importante a ser considerado é a euforia dos estudantes quando chegam nos Museus e Centros de Ciências e suas vontades em interagir com equipamentos que não necessariamente fazem parte da sequência didática planejada. É importante que essas vontades sejam respeitadas e, se necessário, que algum tempo do atendimento seja reservado para que os estudantes explorem o espaço guiado apenas por sua curiosidade. Não se pode, de forma alguma, negligenciar o papel motivador que os passeios escolares possuem na vida de um estudante. Saciada a curiosidade primeira os mediadores poderão então iniciar suas atividades seguindo a programação das situações micro-didáticas.

A pequena quantidade de dados que foi possível reunir não nos permite fazer conclusões sobre os impactos do atendimento diferenciado que foi proposto, porém no que diz respeito às micro-situações didáticas podemos indicar que:

(a) Em ambas as turmas, A e B, as **micro-situações de ação** apresentaram correspondência direta às situações de mesma tipificação definidas por Brousseau (2008) como as que o aluno se relaciona com o meio através de ações imediatas de conhecimentos operacionais. Essa micro-situação mostrou-se a que melhor pôde ser explorada, dado que o

espaço utilizado é por princípio caracterizado pela interação entre pessoas e equipamentos. Contudo, é importante considerar como fundamental para que ocorram as micro-situações de ação organizar o meio para que o estudante interaja com ele à procura da solução de um problema. Em todos os casos observados, os estudantes manipularam os equipamentos ou aparatos com o objetivo de interagir com o meio para avaliar hipóteses ou para formular explicações. No caso da turma A, marcado pela investigação primeira dos conceitos tratados, já para a turma B as interações serviram mais para verificar hipóteses formuladas com base no que já haviam estudado.

(b) Para Brousseau (2008), o sucesso da situação de formulação exige que o conhecimento formulado por um ator seja colaborado com o outro. O autor entende que esses atores podem ser dois estudantes ou mesmo estudante e professor. No caso das **micro-situações de formulação**, elas foram amplamente caracterizadas pelo uso de linguagem variada no diálogo entre estudante e mediadora ao se relacionarem com o meio. Em ambas as turmas, mais recorrente com a turma A, houve dificuldade em promover essa micro-situação quando os estudantes ainda não haviam estudado o conteúdo em sala de aula. O que implica que para uma mediação mais efetiva, deve-se construir um diálogo que inicie com elementos mais próximos ao estudante e em seguida evoluir aos objetivos do conhecimento físico do equipamento.

(c) As **micro-situações de validação** puderam ser melhores notadas no caso da turma B, que possuía maior aporte para confrontar suas ideias por meio da troca de opiniões até acordarem sobre determinada solução. Já no caso dos estudantes que tiveram nessas atividades seu primeiro contato com o conteúdo, houve maior limitação em desenvolver esse tipo de micro-situação, principalmente na atividade dos balanços. Em contraposição, para a turma B algumas micro-situações foram assinaladas pela dificuldade em corresponder adequadamente os conceitos estudados em sala de aula e as observações feitas no meio. Para melhor tratar esse ponto é necessário que as micro-situações de formulação sejam mais exploradas para esse perfil de estudantes.

(d) Devido ao curto período de tempo, em ambas as turmas frequentemente fez-se necessária a interferência das **micro-situações de institucionalização** para organizar as informações com o objetivo de desenrolar as discussões. Essa sistematização do conhecimento é fundamental para considera-lo referência a ser utilizado posteriormente pelos estudantes. Fato interessante é que essas micro-situações

ocorreram ao longo de todas as atividades e não apenas ao fim de cada uma, como podíamos esperar.

Foi possível notar que, quando estudante e mediador, inspirados em estratégias didáticas, se envolverem no diálogo didático, a evolução das micro-situações oferecem condições para a busca das soluções almejadas.

Pode-se dizer então que a partir das Situações Didáticas, aliadas aos estudos sobre a Educação Não Formal, é viável evidenciar o aspecto didático das mediações realizadas nesse contexto, quando o objetivo for favorecer o ensino em sala de aula.

Identificamos como a principal lacuna no qual esse trabalho deixa ainda em aberta é investigar o impacto que esse tipo de atendimento tem em sala de aula. Esse trabalho foi todo desenvolvido do ponto de vista da instituição de Educação Não Formal, portanto não alcançou seu correspondente impacto sob a visão do professor.

Nossa expectativa é que tenhamos contribuído com uma alternativa viável de estabelecer um diálogo didático entre mediadores e estudantes em espaços de Educação Não Formal. Este trabalho, longe de ser uma prescrição, pretende ser uma proposição. Que possa servir como ponto de partida para grupos de mediadores que procuram desenvolver atendimentos voltados a contribuir para o Ensino de Ciências no contexto Educação Formal, que através da intenção didática possa respeitar os diferentes momentos de ensino em sala de aula, e portanto as diferentes relações que os estudantes possuem com o conhecimento.

REFERÊNCIAS

ABCMC. Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências. Guia de Centros e Museus de Ciências do Brasil 2009, Disponível em: <<http://www.casadaciencia.ufrj.br/Publicacoes/guia/files/guiacentrosciencia2009.pdf>> . Acesso em: 15 dez. 2010>.

ALLARD, M., et all. La visite au Musée. In Réseau. Canadá, p. 14-19, décembre1995/janvier, 1996.

ARTIGUE, Michele. Ingénierie didactique. Recherches em Didactique des Mathématiques. v. 9, n. 3, p. 283-307. Grenoble, France: Editions la Pensée Sauvage, 1990.

ARTIGUE, Michele. Engenharia Didática. In: BRUN, J. Didática das Matemáticas. Tradução de: Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. Cap. 4. p. 193-217.

BRAGA, Joana Soares. A mediação em museus de Ciências da Universidade de São Paulo: a experiência no Museu de Anatomia Veterinária Dr. Plínio Pinto e Silva a na Estação Ciência. Dissertação de Mestrado. Escola de Comunicação e Arte. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

BROUSSEAU, Guy. Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques. Disponível em : <http://daest.pagesperso-orange.fr/guy-brousseau/textes/Glossaire_Brousseau.pdf>, 2003. Acesso em: 25 ago. 2013.

_____. Fondaments et méthodes en didactique des mathématiques. Recherches en didactique des mathématiques. Grenoble, v. 7, n. 2, p. 35 – 115, 1986.

_____. Introdução ao Estudo das Situações Didáticas. Conteúdos e métodos de ensino. Editora Ática. São Paulo, 2008.

_____. La théorie des situations didactiques, 1997. Disponível em <<http://fractus.uson.mx/Papers/Brousseau/ObstaculosBrousseau.htm>>. Acesso em 09 mai. 2013.

CAZELLI, S., FALCÃO, D., GOUVÊA, G., VALENTE, M. E., QUEIROZ, G., COLINVAUX, D., KRAPAS, S. e ALVES, F. Aprendizagem em Museus de Ciências e Tecnologia sob enfoque dos modelos mentais. In VI Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, Florianópolis, 1998.

CHAGAS, Isabel. Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. Revista de Educação. 3(1), 51-59. 1993.

CHEVALLARD, Y. (1991) La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Editora Aique, Argentina.

CRUZ, Monalise Pinto. Interação Museu-Escola: Uma Análise da Contribuição do Ensino Não-Formal à Escola. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Nilópolis, 2010.

CURY, Marília. (Coord). ESTUDO SOBRE CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIAS: subsídios para uma política de apoio. São Paulo, 2000.

FÁVERO, Osmar. Educação Não Formal: contextos, percursos e sujeitos. Educ. Soc., Campinas, vol. 28, n. 99, p. 614-617, maio/ago. 2007. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>

FIGUEROA, Ana Maria Senac; MARANDINO, Martha. Objetos Pedagógicos nos Museus de Ciências: Uma revisão da literatura. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009.

FIOREZE, Leandra. Anversa. ATIVIDADES DIGITAIS E A CONSTRIÇÃO DOS CONCEITOS DE PROPORCIONALIDADE: UMA ANÁLISE A PARTIR DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS. Tese de doutorado em Informática na Educação do Cnetro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.

GASPAR, Alberto. Museus e Centros de Ciências – Conceituação e Proposta de um Referencial Teórico. Tese de Doutorado. FE-USP, São Paulo, 1993.

GOHN, Maria da Glória. Educação Não Formal e Cultura Política:

Impactos sobre o associativismo do terceiro setor. São Paulo: Cortez (Coleção questões da nossa época), 1999. V 71.

_____. 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.

HAYDT, Regina Célia. Cazaux. *Curso de Didática Geral*. São Paulo: Ática. 8aed. 2006.

HOOPER-GREENHILL, Emerita Eilean. Education, communication and interpretation: towards a critical pedagogy in museums, p. 3-25. In *The Educational role of The Museum*. Routledge, London, 1994.

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

LOWMAN, Joseph. *Dominando as Técnicas de Ensino*. São Paulo: Atlas. 2004.

MARANDINO, Martha. A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência. *Hist. ciências-saúde-Manguinhos* v.12 supl.0 Rio de Janeiro, 2005.

_____. Museu e escola: parceiros na educação científica do cidadão. In: CANDAU, Vera Maria (Org.). *Reinventar a escola*. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, p. 189-220, 2000.

_____. *Interfaces na Relação Museu-Escola*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V. 18. N. 1. Florianópolis, 2001.

Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6692/6159>.

Acesso: 27 jan. 2012.

MARANDINO, Martha. et al. “A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz?” In: *Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – ENPEC*. Bauru, 2004.

MARANDINO, M. Museus de Ciências como Espaços de Educação In: Museus: dos Gabinetes de Curiosidades à Museologia Moderna. Belo Horizonte: Argumentum, 2005, p. 165-176.

MARANDINO, M. Ação educativa, aprendizagem e mediação nas visitas aos museus de ciências. In: MASSARANI, L. Workshop Sul-Americano e escola de mediação em Museus e Centros de Ciência. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008.

MARANDINO, M. (Org.) **Educação em Museus**: a mediação em foco. São Paulo, SP: Geenf/FEUSP, 2008b.

MENSCH, Peter van, POUW, Piet J. M. e SCHOUTEN, F. F. J. Metodologia da Museologia e treinamento profissional. Tradução de Elizabeth Carbone Baez. Cadernos Museológicos, Rio de Janeiro, n. 3, 1990, p. 57.

MENEZES, Débora Peres; SILVA, Nelson Canzian. Parque Viva a Ciência: dificuldades para sua implementação em Florianópolis. Sociedade Brasileira de Física. São Paulo, 2013

MORA, Maria del Carmen Sánchez. Diversos enfoques sobre as visitas guiadas nos museus de ciências. In: Massarani, L. (org.) Diálogos & Ciência: Mediação em museus e centros de ciências. Rio de Janeiro, 2007.

OLIVEIRA, Roni Ivan Rocha. GASTAL, Maria Luíza de Araújo. Educação Formal Fora da Sala de Aula – Olhares Sobre o Ensino de Ciências Utilizando Espaços Não-Formais. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009.

PADILLA, Jorge. Conceptos de museos y centros interactivos. In: CRESTANA, Silverio *et al* (org.). Curso para Treinamento em Centros e Museus de Ciência: Educação para a ciência. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2001. p. 113-141.

QUEIROZ, Ricardo Moreira. TEIXEIRA, Hebert Balieiro. VELOSO, Ataian dos Santos. TERÁN, Augiusto Fachín. QUEIROZ, Andrea Garcia. A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o Ensino de Ciências. Revista ARETÉ Amazônica de Ensino de Ciências. v. 4, n. 7, p. 12-23. Manaus, 2011. Disponível em:

http://www.revistas.uea.edu.br/download/revistas/arete/vol.4/arete_v4_n07-2011-p.12-23.pdf. Acesso em: 07/03/2013.

QUEIROZ, Glória et al. Construindo saberes da mediação na educação em museus de ciências: o caso dos mediadores do museu de astronomia e ciências afins/ Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 2, n. 2, p. 77-88, 2002.

REIS, Bianca Santos Silva. Expectativas dos professores que visitam o Museu da Vida/ Fiocruz. Dissertação de Mestrado em Educação. Departamento de Educação. Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 2005.

RIBEIRO, Maria das Graças; FRUCCHI, Graciela. Mediação – a linguagem humana dos museus. In: MASSARANI, Luisa (org.). *Diálogos & Ciência: Mediações em museus e centros de ciência*. Rio de Janeiro: Museu da Vida/ Casa Oswaldo Cruz/ FioCruz, 2007. p. 68-74.

RODARI, Paola; MERZAGORA, Matteo. Mediadores em museus e centros de ciência: Status, papéis e treinamento. Uma visão geral europeia. In: MASSARANI, Luisa (org.). *Diálogos & Ciência: Mediações em museus e centros de ciência*. Rio de Janeiro: Museu da Vida/ Casa Oswaldo Cruz/ FioCruz, 2007. p. 07-21.

SOARES, Jorge Mendes. Saberes da Mediação Humana em Museus de Ciências e Tecnologia. Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2003.

GANHEM, E; TRILLA, J. Educação formal e não formal (pontos e contrapontos). São Paulo: Editora Summus, 2008.

VALENTE, Maria, Esther. Educação em Museus. O público de hoje no museu de ontem. Dissertação de Mestrado. Departamento de Educação. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1995.

VIEIRA, Valéria da Silva. Análise de espaços não formais e sua contribuição para o ensino de ciências. Tese de Doutorado. Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

APÊNDICE A**VISITA TURMA A – PRÉ-CONTEÚDO ESCOLAR**

Perfil da turma:

Turma de segundo ano, com 27 estudantes de uma escola pública de São José, acompanhada pelo professor titular de física.

M – mediadora

E – estudantes

P – professor de física.

Essa turma inicialmente participou da sessão do planetário.

A mediadora, acompanhada de seus colegas, recebeu a turma na porta de entrada/saída do planetário.

M – Boa tarde, pessoal! Podem vim aqui comigo, aqui fora.

O professor então se aproximou da mediadora e perguntou se estava tudo pronto para o atendimento no Parque. A mediadora perguntou para o professor que horas eles deveriam retornar à escola, afim de saber quanto tempo eles tinham disponíveis para realizar as atividades. Foi então informada que eles teriam menos de 30 minutos para realizar as atividades.

Enquanto a mediadora e o professor conversavam, alguns estudantes se direcionaram para alguns equipamentos.

Nesse momento teve um pouco de confusão pois a turma que estava no Parque foi direcionada para o Planetário. Portanto, uma turma estava saindo do Parque para o Planetário, e a outra estava saindo do Planetário para o Parque. Depois da situação ser estabilizada, a mediadora começou o atendimento.

M – Oi pessoal! Sou mediadora aqui no Parque. Vou acompanhar a turma de vocês.

M – Já falei com o professor de vocês e fiquei sabendo que são todos nota 10 em Física. É isso mesmo?

E1 – É professor? Tirei 10 então?

P – [o professor riu, mas não respondeu]

M – Vamos começar ali nos balanços. Vamos lá!

M – Só olhando, vocês conseguem identificar alguma diferença entre os balanços?

E1 – Não... são iguais.

M – Certeza? Pode olhar com calma.

E2 – Eles tem tamanhos diferentes.

M – O que exatamente neles tem tamanhos diferentes?

E2 – As cordas.

M – Beleza. Agora, será que essa diferença no tamanho das correntes vai fazer eles balançarem diferentes?

Nesse momento os estudantes ficaram bastante divididos. Alguns disseram que sim, outros que não.

M – Vamos fazer o seguinte: vocês podem usar os balanços como quiserem. Mas quero que me digam se sentiram alguma diferença entre eles.

Depois de alguns minutos a mediadora retomou a atenção.

M – E aí? Perceberam alguma coisa?

E5 – O maior deles vai mais alto.

E6 – É... o menor não vai tão alto como esse aqui [apontou para o balanço maior].

M – Todo mundo concorda com os colegas?

M – E perceberam mais alguma coisa?

Os estudantes ficaram em silêncio.

M – Vamos fazer o seguinte. Se eu pegar esse balanço e soltar ele daqui. O que vai acontecer com ele?

E8 – Ele vai balançar!

E3 – É... vai ir e voltar na sua mão.

M – Beleza. E será que vai ser o mesmo com os três balanços?

E3 – Os três vão ir e voltar!

M – Ok. Primeiro, esse movimento de ir e voltar é conhecido como oscilação. Será que o tempo de oscilação dos balanços é o mesmo?

E – Ah... vai ser sim!

M – Todo mundo concorda?

E3 – Eu acho que não, porque o maior tem que ir e voltar mais que o menor.

M – Então você diz que o tempo vai ser diferente? Qual deles vai demorar mais?

E4 – O maior. É... o maior.

M – Tá... mas será que dá pra comparar? Será que tem alguma forma de observar se tem diferença?

E3 – É só contar.

M – Contar o quê?

E3 – Contar o tempo que leva.

M – Ah, muito bem! É só medir o tempo que leva em cada um. Vamos fazer isso?

A mediadora posicionou 3 estudantes nos balanços e um estudante com um cronômetro para medir o tempo de oscilação dos balanços.

M – Só que nós vamos medir o tempo que os balanços levam pra fazer 10 oscilações, ou seja, ir e voltar 10 vezes.

Os estudantes então fizeram oscilar cada balanço 10 vezes afim de medir o tempo das 10 oscilações.

M – E aí? Qual deles fez as 10 oscilações mais rápido?

E4 – O menor!

M – Tá, então deixa eu dizer pra vocês, o tempo que ele leva pra dar uma oscilação é conhecido como período de oscilação.

E4 – Então a gente pode medir?

M – Podemos! Vamos fazer com o maior?

Os estudantes então mediram o período de oscilação do balanço maior.

M – Beleza, agora eu quero saber uma coisa... vocês sabem o que significa frequência?

E5 – Frequência? Como assim?

M – Pra você, o que é frequência?

E6 – Acho que a gente não estudou isso ainda...

M – Tudo bem que não tenham estudado, mas o que é frequência pra você?

E6 – Ah, não sei... não estudei frequência.

E6 – Professor, a gente não estudou isso ainda, né?

P – Não. Mas não impede de você saber o que é frequência. Diz pra ela o que você acha que é!

E2 – Acho que é como as coisas acontecem.

M – Como acontecem? De modo geral?

E2 – É... ah, não sei!

M – Mais alguém se arrisca?

E7 – Eu acho que é quantas vezes as coisas acontecem.

M – Tá... então vamos pensar juntos o que pode ser. Beleza?

M – Qual é a frequência que vocês vão na escola por semana?

E10 – A gente vai de segunda à sexta.

E11 – Então a gente vai na escola cinco vezes por semana.

M – Então, se vocês me dizem que vão na escola cinco vezes por semana, quer dizer que a frequência que vocês vão na escola é de cinco vezes por semana.

M – Agora, quantas vezes vocês almoçam por dia?

E2 – Uma vez!

M – Beleza, então a frequência que vocês almoçam por dia é 1 vez por dia.

M – Agora, quando eu solto o balanço ele oscila, certo? A gente diz que a quantidade de oscilações que o balanço dá em 1 segundo é a frequência dele.

E5 – Mas o balanço maior não dá nem uma oscilação em 1 segundo. A gente viu que deu 3 segundos!

M – Tudo bem. Não tem problema. Então a frequência dele é menor de uma oscilação por segundo.

M – Alguém tem alguma dúvida sobre o que a gente discutiu aqui?

[os estudantes ficaram em silêncio]

M – Vamos para o próximo equipamento então!

M – Nesse aqui, minha pergunta é a mesma de antes. O que vocês percebem de diferente aqui?

E4 – O tamanho deles também são diferentes.

M – E essa diferença vai causar alguma coisa quando a gente brincar com os tubos?

E4 – Vai sim!

E7 – Eu não sei.

E8 – Também não...

M – Então vamos testar!

[a mediadora entregou as baquetas para alguns estudantes e deixou com que eles interagissem à vontade]

M – E aí? Notaram alguma diferença entre os tubos?

E12 – Sim! Os sons são diferentes.

M – E como é essa diferença?

E13 – Um é mais alto que o outro.

M – Mais alto? O som é mais alto?

E13 – É... é como se fosse mais forte.

M – E qual é o mais forte?

E14 – O último [mais comprido].

M – E alguém sabe como a gente chama esse som forte?

E15 – Como os sons são as notas musicais, um é grave e o outro é agudo.

M – Exatamente. A gente pode diferenciar por graves e agudos.

E15 – É... eu toco violão daí é assim também.

M – E o que faz no violão produzir sons diferentes? Graves e agudos?

E15 – As cordas.

M – Mas elas são todas iguais?

E15 – Ah, não! É mesmo! É igual aqui. Tens as mais grossas e as mais finas.

M – Isso. Aqui os sons são diferentes por causa do comprimento dos tubos. No violão, é por causa da espessura das cordas.

M – Agora, vocês sabem me dizer por que quando a gente bate nos tubos eles produzem sons?

E14 – Eles devem se mexer.

E7 – São chacoalhados?

M – Acho que vocês querem dizer que a gente põe eles pra vibrar. O que acham?

E3 – Pra vibrar? Tipo, oscilar?

M – É, isso mesmo! Quando a gente bate nos tubos eles começam a oscilar.

E6 – Então eles oscilam e fazem o som?

M – O que você acha?

E6 – Acho que é isso.

M – Ok. Mas a pergunta que não quer calar é por que eles produzem sons diferentes?

E15 – Hum... no violão dá pra sentir que umas se mexem mais que outras.

M – E esse se mexer é o quê?

E3 – Vibrar?

M – Isso. Vibrar, oscilar. No violão as cordas oscilam de forma diferente e produzem sons diferentes. Mas, e aqui?

E10 – Aqui deve ser a mesma coisa. A gente bate e eles vibram diferentes.

M – E como a gente sabe se eles oscilam diferentes?

E1 – Tem que medir aqui também? Como?

M – Medir o quê?

E1 – O período. A frequência?

M – O que tem o período e a frequência?

E1 – Ali nos balanços eles eram diferentes. Aqui também são?

M – E aí galera? O que vocês podem dizer da pergunta do colega? Se ali nos balanços as frequências de oscilações eram diferentes porque eles tem correntes de tamanhos diferentes, aqui nos tubos é parecido?

E3 – É sim. Porque os tubos tem tamanhos diferentes, então eles vibram com período e frequência diferentes. Por isso uns são graves e outros agudos..

E6 – E eles também vibram, oscilam, né?

M – Então vamos organizar as ideias: os tubos possuem tamanhos diferentes e quando batemos neles eles oscilam e produzem sons diferentes. Isso porque eles possuem frequências de oscilações diferentes.

M – Agora, como o som produzido nos tubos chega nos nossos ouvidos então?

E12 – Ah, não sei...

M – O que tem em volta dos tubos?

A mediadora deixou eles pensarem por alguns instantes.

E16 – O ar que traz?

E17 – Só pode ser o ar...

M – Mas como ele transmite? O que vocês acham?

E3 – O metal vibra quando a gente bate nele e depois o ar traz o som. Não é isso?

M – É isso... mas como o ar traz esse som?

E3 – Trazendo... não sei!

M – Alguém tem ideia?

Os estudantes permaneceram em silêncio.

M – E se eu disser pra vocês que quando o tubo vibra, ele faz vibrar todo o ar que está em volta dele. Daí todas essas moléculas começam a vibrar as moléculas que estão em volta delas. Que vibram as que estão em volta também. E assim consecutivamente, até chegar nos nossos ouvidos.

E17 – Como se fosse uma onda na água?

M – Muuuito bem! É como se fosse uma onda na água. Imaginem um lago bem parado. Agora imaginem jogar uma pedra no meio do lado. Não vai formar uma onda pra todos os lados? Aqui é assim também!

M – Vamos agora para a próxima atividade? Vamos lá!

[Parabólica]

M – Aqui, gostaria que vocês olhassem pra esse equipamento e me digam o que vocês acham que ele faz?

E10 – Ele gira?

E8 – Deve girar e misturar as cores.

E5 – Pode ser pra arremessar alguma coisa ali no meio.

M – Vou dar uma dica, esse equipamento não funciona sozinho. Tem mais alguma coisa que ajuda ele a funcionar.

E5 – O quê?

M – Ué! Vocês devem observar em volta. Procurem!

Os estudantes passaram então a procurar o restante do equipamento. Depois de alguns minutos um estudante viu a outra parábola do outro lado do Parque.

E18 – Tem duas?

M – Tem! E agora? Vão duas pessoas lá ver o que tem naquela parabólica.

A mediadora pediu para que fossem mais de um estudante do outro lado, justamente para que quando eles conversem na frente da parabólica, eles possam perceber o som vindo da outra parabólica.

E3 – Ohhh! Dá pra ouvir! Dá pra ouvir!

M – Falem daí! Falem nesse círculo azul.

Os estudantes então utilizaram o equipamento por mais alguns minutos.

M – Como isso é possível? Como vocês explicam que conseguimos conversar tão longe assim?

E6 – Deve ter um fio por baixo da terra.

E19 – Ou então é um walk-talk.

M – Tá, juro pra vocês que não tem nenhum fio de comunicação por baixo. Nem outro dispositivo eletrônico pra comunicar as falas. O que vocês me dizem? Como é possível o som sair de um lado e parar no outro?

E4 – Se não tem nada, só pode ser o ar.

E13 – É... e a gente viu ali que o ar carrega o som.

E4 – Carrega não! Propaga o som!

M – Bem pensado. Só pode ser o ar. Mas ele chega tão nítido, né? Como isso é possível?

E10 – Parece eco. É eco?

M – O que é o eco?

E10 – É quando a gente fala dentro de algum lugar e o som volta.

M – Volta? Mas volta porque?

E10 – Por exemplo, numa caverna o som vai até as paredes e volta.

M – Então se tiver uma barreira o som volta?

E10 – Na caverna volta.

M – E aqui? O que tem aqui?

E10 – Tem as parabólicas.

E10 – Então o som bate nas parabólicas e volta. É isso?

M – Exatamente. Só que nesse caso não é eco, é reflexão do som. O som sai da boca, chega na parabólica e volta até a outra parabólica. Então o som que chega aqui é focalizado tudo nesse ponto. Por isso que fica bem nítido.

M – Agora, a gente está esquecendo de uma coisa... ali no equipamento anterior, que vibra são os tubos, não é mesmo? E aqui? O que vibra?

E3 – A nossa voz.

M – A nossa voz é o som. Já foi produzido. Quem vibra pra produzir a voz?

E9 – A gente vibra!

M – A gente? A gente vibra todo?

E3 – Não pode ser.

E4 – São as cordas vocais que fazem a voz.

M – Ah, então tem alguma coisa no nosso corpo que produz nossa voz?

E3 – Acho que são as cordas vocais.

M – Isso mesmo. São as cordas ou pregas vocais. Mas elas vibram sozinhas? O que faz elas vibrarem?

E4 – A gente faz. Quando a gente quer falar a gente fala.

M – Ok. Mas assim, lá nos tubos a gente tinha que bater neles com um martelo. O que faz vibrar as pregas? Será que nada passa por elas pra fazer elas vibrarem?

E4 – É um músculo que faz vibrar?

E3 – É... alguma outra parte do corpo.

E10 – O cérebro que manda?

M – Ah, com certeza começa com um comando do cérebro. Mas daí a gente faz passar ar pelas pregas vocais, que fazem elas vibrarem e emitirem som.

APÊNDICE B

VISITA TURMA B – PÓS-CONTEÚDO ESCOLAR

Transcrição – Turma B (pós-conteúdo formal)

A seguir será descrito o atendimento de uma turma A com 16 estudantes do segundo ano do Ensino Médio. A escola é da rede pública da cidade de São José. Esses estudantes estavam acompanhados pela coordenadora pedagógica e pelo professor de Física da escola.

Trataremos como:

M – mediadora.

C – coordenadora que acompanhava a turma.

EB – estudantes.

P – professor de Física.

A mediadora recebeu a turma no portão do Parque Viva a Ciência.

M – Bom dia, pessoal! Podem entrar!

Assim que a mediadora se aproximou do portão, a coordenadora que acompanhava a turma foi ao seu encontro.

C – Bom dia. Estamos marcados para às 9h no Planetário.

M – Vocês são da escola de São José? Podem entrar.

M - Vocês primeiro passarão 1 hora aqui no Parque pra depois fazer a sessão no Planetário, às 10 horas. Vou pedir pra vocês guardarem suas mochilas lá dentro do Planetário. Ali no cantinho tem um banco pra guardar as mochilas. Se quiserem água ou ir ao banheiro, tem ali no fim do corredor. Depois podem voltar pra cá.

A mediadora então pediu para que os estudantes guardassem suas mochilas no interior do Planetário e que retornassem para a parte externa, onde estão instalados os equipamentos. Durante essa movimentação, os demais mediadores ajudaram a agilizar os estudantes a guardar seus pertences.

Enquanto os estudantes guardavam suas mochilas, outros estudantes se direcionaram para alguns equipamentos. Os mediadores então chamaram esses estudantes afim de reuni-los. Assim que todos guardaram suas mochilas se reuniram para iniciar a mediação.

M – Oi! Boa tarde! Vou acompanhar a turma de vocês aqui no Parque.

Já no início do atendimento a mediadora foi interrompida por um estudante que está ansioso para usar o gira-gira.

EB1 – Professora! Posso ir nesse aqui?

M – Calma! Calma! A gente vai nesse aí, mas antes vamos conversar sobre outras coisas.

M – Vocês são de que série?

Estudantes [vários] – Somos do segundo ano.

M – E já estão todos aprovados em Física? Todo mundo vai passar direto?

M – Qual foi o último conteúdo que vocês estudaram? Vocês ainda lembram?

EB – Acho que ondas.

EB1 – É... a gente estudou lentes também.

EB2 – Agora a gente vai ter prova de interferência.

M – Então a gente vai conversar um pouco sobre ondas. Vocês conhecem aqueles controles de portão eletrônico?

EB3 – Lá em casa tem um!

M – E o controle [do portão] da sua casa abre o do vizinho?

EB4 – Nunca tentei! Acho que não.

M – E vocês? O que acham?

EB3 – Também acho que não. Se não a gente ia apertar e ia abrir o da rua inteira.

M – Ah, entendi. Alguém aqui discorda? Será que com um controle de um a gente consegue abrir outro?

[todos ficaram em silêncio...]

M – Vamos fazer o seguinte, vamos até os balanços ver o que acontece ali.

A mediadora levou todos os estudantes para os balanços.

M – Todos vocês já brincaram de balanço?

M – Se eu segurar o balanço de uma certa altura e soltar ele, só abrir a minha mão, o que vai acontecer?

EB5 – Ele vai balançar, né!

M – Claro, isso mesmo, ele vai balançar! Mas será que esse balanço balança igual aos outros dois?

Os estudantes ficaram bem divididos. Alguns disseram que sim. Outros disseram que não. Por isso, a mediadora liberou pra eles utilizarem os 3 balanços como quiserem.

M – O que vocês podem fazer pra saber se eles balançam iguais?

Os estudantes ficaram em silêncio.

M – Querem usar eles e pensar um pouco sobre isso? Vamos lá! Fiquem à vontade pra balançar!

Os estudantes usaram os balanços por alguns minutos. Poucos deles conversaram sobre as diferenças dos balanços e no que essas diferenças interferem nas oscilações.

A mediadora então interrompeu a brincadeira:

M – Pessoal! Pessoal! E aí? Conseguiram ver se tem alguma diferença?

EB6 – O maior é mais alto.

EB7 – O pequeno vai até uma altura menor.

M – Então vocês já perceberam uma diferença. Vocês sabem explicar por que isso acontece?

EB7 – Só pode ser porque eles têm tamanhos diferentes.

M – E mais alguma coisa?

Os estudantes ficaram em silêncio, então a mediadora desconfiou que os estudantes não se deram conta que os balanços possuem frequências diferentes.

M – Se segurar o balanço aqui dessa altura e soltar, o que vai acontecer?

EB8 – Ele vai ir e voltar.

M – Ele leva um tempo pra ir e voltar, não é?

EB7 – Vai, né!

M – E lembrando lá das aulas de Física, que vocês estudaram ondas e oscilações, vocês não lembram nada sobre esse tempo?

EB8 – A gente estudou isso. Foi em oscilações. O tempo é frequência.

M – Você me diz que o tempo que ele leva pra ir e voltar é a frequência?

EB8 – Isso!

M – Todo mundo concorda com ele?

Nesse questionamento os estudantes ficaram bastante divididos e indecisos.

M – Como a gente mede o tempo?

EB10 – Sabendo que horas são.

EB11 – Com o relógio.

M – E como o relógio nos mostra que horas são?

EB11 – Mostrando as horas. Tipo, agora é 9:23.

M – Ok. Agora são 9 e 23 o quê?

EB11 – 9 horas e 23 minutos.

M – Ah, então temos as horas e os minutos. E ainda dá pra saber os segundos, não é?

M – Se eu medir o tempo que o balanço leva pra ir e voltar vai dar o que?

EB13 – Vai dar nem 1 segundo.

M – E como apareciam as frequências que vocês viram em oscilações? Apareciam em segundos?

EB13 – Não lembro...

EB14 – Acho que não... era com outro nome.

EB8 – Era hertz, não era?

M – Ah, então vocês viram que frequência se mede em Hertz! E o tempo que o balanço leva pra dar uma oscilação a gente mede com segundos. E agora? Hertz e segundo é a mesma coisa?

EB16 – Deve ser então.

EB8 – Claro que não!

M – Então o que que o segundo tem a ver com o Hertz?

EB8 – O Hertz é o contrário do segundo.

M – O que você quer dizer com “o contrário”?

EB8 – Não sei direito. Nas contas a gente tem que colocar o Hertz. Mas não é só segundo...

M – Então tem outra coisa com o segundo? Mas tem a ver com segundo, né?

EB8 – É quantas vezes vai e volta em um tempo?

M – Então, isso mesmo, frequência é quantas vezes o balanço vai e volta em 1 segundo. O Hertz, oscilações por segundo. Quantas oscilações o balanço faz por segundo. Agora, e o tempo que leva pra dar uma oscilação? Lembram disso?

EB9 – O contrário?

M – É... assim... se a frequência é quantas oscilações por segundo, podemos saber também quantos segundos por oscilação, entendeu?

EB15 – Ah, tá! Hum... Isso dá pra saber. É só soltar e medir com o relógio.

M – Isso mesmo! A gente pode medir. É só pegar um cronometro e ver quanto tempo leva pra dar uma oscilação. Com esse tempo a gente vai ser qual é o período de oscilação dos balanços. Agora, será que há alguma diferença na frequência dos três balanços?

Os estudantes continuaram divididos. Alguns disseram que sim, outros disseram que não.

M – Tem alguma maneira de verificar?

M – O que acham de soltar os balanços e ver se a frequência deles é a mesma?

A mediadora então escolheu três estudantes. Posicionou cada um deles segurando um balanço.

M – Vamos soltar? 1, 2, 3 e... já!

Os três estudantes então soltaram os balanços e todos observaram as oscilações.

M – E aí? Perceberam alguma coisa?

EB10 – O menor é mais rápido.

M – E o que significa o menor ser o mais rápido?

EB17 – A frequência dele é diferente.

M – Ok, mas qual deles possui a maior frequência? Qual deles oscila mais em 1 segundo?

EB10 – O mais rápido.

EB3 – O menor é o mais rápido.

M – Então o mais menor, que oscila mais rápido, tem a maior frequência!

M – E por que isso acontece?

EB10 – Por causa dos tamanhos? Que são diferentes?

M – Você acha que os tamanhos diferentes que dá as oscilações diferentes?

EB17 – A única coisa diferente deles é o tamanho...

M – Ok, ok... Tá certo! Como eles tem tamanhos diferentes, eles oscilam diferentes também.

M – Agora que vocês já sabem tudo sobre balanços, vamos pro próximo?

M – Esse equipamento é chamado de tubos sonoros. Tem essas duas baquetinhas aqui que a gente usa pra bater. Querem testar?

Alguns estudantes então usaram o equipamento. Após alguns minutos a mediadora interrompeu:

M – E aí? Alguma diferença entre eles?

EB7 – O barulho...

EB9 – É... o som é diferente.

EB14 – São as notas musicais.

M – Isso mesmo! De cara a gente percebe que o som dos tubos são diferentes. O que mais tem de diferente neles?

EB14 – O tamanho?

M – Muito bem. Tubos diferentes fazem sons diferentes. O que vocês estudaram sobre sons? Lembram do que?

EB14 – É uma onda sonora.

M – E será que essas ondas sonoras tem alguma relação com o que a gente discutiu sobre frequência?

Dentre algumas respostas, um estudante propôs:

EB18 – Deve ter. A gente viu que as ondas sonoras tem frequências.

M – E o que mais? O que mais vocês viram?

EB18 – Sei lá... cada um deve ter uma frequência.

EB10 – Que nem no balanço?

M – Todo mundo concorda com ele? Cada tubo tem uma frequência?

EB19 – Deve ser... se cada um sai um som diferente...

M – Então tá... cada tubo tem uma frequência de oscilação. Cada oscilação produz um som diferente. Até aí tudo bem... mas como a gente consegue perceber esses sons diferentes?

EB4 – Deve ser o nosso cérebro.

EB8 – É! É o nosso cérebro!

M – Ok. Mas como que a gente capta o som? O que do nosso corpo percebe o som?

EB10 – O ouvido, só pode!

M – O ouvido? Mas o que do ouvido?

EB10 – Ah! Daí eu não sei... não sei o que tem dentro do ouvido.

EB [não é possível identificar qual aluno disse] – A gente não estudou isso em Física!

M – Não tem problema que isso não é estudado em Física. Vamos pensar juntos, será que não deve ter alguma coisa dentro do ouvido que capta o som?

EB15 – É... deve ter.

EB4 – Alguma parte do ouvido deve fazer isso.

EB10 – Ah, eu não sei. Acho que tudo junto do ouvido pega o som.

M – Tudo junto o que?

EB10 – Todas as partes do ouvido.

M – Tá... vamos por partes então. O ouvido é composto por algumas partes.

EB15 – O tímpano!

M – Isso! O tímpano é uma delas. Alguém sabe outra parte?

Nesse momento os estudantes ficaram em silêncio. A mediadora percebeu que eles não lembravam de outras partes do sistema auditivo.

M – Vou fazer o seguinte: cheguem aqui mais perto. Vamos ver essa imagem aqui.

A mediadora pegou uma imagem, em uma folha A3, do sistema auditivo.

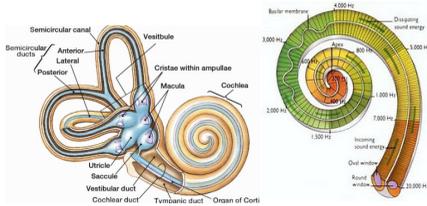


M – Vejam só essa parte aqui [apontou para a parte da cóclea mostrada na imagem]. Sabiam que a gente tem essa parte do ouvido? É a cóclea.

EB2 – Nunca tinha ouvido falar...

M – Aqui tem uma imagem só dessa parte.

A mediadora mostrou uma folha com duas imagens imagem de representação da cóclea.

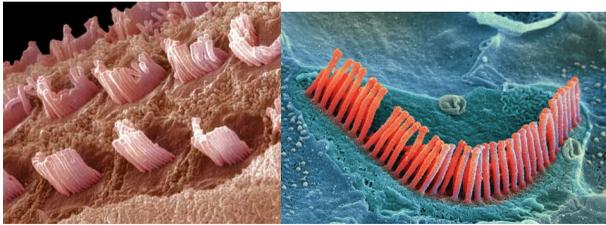


EB7 – Parece um caramujo.

EB8 – É... parece um caracol. Todo enrolado.

M – Então, dentro do nosso ouvido tem a cóclea, que parece um caracol, né... Agora, dentro da cóclea, tem essa células aqui ó.

A mediadora então mostrou numa folha A3 as imagens das células ciliadas:



EB3 – O que é isso?

EB12 – Tem isso dentro da orelha?

M – Essas aqui são as células ciliadas. Ciliadas porque parecerem os nossos cílios mesmo. Essas células são responsáveis por identificar as frequências e mandar para o nosso cérebro.

EB12 – Cada coisa dessa pega o som?

M – Cada célula dessa ajuda a reconhecer o som. Todo o sistema é importante. Mas as células ajudam a diferenciar as frequências.

EB15 – Não entendi...

EB10 – Cada um desses é de uma frequência diferente.

M – Olhem só essa imagem [voltou para as imagens anteriores], aqui tá mostrando aonde na cóclea as frequências são reconhecidas. Vejam que aqui aparece o nosso Hertz. Aqui na ponta são reconhecidos os sons com maior frequência, tipo 20 mil Hertz. Aqui nos tubos, qual deles tem o som com maior frequência?

EB3 – O maior.

EB9 – É... o maior tem o som mais forte.

Um colega discordou:

EB10 – Não! Não! É o menor. O menor oscila mais rápido.

M – Por que você acha que o menor oscila mais rápido?

EB10 – Pelo menos foi o que a gente viu ali.

EB9 – Mas o som do maior é mais forte!

EB10 – Tá, cara! Mas a gente viu ali [apontou para os balanços] que o menor oscila mais rápido.

M – Vamos com calma. O que você quer dizer com som mais forte?

EB9 – Ele é mais grosso que os outros.

EB10 – Ah... você quer dizer que ele é mais grave?

EB9 – É... sei lá... pode ser.

M – Mas se a gente fizer que nem o colega e lembrar lá dos balanços. Qual deles tem a frequência maior?

EB3 – O que balança mais rápido?

M – É... qual deles oscila mais rápido? Tem a maior frequência?

EB10 – O menor.

M – Então?

EB3 – Então aqui o menor também.

M – Muito bem! O menor tem a frequência maior, o som dele é mais agudo. Já os maiores produzem um som mais grave.

M – Uma coisa interessante pessoal, é que as células ciliadas são formadas ainda na gestação. E se a gente perde elas depois, já era! Não nascem de novo. Por isso que a gente vai perdendo o poder de ouvir durante o tempo. Principalmente as frequências maiores, dos sons mais agudos.

EB13 – Tá. Então se perder todas o que que acontece?

M – Olha... acho que a pessoa fica surda.

EB13 – Hum...

M – Vocês já sabem muito sobre ondas sonoras! Agora, a pergunta que não quer calar: vocês conhecem outros tipos de ondas? Que não sejam as sonoras?

EB2 – Do mar?

EB20 – O professor mostrou uma onda numa corda.

M – Vocês sabiam que a luz é uma onda?

EB2 – Já ouvi isso.

EB8 – Ah, isso a gente não estudou ainda.

EB12 – É.. isso a gente não sabe.

M – Tá, e as ondas de rádio? Essas vocês conhecem, né?

EB12 – Sim. Essa sim.

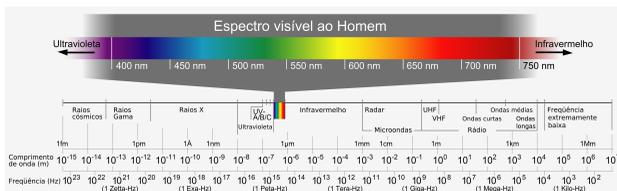
M – Então deixa eu falar pra vocês desse assunto. Algumas ondas, como a de rádio e a luz são ondas chamadas de eletromagnéticas. Elas são da mesma natureza mas em algumas coisas elas são diferentes. Alguém arrisca a dizer no que que elas são diferentes?

EB1 – Hum... a luz deve ser na cor.

EB8 – A gente vê as cores diferentes... é isso?

M – Lembra que o ouvido consegue captar só uma faixa de frequência de som? De 20 a 20 mil Hertz? O nosso olho é assim também, mas ao invés de onda sonora, é onda eletromagnética. Olhem só essa figura aqui.

A mediadora mostrou uma folha A3 com a imagem representativa do espectro eletromagnético.



M – Conseguem reparar que de todas essas ondas eletromagnéticas, o olho humano consegue reconhecer só essas aqui? [apontou para a faixa do visível].

EB19 – E o resto?

M – O resto é invisível pro olho humano.

EB20 – Invisível? A gente não vê então...?

M – Isso. É invisível pra gente, mas é visível pra outras coisas. Tipo, pra outros receptores.

M – Por exemplo, a chapa do Raio-X, do exame de Raio-X é feita certinho pra reconhecer esse tipo de onda. Agora, será que a chapa do Raio-X reconhece outras ondas?

EB8 – Se ela é feita pro Raio-X, acho que não...

EB7 – Acho que não também. Bom... o nosso olho não vê Raio-X, né...

EB2 – Não sei... a gente não estudou isso ainda...

M – Vamos pensar com calma então. O que vocês acham que diferencia essas ondas? Essas eletromagnéticas aqui da figura?

A mediadora entregou a folha pra eles olharem e esperou até que alguém se pronunciasse.

EB12 – Tem o comprimento de onda e o nome de cada uma aqui.

EB8 - Aqui diz que tem a frequência, cada uma tem um número.

M – E como aparece esse número?

EB8 – Aparece 10 elevado num número.

M – E qual a unidade?

EB8 – Hertz.

M – Lembram o que é o Hertz? Lá no balanço a gente viu isso.

EB10 – Era quantas vezes vai e volta.

M – Quantas vezes vai e volta em um segundo, não foi? Ou seja, quantas vezes oscila em um segundo.

M – Aqui, essa onda, de Raio-X oscila 10 na 18 vezes por segundo. Difícil de imaginar, né?

M – E qual outra informação que essa figura dá?

EB8 – O comprimento de onda.

EB12 – Já tinha falado isso!

M – Sim, sim! Você disse mesmo. Alguém lembra o que é o comprimento de onda?

EB4 – Ai! Teve uma questão da prova sobre isso.

EB8 – O professor mostrou isso no desenho do quadro. Ele ainda desenhava uma onda.

M – E como aparecia o comprimento, lembram?

Os estudantes ficaram em silêncio por algum tempo, então o professor da turma interrompeu:

P – Gurizada! Vocês lembram sim! É o lambda. Lembram?

EB8 – Ah, tá, tá! O lambda é de uma ponta até a outra.

M – Alguém pode ajudar? Quem dá mais? Quem dá mais?

P – Gente! É a distância entre uma crista e outra da onda! Na prova vocês acertaram, né?

M – Vamos relembrar professor, o senhor me ajuda? Tem essa corda aqui. Vamos demonstrar pra eles.

A mediadora pegou uma corda, que estava presa na estrutura dos tubos sonoros e começou a balançar, o professor então ajudou:

P – Conseguem perceber que a corda sobe e desce sempre no mesmo lugar? Isso porque ela [a mediadora] tá oscilando a corda com a mesma frequência. A distância entre uma crista e outra é o comprimento de onda.

EB10 – Sim, prof! A gente lembra, o senhor mostrou no quadro.

P – Isso, muito bem! Eu mostrei no quadro.

M – Então, agora vamos voltar no espectro eletromagnético. Vamos ver qual o tamanho dessas ondas.

A mediadora puxou novamente a imagem do espectro eletromagnético.

M – Olhem só, as ondas maiores, tipo a de rádio tem mais de 1 Km de comprimento. Já as menores, são muito pequenas, como os raios gama que tem 1 fm. Que é 10 na menos 15 metros. É muuuito pequena essa onda.

M – Agora, vocês lembram da pergunta que a gente fez no começo? Por que que o meu controle, do portão lá de casa, não abre o portão do vizinho?

EB19 – Tem a ver com essas ondas?

EB20 – Deve ser!

M – O que vocês acham? Tem a ver com essas ondas?

EB5 – Sim... eu acho que cada portão é uma onda diferente.

M – Você quer dizer que cada portão funciona com uma onda diferente?

EB5 – É... um com raio-x, outro com outros desses aqui.

M – Será? Todo mundo concorda com ela? Então a gente teria poucos tipos de portão? Um que funcionaria com Raio-X, outro com raios gama, outros com o visível...

EB19 – É...

M – Essa figura aqui, ela tá mostrando só as faixas das frequências. Isso quer dizer que todas as frequências entre 10 na 4 e 10 na 9 estão nessa faixa. Por exemplo, alguma coisa aqui no meio, entre 10 na 6 e 10 na 7. Entenderam?

EB19 – Então tem um monte!

M – Isso. São muitas frequências, mas todas as que estão aqui dentro são da faixa do raio – x.

M – Óh, pra ficar mais claro, olha o visível. Dentro da faixa do visível estão frequências que correspondem as cores. Cada frequência é uma cor. Aqui aparece com os comprimentos diferentes.

Um dos alunos retornou à questão do controle do portão eletrônico:

EB10 – Tá, mas o portão? Em qual delas ele tá? No visível?

M – Ah, ótima pergunta! O portão tá em uma frequência bem baixa. Aqui no rádio. O controle emite algo próximo de 200 a 500 Mega Hertz. O olho não consegue ver.

Uma coisa interessante são os controles de TV. Eles não tem tipo uma lâmpada na ponta?

EB17 – Tem. É rádio também?

M – Os controles de TV emitem em infravermelho. O olho humano também não consegue ver.

M – Agora, cheguem aqui mais perto que eu vou fazer uma mágica!

A mediadora pegou um celular e um controle de TV (disponibilizado pelas funcionárias do Planetário).

M – Conseguem ver alguma coisa saindo do vidrinho? Óh, tô apertando...

EB2 – Não... não dá pra ver nada.

M – Agora, vamos ver se a câmera do meu celular consegue ver.

EB17 – Olha! Aparece uma luz.

M – Posso testar?

A mediadora então ofereceu o controle e celular para os estudantes testarem.

M – E aí? Alguém sabe me dizer por que a câmera consegue captar o infravermelho e a gente não?

EB4 – Ela é mais esperta que a gente...

M – O que você quer dizer com esperto?

EB4 – Ela é mais avançada.

M – Ok. Ela consegue captar uma frequência que a gente não consegue. Isso porque o receptor da câmera reconhece também o infravermelho e a luz visível.

É importante não esquecer do que que produz e do que que recebe a onda. E saber se essas duas coisas são compatíveis, se elas se conversam. Por exemplo, será que dá pra abrir um portão com esse controle remoto?

EB12 – Não. O portão abre com o controle da frequência dele e a TV liga com o controle dela.

M – Por que?

EB12 – Porque cada um tem a sua frequência. Tipo, uma é rádio e a outra é... é... é o que mesmo?

M – O da TV é infravermelho. E a TV consegue captar só a onda da frequência que saiu do controle.

EB16 – Então o do portão também?

M – Também o que?

EB16 – Consegue pegar só a frequência que sai do controle dele.

M – Muuuuito bem! O resto é resto. É invisível pro receptor. Passa e ele nem percebe!

M – Agora quem vai me devolver meu celular e o controle da TV?

EB7 – Ahh! Achei que ela ia esquecer!

ANEXO A - Banners dos equipamentos do PVC



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

Bicicleta Suspensa & Equilíbrio

O que fazer e observar

Você sabe andar de bicicleta? Não tem medo de altura? Então suba na plataforma, monte na bicicleta, segure firme e toque em frente!

Note que mesmo que você balance muito, a bicicleta não girará! E ela nem precisa estar andando para ficar de pé!

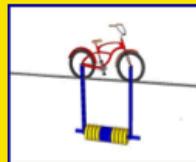
O que está acontecendo

A solução para o enigma está na relação entre o ponto de apoio da bicicleta e o seu centro de massa.

Quando você está andando de bicicleta no chão ou no cabo de aço suspenso, o ponto de apoio da bicicleta é o ponto de contato entre a roda e o chão ou o cabo.

O centro de massa pode ser pensado como um ponto em que toda a massa do sistema está concentrada. Para objetos simétricos e com uma distribuição uniforme de massa, o centro de massa encontra-se no centro geométrico do objeto. Para objetos de formas e distribuições de massa complexas, o centro de massa pode até não estar dentro do objeto.

Por causa da força da gravidade, o centro de massa quer sempre ir para baixo. Numa bicicleta "normal", o centro de massa está acima do ponto de apoio, e é muito difícil equilibrá-la quando parada (quando andando é outra história...). Já a bicicleta suspensa tem um peso de 140 kg *abaixo* das rodas, o que faz com que o centro de massa do conjunto fique abaixo do cabo de aço.



Aprenda mais em nosso site:

www.vivaciencia.ufsc.br





UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

Parabólicas & Reflexão de Ondas

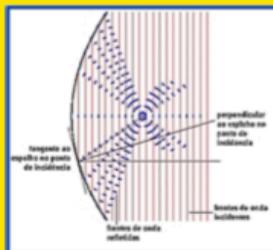
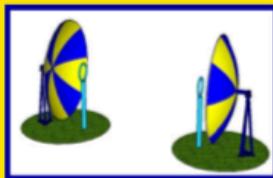
O que fazer e observar

Para uma conversa são necessárias duas pessoas, uma em cada parabólica. Para falar, posicione a boca perto do anel, de frente para a parabólica mais próxima. Para ouvir, posicione a orelha próxima ao anel.

O que está acontecendo

O som é uma onda mecânica produzida pela vibração de algo (as suas cordas vocais) num meio material (o ar). As ondas produzidas que saem da sua boca propagam-se em todas as direções e são refletidas por outros materiais.

A reflexão do som se dá como a da luz: o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência. Se a superfície for uma parábola, as ondas que incidem paralelamente ao seu eixo de simetria retornam passando pelo foco. Do mesmo modo, ondas que saem do foco batem no refletor e voltam paralelamente ao eixo de simetria. Se os refletores estiverem bem alinhados, há uma superposição de ondas e da energia sonora no foco dos refletores.



Aprenda mais em nosso site:
www.vivaciencia.ufsc.br

FINEP



APRESENTANDO O CATALUNHA E FORTI 1000
APRESENTANDO O CATALUNHA E FORTI 1000

CNPq

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

Gira-Gira & Centro de Massa

O que fazer e observar

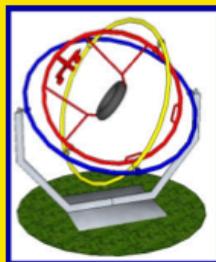
Um mediador irá prendê-lo ao equipamento pelos pés e pelas mãos e o movimentará de modo que possa olhar para todas as direções. Você também poderá mover o seu corpo, particularmente o seu centro de massa, para tentar controlar o movimento dos anéis.

O que está acontecendo

Apesar de cada anel poder girar apenas em torno de um único eixo, a combinação do movimento dos três anéis em torno de seus respectivos eixos, permite posicioná-lo olhando para qualquer direção possível do espaço.

O centro de massa é um ponto que funciona como se concentrasse toda a massa de um corpo. Ao movimentar esse ponto, o conjunto (você e os anéis) vai mover-se em busca de uma nova situação de equilíbrio de modo que fique na posição mais baixa possível.

Um bom desafio é tentar mover o seu corpo de modo a alinhar os três anéis a partir de uma posição inicial em que estejam totalmente desalinhados.



Aprenda mais em nosso site:
www.vivaciencia.ufsc.br





UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

Hipérbole & Seções Cônicas

O que fazer e observar

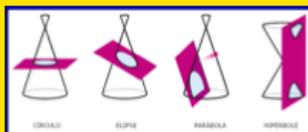
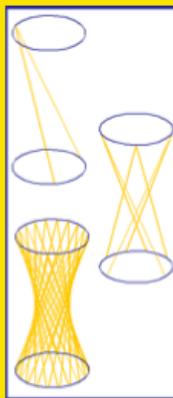
Você consegue imaginar as barras amarelas retas atravessando as curvas no plano azul?

Gire lentamente a manivela e observe o movimento das barras através do plano.

O que está acontecendo

A trajetória de cada extremidade das barras – tanto as de cima quanto as de baixo – são círculos idênticos. Se ligarmos com muitas retas os pontos da trajetória de cima com os pontos da trajetória de baixo obtemos um **hiperbóide de rotação**. Fazendo um corte nessa figura obtemos as curvas do plano azul.

A hipérbole é uma das **seções cônicas**. As outras são o círculo, a elipse e a parábola. Todas podem ser obtidas cortando-se um cone com planos em diferentes inclinações.



Aprenda mais em nosso site:

www.vivaciencia.ufsc.br



FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA E INOVAÇÃO
CNPq/FINEP/UFSC/PRONEX



CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

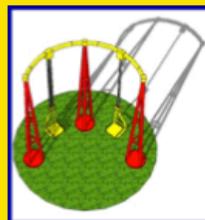
Cadeiras & Polias

O que fazer e observar

Sente em uma das cadeiras e peça a um colega que sente na outra. Puxe a corda para subir a sua cadeira, peça ao colega para fazer o mesmo e depois troque de lugar com ele. Em qual delas é preciso fazer mais força para subir?

Subam à mesma altura (cerca de 1 metro, por exemplo) e verifiquem a quantidade de corda puxada em cada uma. São iguais?

Observe atentamente os sistemas de polias pelos quais as cordas passam, acima das cadeiras. São iguais para as duas cadeiras? Quantas polias tem cada sistema? Em qual deles a corda é mais longa?



O que está acontecendo

As cadeiras são suspensas por uma corda enrolada em dois conjuntos de polias. As polias são livres para rodar no eixo. O conjunto superior está preso ao suporte e o conjunto inferior à cadeira. Quando você puxa a corda, o conjunto inferior sobe. Quanto mais polias móveis, mais corda você tem que puxar e menor a força que tem de fazer. Como isto acontece?

Em um sistema com uma polia a carga sobe a mesma distância que a corda desce. A polia não altera a intensidade da força, faz apenas com que mude de direção. Com duas polias (uma fixa e uma móvel), você precisa fazer metade da força. Em contrapartida, se você puxa um metro de corda, a carga sobe apenas 50 centímetros.

Este tipo de sistema de polias é capaz de levantar grandes cargas e é normalmente utilizado na ponta de um guindaste para aproveitar melhor a força do motor ao levantar uma carga.

Aprenda mais em nosso site:

www.vivaciencia.ufsc.br



FINEP



Fundação de Incentivo à Pesquisa
RUA WENCESLAU DE CASTRO, 116 - 13048-900 - FLORIANÓPOLIS, SC



Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

Gangorras & Alavancas

O que fazer e observar

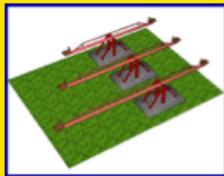
Convide amigos com massas diferentes e juntos experimentem alternar entre os assentos possíveis das três gangorras. Observe atentamente quem consegue levantar quem.

Observe que as distâncias entre o ponto de apoio da gangorra e os assentos não são todas iguais. Peça a um amigo para sentar-se no assento do braço menor da maior gangorra e tente levantá-lo aplicando força para baixo em pontos diferentes do braço maior. Você consegue identificar algum padrão entre estas distâncias e o esforço necessário para levantar o seu amigo?

O que está acontecendo

Você está brincando com alavancas. A ideia básica de uma alavanca é trocar força por distância: quanto maior o braço da alavanca, menor a força. Por isso uma pessoa leve no braço longo pode vir a levantar uma pessoa pesada no braço curto. Mas nem sempre isto acontece, porque o que importa não é nem a força nem a distância, mas a multiplicação da força pela distância.

Alavancas são máquinas simples extremamente importantes e presentes em uma infinidade de dispositivos e situações. Você usa uma alavanca ao girar uma maçaneta para abrir uma porta, uma chave de fenda para prender um parafuso e um martelo para bater um prego. Você consegue enxergar as alavancas nestas situações?



Aprenda mais em nosso site:

www.vivaciencia.ufsc.br





UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

Bicicletas & Transformação da Energia

O que fazer e observar

Suba em uma das bicicletas e convide um colega para subir na outra. Pedale de maneira constante e observe que os equipamentos eletrônicos que estão acoplados nelas (televisão, rádio, ventilador) passam a funcionar. Como elas funcionam? De onde vem a energia elétrica que liga os aparelhos? Por que quando você para de pedalar os aparelhos param de funcionar?

O que está acontecendo

Ao alimentar-se você armazena energia em seu corpo. Quando você pedala, está liberando esta energia – queimando calorías – para movimentar a roda da bicicleta, que está acoplada a uma correia. Esta correia faz girar o eixo de um gerador. Um gerador é um dispositivo em que um enrolamento de fios condutores (uma bobina) gira mergulhada em um campo magnético. Nesse processo ocorre a **indução eletromagnética**, que gera uma corrente elétrica.

Os fios que saem do motor conduzem a corrente elétrica até os equipamentos que irão utilizá-la, transformando a energia elétrica em outras formas de energia: sonora, luminosa e de movimento.

Usinas hidrelétricas, eólicas, termoeletricas nucleares e a carvão ou gás geram energia elétrica da mesma maneira, diferenciando-se apenas pelos elementos que põem a roda a girar – água, vento e vapor d'água.

Imagine viver um dia sem energia elétrica. O que você deixaria de fazer? Pense em outras maneiras de realizar as atividades que ficariam impossíveis de serem realizadas sem energia elétrica.

Aprenda mais em nosso site:

www.vivaciencia.ufsc.br

FINEP



FUNDAÇÃO DE INCENTIVO À PESQUISA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA



CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

Mangueiras & Propagação do Som

O que fazer e observar

Escolha um par de bocais. Coloque um próximo à sua orelha e no outro fale: "Eu estou visitando o Parque Viva a Ciência!". Experimente também assoprar.

Note que a sua voz ou seu sopro chega ao ouvido um tempo depois. No caso da voz, ela chega mais fraca e com um timbre um pouco diferente.

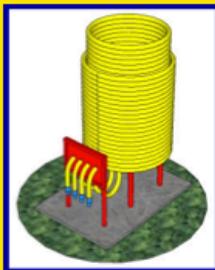
Faça o mesmo utilizando o outro par de bocais. Em qual deles o som demora mais para chegar à sua orelha?

O que está acontecendo

Os dois bocais estão ligados por centenas de metros de mangueiras plásticas. Como o som propaga-se no ar com uma velocidade de 340 metros por segundo, leva um tempo para que ele volte à sua orelha. Será que é mais de um segundo? Você consegue estimar o comprimento das mangueiras?

À medida que propagam-se pelas mangueiras, as ondas sonoras batem constantemente na superfície dela, dissipando energia sonora. É por isto que você escuta o som mais fraco.

Um som em geral é formado por muitas ondas com diferentes frequências. Ao propagar-se pelas mangueiras, essas frequências (agudas, graves ou intermediárias) são atenuadas de maneiras diferentes, o que modifica o som.



Aprenda mais em nosso site:

www.vivaciencia.ufsc.br

FINEP



FINANCIAMENTO DE BOLSAS E TÍPICO
UNIVERSIDADE DE SANTA CATARINA

CNPq

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

Tubos Sonoros & Notas Musicais

O que fazer e observar

Bata com o martelinho em cada um dos tubos de aço e preste atenção no som que eles produzem.

Experimente, após a martelada, encostar bem de leve a superfície de suas unhas no tubo enquanto ele vibra. Os tubos vibram de maneira diferente? O tamanho dos tubos está relacionado ao modo como eles vibram? Você é capaz de descrever esta relação?

O que há dentro dos tubos?

Tente tocar alguma música!

O que está acontecendo

A pancada nos tubos os coloca a vibrar. Mesmo que estas vibrações sejam quase imperceptíveis aos nossos olhos, é possível sentir as paredes dos tubos movimentando-se quando encostamos as unhas em sua superfície. O movimento das paredes dos tubos faz com que o ar em seu interior também movimente-se segundo um padrão regular: uma onda sonora. Este padrão depende de muitos fatores, mas o mais importante é o comprimento do tubo.

Tubos mais longos produzem sons mais graves e tubos mais curtos produzem sons mais agudos. Isto é semelhante ao que ocorre nos balanços do brinquedo ao lado: quanto maior o balanço, maior o tempo que leva para ir e voltar para a mesma posição.

Muitos instrumentos musicais utilizam esta propriedade para produzir as diferentes notas musicais. Ao abrir ou fechar os furinhos de uma flauta você está modificando o tamanho da região do ar que vibra no seu interior; ao apertar o dedo sobre a corda de um violão, você está modificando o tamanho da parte da corda que vibra. Nos dois casos, notas diferentes são produzidas para diferentes posicionamentos dos dedos.

Aprenda mais em nosso site:
www.vivaciencia.ufsc.br



FINEP



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SANTA CATARINA



CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Parque Viva a Ciência

Balanços & Oscilações

O que fazer e observar

Sente-se em um dos balanços e convida dois amigos para fazer o mesmo nos outros. Partam da mesma altura e observem o movimento. Qual dos três balanços vai mais rápido?

Será que a velocidade depende do peso da pessoa? Verifique esta hipótese soltando o balanço vazio e observando o movimento.

Quer ir mais longe? Junte novamente os dois amigos e peça que cada um deles marque o tempo que leva para cada balanço ir e voltar 10 vezes. Os tempos são iguais? E se os balanços estiverem vazios, será diferente?



O que está acontecendo

O tempo que um objeto leva para fazer um vai-e-vem completo — chamado **período** da oscilação — depende de suas características. Alguns sistemas são mais simples, como o balanço, cujo período de oscilação depende essencialmente de seu comprimento. Outros são mais complexos, como um galho de árvore, cujo período de oscilação depende tanto do comprimento do galho quanto da sua elasticidade, que por sua vez depende da espessura e da natureza das fibras da madeira.

Todas as coisas podem ser colocadas a oscilar se forem apropriadamente estimuladas. No caso dos balanços, este estímulo é a força da gravidade. Quando você solta o balanço de uma certa altura a força da gravidade faz com que ele se dirija para o ponto mais baixo possível. Quando chega lá ele não para imediatamente porque durante a queda adquiriu velocidade, o que o faz seguir para o outro lado, subindo até parar e começar a descer novamente. Este movimento se repete até que o atrito com o ar e entre as partes do equipamento dissipe toda a energia do movimento.

Aprenda mais em nosso site:

www.vivaciencia.ufsc.br



FINANCIAMENTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA



CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO