



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATHAGUIN

ANDRÉ LUIZ POLANO LUCATELLI

**O DESENVOLVIMENTO DO REPERTÓRIO CIENTÍFICO-CULTURAL
DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO: UMA EXPERIÊNCIA DE
ENSINO NÃO FORMAL EM UM CENTRO DE CIÊNCIAS.**

CAMPINAS

2021

ANDRÉ LUIZ POLANO LUCATELLI

**O DESENVOLVIMENTO DO REPERTÓRIO CIENTÍFICO-CULTURAL
DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO: UMA EXPERIÊNCIA DE
ENSINO NÃO FORMAL EM UM CENTRO DE CIÊNCIAS.**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática, na área de Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. José Joaquín Lunazzi

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO ANDRÉ LUIZ POLANO LUCATELLI E ORIENTADO PELO PROF. DR. JOSÉ JOAQUIM LUNAZZI.

CAMPINAS

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Física Gleb Wataghin
Lucimeire de Oliveira Silva da Rocha - CRB 8/9174

L962d Lucatelli, André Luiz Polano, 1987-
O desenvolvimento do repertório científico-cultural de estudantes do ensino médio : uma experiência de ensino não formal em um centro de ciências / André Luiz Polano Lucatelli. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Jose Joaquín Lunazzi.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin.

1. Museus de ciência. 2. Ensino de ciências. 3. Cultura científica. 4. Ensino médio. I. Lunazzi, Jose Joaquín, 1948-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física Gleb Wataghin. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: The development of scientific-cultural repertoire of high school students : a non-formal teaching experience in a science center

Palavras-chave em inglês:

Science museums

Science teaching

Scientific culture

High school

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Titulação: Doutor em Ensino de Ciências e Matemática

Banca examinadora:

Carlos Miguel da Silva Ribeiro

Jorge Megid Neto

Marco Aurelio Alvarenga Monteiro

Maria Cristina de Senzi Zancul

José Silvério Edmundo Germano

Data de defesa: 28-05-2021

Programa de Pós-Graduação: Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-4517-6491>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/9374100687162109>

COMISSÃO EXAMINADORA

Data: 28/05/2021

Prof. Dr. Carlos Miguel da Silva Ribeiro – PRESIDENTE - UNICAMP

Prof. Dr. Jorge Megid Neto – UNICAMP

Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro – UNESP

Prof(a). Dr(a). Maria Cristina de Senzi Zancul - UNESP

Prof. Dr. José Silvério Edmundo Germano – ITA.

A Ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar sustentação suficiente para não desistir nos momentos de desafios.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Joaquín Lunazzi, por receber-me na condição de orientando, por toda a disponibilidade, atenção, incentivo e por compartilhar toda a sua experiência de vida no decorrer dessa pesquisa.

A minha esposa Francine e ao meu filho Théo, essência das minhas mais profundas aspirações e razão do meu esforço e dedicação.

Ao meu Pai adotivo, pelo exemplo de vida que me permitiu chegar aonde estou hoje e pelo amparo e incentivo puro e verdadeiro. Agradeço profundamente.

Ao professor Dr. Marco Aurélio que tem sido exemplo acadêmico desde a época de graduação. Agradeço pelas valiosas contribuições para esta tese e os ensinamentos de sempre.

Ao professor Dr. Jorge Megid, agradeço o período de orientação e as valiosas sugestões de melhorias para este trabalho.

Aos estudantes do Ensino Médio da escola participante por participarem desta pesquisa e dedicarem esforço e empenho nas atividades desenvolvidas.

Por fim, a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente dessa conquista.

A maravilhosa disposição e harmonia do universo só pode ter tido origem segundo o plano de um Ser que tudo sabe e tudo pode. Isso fica sendo a minha última e mais elevada descoberta.

Issac Newton (Principia), 1953.

RESUMO

LUCATELLI, A. L. P. **O desenvolvimento do repertório científico-cultural de estudantes do ensino médio:** uma experiência de ensino não formal em um centro de ciências. 304f. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática – Instituto de Física “Gleb Wataghin”, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

A generalização da escolarização trouxe consigo o reconhecimento social dos processos educativos não escolares, enquanto prática pedagógica. A atividade formativa da escola e seus respectivos desdobramentos educativos, embora se fundamentem e justifiquem em sua matriz curricular, não passam de um momento do processo educacional dos indivíduos e comunidades, em partes, são insuficientes para compreender a complexidade do processo educativo como um todo, sobretudo por desconsiderar outras variáveis e intervenções não escolares que igualmente concorrem para auxiliar a melhoria da educação escolar. A maioria das pessoas constrói grande parte de sua compreensão da ciência ao longo de suas vidas, a partir de muitos lugares e contextos, e por uma diversidade de razões. É toda uma amálgama de instruções formais, não formais e informais adquiridas, não se findando ou restringindo-se aos limites da escolarização formal. A própria educação científica, desenvolvida ao lado e para além da contribuição escolar, a qual muitos fomos submetidos durante razoável fração de tempo, possui seus extratos nos processos de educação não formal e informal. Muitos mecanismos educacionais coexistem com a instrução escolar, procurar compreender o papel destas inúmeras outras formas de aprendizagem não formais, que concorrem para ampliação da cultura científica das pessoas, é elemento fundamental. Nessa direção, esta pesquisa buscou investigar a repercussão na educação científica de estudantes de Ensino Médio, de uma escola participante de Educação Básica, devido à participação numa mostra realizada em um Centro de Ciências, localizado na UNESP de Guaratinguetá. Mais especificamente, este objetivo foi perspectivado em três dimensões orientadoras da busca de informações no decorrer da pesquisa de campo e da análise dos discursos dos sujeitos da pesquisa: (i) o papel do centro de ciências na promoção da educação científica dos estudantes; e (ii) o desenvolvimento do repertório científico e cultural dos estudantes no que se refere a compreensão da relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. A repercussão da participação se fez presente de múltiplas formas. A primeira diz respeito ao incentivo de buscar ampliar as atividades de natureza científico-tecnológicas, como feira de ciência e exposições científicas, na escola. Os estudantes participantes da mostra como expositores alcançaram mais significativa compreensão da natureza da aplicabilidade da ciência e da tecnologia no dia a dia e na sociedade, bem como de uma perspectiva mais crítica de interesses econômicos e políticos subjacentes a estas áreas científico-tecnológicas. A abordagem proposta por esta pesquisa contribuiu para a promoção do pensamento crítico, da argumentação científica, da capacidade de raciocínio e da resolução de problemas socialmente relevantes. Uma segunda, refere-se a um maior interesse dos estudantes como um todo para áreas correlacionadas às ciências e às tecnologias.

Palavras-chave: Centros de Ciências, Ensino de Ciências, Cultura Científica, Popularização da Ciência, Educação Científica, Ensino Médio.

ABSTRACT

LUCATELLI, A. L. P. **The development of the scientific-cultural repertoire of high school students:** a non-formal teaching experience in a science center. 304p. Thesis (Doctorate in Science and Mathematics Teaching) - “Gleb Wataghin” Institute of Physics, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

The generalization of schooling brought with it the social recognition of non-school educational processes, as a pedagogical practice. The school's formative activity and its respective educational developments, although they are based and justified in their curricular matrix, are only a moment in the educational process of individuals and communities, in parts, they are insufficient to understand the complexity of the educational process as a whole, mainly because it disregards other variables and non-school interventions that also contribute to help improve school education. Most people build much of their understanding of science throughout their lives, coming together from many places and contexts, and for a variety of reasons. It is a whole amalgamation of formal, non-formal and informal acquired instructions, not ending or being restricted to the limits of formal schooling. Scientific education itself, developed alongside and beyond the school contribution, to which many have been subjected for a reasonable fraction of time, has its extracts in the processes of non-formal and informal education. Many educational mechanisms coexist with school instruction, seeking to understand the role of these numerous other non-formal forms of learning, which contribute to the expansion of people's scientific culture, is a fundamental element. In this direction, this research sought to investigate the repercussion on the scientific education of high school students, from a participant Basic Education school, due to participation in an exhibition held at a Science Center, located at UNESP in Guaratinguetá. More specifically, this objective was seen in three guiding dimensions of the search for information during the field research and in the analysis of the research subjects' discourses: (i) the role of the science center in the promotion of the students' scientific education; and (ii) the development of the scientific and cultural repertoire of students about understanding the relationship between science, technology, society and the environment. The repercussion of participation was present in multiple ways. The first concerns the incentive to seek to expand scientific-technological activities, such as science fair and scientific exhibitions, at school. The students participating in the show as exhibitors achieved more significant understanding of the nature of the applicability of science and technology in day-to-day and in society, as well as from a more critical perspective of economic and political interests underlying these scientific and technological areas. A second refers to a greater interest of students as a whole for areas correlated with science and technology.

Keywords: Science Centers, Science Teaching, Scientific Culture, Popularization of Science, Science Education, High School.

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Representação do Quadrado de Apuleio e do Hexágono de Blanché	47
Figura 2.2 - Triângulo Culinário.....	48
Figura 2.3 - Triângulo da Cultura Científica.....	49
Figura 2.4 - Espiral da cultura científica.....	53
Figura 2.5 - Percentual dos entrevistados segundo a frequência declarada de consumo de informação sobre ciência e tecnologia, por meios de divulgação, 2019.....	56
Figura 2.6 - Percentual dos entrevistados segundo a declaração de visitação a espaços de difusão científico-cultural e participação em eventos de ciência e tecnologia, em 2006, 2010, 2015 e 2019.....	57
Figura 4.1 - Infraestrutura de aprendizagem das ciências e tecnologias.....	89
Figura 5.1 - Fases da análise de conteúdo.....	104
Figura 5.2 - Mapa geral de desenvolvimento da análise.....	112
Figura 6.2 - Zonas de desenvolvimento do estudante segundo a proposta de Vygotsky.....	129
Figura 7 (a) – Vista geral do prédio – InovEE.....	135
Figura 7 (b) – Esquema de como a energia é contextualizada nos shows.....	136
Figura 7.1 - Experimento do Looping de bancada.....	137
Figura 7.2 - Experimento da Cadeira humana.....	149
Figura 7.2.1 – Distribuição de cargas na caçamba de um caminhão.....	139
Figura 7.3 - Plataforma giratória.....	152
Figura 7.3.1 – Movimento de aproximação e distanciamento dos halteres.....	142
Figura 7.4 – Experimento da Cadeira de pregos.....	143
Figura 7.5 – Experimento dos Hemisférios de Magdeburg.....	144

Figura 7.6 – Experimento da Máquina Winshurst.....	146
Figura 7.7 – Experimento do Gerador eletrostático de Van der Graff.....	147
Figura 7.7.1 – Esquema do Gerador eletrostático de Van der Graff.....	148
Figura 7.8 – Experimento da Garrafa de Leyden.....	149
Figura 7.9 – Experimento do Transformador de baixa.....	151
Figura 7.9.1 – Esquema do transformador com as duas bobinas.....	154

Lista de Quadros

Quadro 1.3 - As principais abordagens para o estudo da cultura.....	36
Quadro 1.3.1 - Comparação de abordagens sociológicas e antropológicas.....	39
Quadro 3.1 - Critérios e suas características para a educação formal, não formal e informal segundo o Thesaurus Brasileiro de Educação.....	72
Quadro 3.2 - Definições de educação formal, não formal e informal para Ainsworth e Eaton (2010)	75
Quadro 9.2 - Respostas dos estudantes para os questionamentos iniciais.....	175
Quadro 9.3 - Respostas para a pergunta “ <i>you are interested in participating in a visit to the science center?</i> ”	177
Quadro 9.4 - Respostas para as perguntas: “ <i>you want to participate as an exhibitor or audience?</i> ” e “ <i>you have an affinity with the area of Science of Nature?</i> ”	180
Quadro 10.1 – Categorias metodológicas do processo de ensino e aprendizagem.....	185
Quadro 10.2 – Discussão do coordenador com estudantes a respeito da temática de equilíbrio e centro de massa.....	189
Quadro 10.3 – Sentidos produzidos pelos estudantes para os diferentes conceitos físicos... ..	194
Quadro 11 – A opção pelo experimento e o seu porquê.....	206
Quadro 12.5 – Respostas da pergunta “Quais foram as suas impressões do curso recebido no Centro de Ciências?”	231
Quadro 13.1 – Respostas a pergunta “Qual(is) o(s) experimento(s) que foi(foram) mais interessante(s)? <i>Por quê?</i> ”	238
Quadro 13.2 – Respostas a pergunta “ <i>Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “Plataforma giratória”</i>	243
Quadro 13.3 – Respostas a pergunta “ <i>Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento da “Bobina de Tesla”</i>	247

Quadro 13.4 – Respostas a pergunta “ <i>Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento dos Hemisférios de Magdeburg</i> ”	250
Quadro 13.5 – Respostas a pergunta “ <i>Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento da Máquina de Wimshurst</i> ”	253
Quadro 14.1 – Produções de sentido a respeito do papel da ciência e da tecnologia na sociedade.....	268

Lista de Abreviaturas e Siglas

CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CE	Centros de Ciência
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CIBEC	Centro de Informação e Biblioteca em Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COTEC	Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá
C&T	Ciência e Tecnologia
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
InovEE	Centro de Inovação em Eficiência Energética
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MACC	Museu de Arte Contemporânea de Campinas
MAST	Museu de Astronomia e Ciências Afins
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
PVC	Policloreto de Vinila
QI	Quociente de Inteligência
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SBM	Sistema Brasileiro de Museus
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UAP	Universidade Aberta ao Público
UE	União Européia
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
ZDI	Zona de Desenvolvimento Imediato
ZDR	Zona de Desenvolvimento Real

Sumário

INTRODUÇÃO	18
1. CULTURA	27
1.1 – Origem histórica da palavra “cultura”	29
1.2 – O que é cultura afinal?	32
1.3 – A Ciência pode ser considerada como constituinte da cultura?	35
1.4 – A ciência e a tecnologia como um sistema cultural	38
2. CULTURA CIENTÍFICA.....	46
2.1 – O papel da divulgação na cultura científica	52
3. A EDUCAÇÃO FORMAL, NÃO-FORMAL E INFORMAL	58
3.1 – A proposta não-formal de educação.....	59
3.2 – As conceituações de educação formal, não-formal e informal	63
3.2.1 – O Thesaurus Brasileiro de Educação.....	63
3.2.2 – A Comunidade Europeia (2001)	65
3.2.3 – A Conceituação de Ainsworth e Eaton (2010)	67
3.2.4 – A Proposta de Livingstone (2001)	68
3.2.5 – O estado da arte de Marques e Freitas (2017)	69
3.3 – Aproximações e distanciamentos entre a educação formal e não-formal	75
4. AS EXPOSIÇÕES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS.....	79
4.1 – O contexto Internacional.....	79
4.2 – O Contexto Nacional	82
4.3 – Os processos educacionais em exposições de ciência e tecnologia	84
4.4 – Os saberes científicos e os saberes educativos nas exposições	90
5. METODOLOGIA DE PESQUISA	93
5.1 – O foco da pesquisa	93
5.2 – Os objetivos.....	95
5.3 – A pesquisa qualitativa	97
5.4 – A perspectiva metodológica.....	99
5.4.1 – A análise de conteúdo.....	100
5.4.2 – Métodos de coleta de dados	105
5.4.2.1 – O questionário como instrumento de coleta de informações	106
5.4.2.2 – A entrevista como instrumento de coleta de informações	108
5.5 – Descrição das análises.....	110
6. O ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NA PERSPECTIVA DE VYGOTSKY.....	118

6.1 O processo de aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo	122
6.2 A Zona de desenvolvimento imediato (ZDI).....	127
6.3 A interação social e a cooperação do parceiro mais capaz	131
6.4 Possíveis estratégias de utilização pedagógica.....	132
7. O CENTRO DE CIÊNCIAS DA UNESP DE GUARATINGUETÁ/SP	134
7.1 – O <i>looping</i> de bancada	137
7.2 – A cadeira humana	138
7.3 – A plataforma giratória.....	140
7.4 – A cadeira de pregos.....	143
7.5 – Os hemisférios de Magdeburg	144
7.6 – A máquina de Winshurst.....	145
7.7 – O gerador eletrostático de Van de Graaff.....	146
7.8 – A garrafa de Leyden	149
7.9 – O transformador de baixa	151
8. A ESCOLA PARTICIPANTE DA PESQUISA.....	155
9. RESULTADOS DOS ELEMENTOS DE ANÁLISE	158
9.1. A seleção dos estudantes expositores e ouvintes	158
9.2 A motivação dos estudantes em participar da atividade	161
10. A FORMAÇÃO NO CENTRO DE CIÊNCIAS.....	172
10.1 Categorias metodológicas orientadoras do processo formativo.....	173
10.2 Análise das produções de sentido dos estudantes-expositores.....	175
11. A FORMAÇÃO COM A MONITORA E OS EXPERIMENTOS	190
12 A APRESENTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS NO DIA DA MOSTRA	196
12.1 A exposição da plataforma giratória.....	196
12.2 A exposição da Máquina de Wimshurst	203
12.3 Os hemisférios de Magdeburg.....	208
12.4 A Bobina de Tesla e o Transformador de baixa.	211
12.5 As impressões dos estudantes-expositores com a formação no centro de ciências.	216
13. A EXPERIÊNCIA DOS ESTUDANTES-OUVINTES NO CENTRO DE CIÊNCIAS	224
13.1 Os experimentos mais interessantes e seus porquês.....	224
13.2 O que aprenderam com o experimento da Plataforma Giratória?	228
13.3 O que aprenderam com o experimento da Bobina de Tesla?	233
13.4 O que aprenderam com o experimento dos Hemisférios de Magdeburg?	236
13.5 O que aprenderam com o experimento da Máquina de Wimshurst?.....	238
14. A DISCUSSÃO COLETIVA COM OS ESTUDANTES	244

14.1 A percepção que os estudantes têm de ciência e tecnologia.....	244
14.2 O papel da ciência e da tecnologia na sociedade	251
14.3 O conhecimento científico como agente transformador de problemáticas socialmente relevantes.....	258
15. CONSIDERAÇÕES FINAIS	267
16. REFERÊNCIAS.....	273
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO 1: QUESTÕES ORIENTADORAS DA DISCUSSÃO COM O COORDENADOR - OS CONCEITOS FÍSICOS.	290
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO 2: FORMAÇÃO NO CENTRO DE CIÊNCIAS.....	291
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO 3: O QUE APRENDI NO CENTRO DE CIÊNCIAS?	292
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 4: AS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA PRESENTES NO FILME “O MENINO QUE DESCOBRIU O VENTO”	295
APÊNDICE E - QUESTÕES ORIENTADORAS DA ENTREVISTA: AS RELAÇÕES ENTRE A CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E O MEIO AMBIENTE (CULTURA CIENTÍFICA).....	296
APÊNDICE G – EXPLICAÇÃO DOS EXPERIMENTOS PELA MONITORA	297
APÊNDICE H – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	300
APÊNDICE I – CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO CENTRO DE CIÊNCIAS	303
APÊNDICE J – CARTA DE AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARTICIPANTE	304

INTRODUÇÃO

A instituição escolar assume papel fundamental no processo formativo dos educandos, intermediando o acesso aos conhecimentos formalizados e sistematizados historicamente. Entretanto, a educação científica dos indivíduos não se limita ao ambiente escolar e as salas de aula, alcança outros espaços do ambiente sociocultural que igualmente participam do processo formativo.

Os conhecimentos assimilados no decorrer da vida pelo indivíduo não são exclusivos da formação escolar ou mesmo universitária, muitos são adquiridos das suas experiências individuais, das suas relações sociais com outras pessoas, com os membros da família e em instituições educadoras não-formais. Todas essas vivências de aprendizagem social são igualmente importantes para a constituição dos saberes do indivíduo. Afinal, são essas experiências voluntárias de aprendizagem e de educação que se estendem para fora dos ambientes tradicionais de ensino, dando margem ao protagonismo do indivíduo no processo de buscar compreender outros contextos e realidades da vida cotidiana, sejam elas econômicas, sociais, científicas e tecnológicas, pertencentes ao mundo globalizado.

A proposta de considerar a educação como um processo dinâmico, histórico e cultural que se desenvolve no “decorrer da vida”, foi um dos pilares que orientou a elaboração do relatório da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI¹. Segundo esse documento, não é suficiente que os indivíduos acumulem uma quantidade de conhecimentos nos sistemas de ensino formais, eles devem durante o percurso formativo servir de todas as oportunidades para enriquecer, aprofundar e atualizar estes primeiros conhecimentos, com o intuito de participar e compreender mais efetivamente o mundo em transformação.

Portanto, torna-se elemento fundamental revisitar o entendimento que se tem a respeito da educação e procurar articular uma significação mais ampla, lançando mão de outras modalidades educacionais que contemplem uma formação para o decorrer da vida. Na área educacional existem três práticas distintas, que ocorrem normalmente separadas, todavia são dependentes uma da outra, são elas: educação formal, educação não formal e educação informal.

¹ Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Educação um tesouro a descobrir. Disponível em <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000009.pdf>

Para iniciar a discussão a respeito dessas práticas educacionais, sobretudo os processos não-formais de ensino de ciências, faz-se necessário primeiro uma compreensão básica e objetiva das principais definições terminológicas acerca desta área de conhecimento. Como será apresentada e discutida nos capítulos desta pesquisa, embora ainda existam divergências de consenso entre os pesquisadores da área quanto à definição das diferentes tipologias educativas, de forma geral, pode-se encontrar características de comum acordo (COOMBS, 1968; BJORNAVOLD, 2001; LIVINGSTONE, 2001; GOHN, 2005; AINSWORTH; EATON, 2010; SANTOS; TÉRAN, 2013; BIZARRA; MARANDINO, 2014; MARQUES; FREITAS, 2017).

A educação formal pode ser definida como a prática educativa característica dos sistemas de ensino tradicionais, predominantes em escolas e universidades. De maneira geral: apresenta normativas de natureza legislativa, com medidas planejadas e implementadas por órgãos regulatórios em âmbito federativo, estadual e municipal; os seus proponentes (diretores, coordenadores e gestores) controlam e coordenam o sistema formal de educação com funcionalidades específicas; a organização e o funcionamento dos espaços formais assumem particularidades mais ou menos padronizadas; os currículos e os sistemas avaliativos compõem a sua estrutura. Enfim, todos esses mecanismos e instrumentos direcionados ao processo formativo, caracteriza o que se chama de educação formal (BRASIL, 1997).

A educação não formal, por sua vez, não apresenta todas as normativas que regulamentam e constituem a educação formal. Apesar de atualmente já existirem políticas voltadas para a educação museal, com algumas regulamentações legais, não se comparam com as da educação formal (em termos de legislação) e nem possui formas tão estruturadas de controle. A educação não formal se desenvolve numa outra dinâmica, com um tempo, com um percurso e com características diferentes da educação formal, isso porque, os espaços físicos são outros e permitem, portanto, uma organização de distintos processos de ensino e de aprendizagem (BIZARRA; MARANDINO, 2014).

Ao buscar comparar a educação formal com a não-formal, a título de diferenciá-las, existem elementos como o espaço, a organização e o tempo, que podem facilitar a aproximação e o distanciamento dessas práticas educativas. As práticas educacionais não-formais acontecem em espaços usualmente distintos daqueles do ambiente escolar.

A distinção torna-se visível nas vivências de visitação a uma fábrica, a uma usina hidrelétrica, a uma granja, a uma planta o, a um monumento histórico da cidade, a um centro

de ciências, a um museu, a um planetário, a um parque ambiental. Ou seja, a outros espaços que podem igualmente permitir e favorecer os desdobramentos de questões para a educação, em particular para a educação sobre ciências, de maneira a se articular os conteúdos escolares dentro de um novo contexto.

De uma perspectiva organizacional, os espaços não formais apresentam uma estruturação diferenciada da unidade escolar. Em um centro de ciências, um museu de ciências ou em uma mostra de qualquer natureza, a organização dos artefatos e instrumentos constituintes não seguem a uma ordenação rígida ou são ajustados a um sequenciamento característico do espaço escolar. A sua estruturação é outra e distinta. Organiza-se de tal forma que pode permitir aos seus visitantes experiências e vivências múltiplas para diferentes formas de aprendizagem, seja de natureza conceitual, procedimental, atitudinal ou àquelas previstas pela Comissão Internacional sobre Educação (SANTOS; TÉRAN, 2013).

Outro elemento relevante desses espaços não formais refere-se à dimensão temporal de planejamento das atividades. Como a visita deve ocorrer em um certo intervalo de tempo, o trânsito pelo espaço, o tempo médio das apresentações e das interações entre educadores ou monitores e seus visitantes devem se modular em função desta variável temporal.

Entretanto, mesmo que existam diferenças espaciais, organizacionais, temporais e mesmo na própria relação com o conhecimento, há igualmente a possibilidade da sobreposição das finalidades educacionais (conceituais, procedimentais e atitudinais) que podem ser articuladas em parceria aos conteúdos curriculares da educação escolar, ou seja, da educação formal. Dito de forma mais prática, pensemos em uma aula de Física na escola, em que são sistematizados os conceitos do eletromagnetismo, está previsto no seu planejamento um experimento exemplificando o fenômeno eletromagnético, esta atividade experimental poderia ser realizada em parceria com um centro de ciências ou museu de ciências, oportunizando outras aprendizagens que não podem ser alcançadas na sala de aula.

Portanto, as propostas pedagógicas realizadas na escola com as práticas educativas desenvolvidas nos espaços não formais são pertinentes. De acordo com Nascimento e Costa (2002), as práticas educativas desenvolvidas nesses espaços, que são intrinsecamente lúdicas e interativas, podem despertar o interesse dos visitantes e contribuir para novos pontos de vistas em relação à ciência e à tecnologia, e motivar a aprendizagem de conhecimentos científicos. Dessa forma, não apenas despertam a dimensão motivacional, esses ambientes oportunizam ainda ricas experiências para ampliar o repertório científico dos estudantes, visto que eles

estimulam o interesse por novos conhecimentos, ao mesmo tempo que favorecem a articulação com os conhecimentos apropriados no próprio contexto escolar.

Não se pode esquecer que esses espaços não formais são propícios a interatividade. Seja do visitante com o objeto de conhecimento, do visitante com o monitor ou educador, e entre os próprios visitantes quando se deslocam em grupos. Analogamente ao processo de aprendizagem na educação formal, no qual o professor é o responsável por estruturar um ambiente de aprendizagem propício ao desenvolvimento dos saberes dos estudantes. Na educação não-formal, os agentes que assumem esse papel de fornecer os subsídios necessários para a construção, compartilhamento e apropriação de conhecimentos, são os experimentos/equipamentos com os quais se interage ou mesmo integra-se, o monitor e os participantes que compõem o grupo ao qual se pertence.

Por fim, a última modalidade de educação, a educação informal, em geral, vem associada com as práticas educacionais que acontecem em circunstâncias em que a intencionalidade de se educar não está colocada como elemento fundamental (BIZARRA; MARANDINO, 2014). A título de exemplo, pode-se imaginar uma situação em que uma família se reúne em frente a uma TV para assistir uma matéria de jornal a respeito dos mecanismos biológicos de mutabilidade do coronavírus (COVID-19). Não há dúvidas de que ali está ocorrendo uma determinada compreensão de uma temática de natureza científica. Entretanto, o redator da matéria, por mais que teve a intenção de tornar clara e acessível a ideia discutida, não tem o controle de como as pessoas que estão assistindo vão entender aquele conteúdo se acontecerá aprendizado ou não, se ocorrerá ou não uma discussão do assunto entre os membros da família, se haverá dúvidas, enfim, a matéria é apresentada sem nenhum controle sobre ela.

A família pode despertar o interesse em relação ao tema e iniciar uma discussão. Alguém pode já ter algum conhecimento sobre a temática e falar a respeito com os demais, ou também, um adolescente pode trazer o exemplo daquela matéria em uma aula de Ciências, ou seja, levar o conhecimento informal para dentro da escola, no contexto da educação formal. Em linhas gerais, em situações como essas, não há a intenção educativa de se ensinar e aprender. Invariavelmente, a educação informal ocorre de maneira aleatória, em diferentes contextos, lugares e momentos, pode ou não ocorrer uma ordenação das ideias discutidas, apresentadas ou compartilhadas. Ela representa grande parte das nossas vivências cotidianas e contribui significativamente com o volume de informação que compõe o senso comum das pessoas.

Porém, mesmo que não exista a intencionalidade pedagógica, não se pode ignorar o fato de que essas experiências, quando articuladas em outros contextos, como numa aula formal ou num centro de ciências, podem agregar conhecimento e oportunizar aprendizagem. Dessa perspectiva, fica claro que as diferentes modalidades de educação (formal, não-formal e informal) podem se sobrepor naturalmente. É exatamente essa sobreposição e interconexão que pode servir de substrato para propiciar momentos mais completos para o ensino e a aprendizagem, sobretudo quando o pensamos da perspectiva de um processo formativo formal.

Então, o intuito é buscar promover a integração das atividades educativas não-formais com aquelas realizadas no âmbito da unidade escolar, isto é, aproximando-as: do projeto pedagógico da escola; dos conteúdos curriculares previstos para as diferentes disciplinas; dos temas interdisciplinares e transdisciplinares; do próprio engajamento da equipe escolar (os professores, o coordenador pedagógico e a direção). De maneira que, a ida aos espaços não formais possa significar muito mais do que apenas um momento de entretenimento e lazer, mas, sobretudo, possa favorecer as experiências e vivências que contribuam para o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias ao processo formativo desses jovens.

Todavia, com esta proposta de aproximação não se está colocando que a educação não formal deve se modelar segundo as normativas da educação formal. Caso assim o fizesse, seria apenas uma extensão da instituição escolar. A proposta que se está discutindo e defendendo é de que a instituição escolar consiga explorar e articular propostas pedagógicas com os espaços não formais de educação (centro de ciências, museus, planetários etc.).

Direcionando as discussões para os centros de ciências, Sabbatini (2003) sublinha que essas instituições podem contribuir para a criação de uma cultura científica significativa para a sociedade e, ademais, oportunizar a conexão entre os progressos e as questões da ciência e da tecnologia com os interesses do indivíduo. O autor ainda destaca que, dentre as principais finalidades propostas para esses centros, sobressai a oportunidade de ampliar as reflexões e problematizações sobre o papel da ciência na sociedade. As experiências educativas nesses espaços são estruturadas e objetivadas para que os visitantes, em muitos casos estudantes, tenham condições de compreender princípios científicos e tecnológicos e possam despertar mais significativo interesse por esse campo de estudo.

A necessidade de aproximar a Ciência da população vem sendo objeto de inúmeras pesquisas nacionais. Na literatura científica encontram-se variadas expressões terminológicas

que buscam de formas distintas alcançar esta finalidade: letramento científico (TEIXEIRA, 2003), alfabetização científica (CHASSOT, 2003), divulgação científica (MACEDO, 2003; LOUREIRO, 2007), popularização da ciência (GERMANO, 2005), comunicação científica (MUELLER, 2006). Em pesquisas estrangeiras, embora essas terminologias igualmente apareçam, está em uso o termo “cultura científica”.

Segundo Leodoro (2005), a terminologia cultura científica além de reunir todas as expressões anteriores, contém ainda, em sua significação, o conceito de que o processo de desenvolvimento científico só pode ser compreendido em sua integralidade de uma perspectiva cultural. Não importa a face que se considere, seja da perspectiva de sua produção científica e tecnológica, de seu compartilhamento entre os pares, de sua apropriação em ambientes de ensino e de aprendizagem, de sua divulgação e popularização na sociedade, todas elas são produções humanas e, portanto, fazem parte da cultura. Assim, propor meios para promover o desenvolvimento de uma cultura científica nos indivíduos, significa dar condições de se conhecer os métodos utilizados para desenvolver o conhecimento científico, os objetos de estudos tratados pela Ciência, as relações entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, assim ressignificando a maneira como os indivíduos se relacionam com o mundo.

Esse trabalho de aproximar a Ciência da população, já vem sendo desenvolvido sob a orientação do professor Dr. José Joaquín Lunazzi no Instituto de Física da Universidade de Campinas desde a década de 1970. Já nos anos de 1978, no evento “Universidade Aberta ao Público-UAP” promovido pela Unicamp e que recebia mais de 3.000 visitas diárias, Lunazzi apresentava suas pesquisas em holografia e alguns experimentos que descreviam os fundamentos do fenômeno óptico.

Durante as quatro últimas décadas, inúmeras foram as exposições e produções científicas referentes aos temas de imagens tridimensionais, holografia, óptica, visualização tridimensional e difração. Dentre elas, destacam-se: a exposição de trabalhos de sombras e de hologramas gerando imagens e cores espectrais na I Semana de Arte da Unicamp, no Museu de Arte Contemporânea de Campinas-MACC (em 1984); a exposição na 1ª Mostra Internacional de Imagem Científica, na Estação Ciência, centro de divulgação do MCT/CNPq (em 1988); a demonstração de TV Holográfica no Planetário de Museu Dinâmico de Ciências de Campinas (em 1989); a exposição de 9 holoprojetores com que foi feita a abertura do Museu de Ciência e Tecnologia CNPQ/UFMG (em 1990); o Prêmio de Divulgação Científica da Secretaria de Cultura da Prefeitura Municipal de Campinas (em 1992); a exposição de holoprojeção na 2ª Semana de Cine experimental de Madri, Espanha (em 1995); a demonstração de holograma

ampliado e outra de holoprojetor em Nanjing-China (em 1996); a exposição de hologramas no Centro Cultural do Hospital Brasil, na cidade de Santo André/SP (em 2000); a mostra de experimentos, que incluía experimentos básicos de refração, reflexão, difração, interferência e imagens na Universidade de Portas Abertas-UPA (em 2002).

Ademais, inúmeras exposições foram realizadas em escolas da Rede Pública alcançando milhares de estudantes da Educação Básica (entre 2007 e 2014). No Ano Internacional da Luz declarado pela Unesco (em 2015), o professor Lunazzi organiza um espaço físico na Unicamp com o nome de “Exposição Veja a Luz Como Nunca Viu”, com inúmeros experimentos de óptica geométrica. Os aparatos experimentais são na maioria exclusivos, confeccionados para a exposição e fazendo questão de utilizar materiais simples, inclusive sucata, para mostrar que o público poderia, se quisesse, e com orientações, reproduzi-los.

Foram mais de 5.000 alunos de escolas públicas que participaram desses eventos ao longo desses anos. Não há dúvidas da significativa contribuição do professor Lunazzi com a educação não formal em nosso país, seja pelas exposições, cursos de formação inicial ou continuada, palestras e publicações científicas, contribuindo ativamente até hoje com a divulgação científica e a educação científica no processo formativo desses jovens.

Com base em todos os apontamentos anteriores e sob a orientação do professor José Joaquín Lunazzi, cuja experiência teórica e prática com a educação não formal são dignas de destaques, colocamos o seguinte objetivo de pesquisa que buscamos investigar.

Buscar compreender a repercussão no repertório científico-cultural de estudantes do Ensino Médio da sua vivência e participação numa atividade de educação não formal realizada no Centro de Ciências, localizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP) da cidade de Guaratinguetá. Em tese, tomamos por premissa que os resultados dessa participação podem repercutir aos participantes de maneira muito significativa em termos educacionais, na medida em que favorece uma melhor compreensão da ciência em processo de elaboração e dos desafios que cercam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Mais detalhadamente, este objetivo é perspectivado em duas dimensões orientadoras da busca de informações no decorrer da pesquisa e da análise dos discursos dos sujeitos participantes da pesquisa: (i) o papel do Centro de Ciências e (ii) o repertório científico-cultural dos estudantes expositores e ouvintes. Os questionamentos a seguir dão melhor compreensão das dimensões de análise.

Em relação “ao papel do CE no desenvolvimento do repertório científico-cultural dos estudantes”, buscamos investigar se: a proposta de formação de estudantes expositores contribui para uma melhor assimilação dos conteúdos teóricos presentes nos experimentos? Se favorece para mais significativa compreensão das relações envolvendo a ciência, tecnologia e sociedade? As atividades experimentais desenvolvidas no CE contribuem para o desenvolvimento das competências conceitual e procedimental dos estudantes?

Por fim, quanto “ao repertório científico-cultural dos estudantes expositores e ouvintes”, intentamos identificar se: o entendimento do que é ciência e tecnologia é desenvolvido? Há compreensão dos conteúdos conceituais e procedimentais propostos nos experimentos? A relação entre ciência, tecnologia e sociedade é entendida como constituinte da realidade do dia a dia, exercendo influência em pessoas e meios sociais? A competência de utilizar os conhecimentos tecnocientíficos de forma crítica e consciente e com aplicabilidade social é desenvolvida?

Para buscar investigar essas questões estruturamos esta pesquisa na sequência de capítulos que se seguem. No primeiro capítulo, apresentamos a significação da palavra “cultura”. Por se tratar de uma palavra com ampla polissemia e cercada de discussões teóricas, dialogamos com estas perspectivas com a finalidade de aproximar a definição de “cultura” mais coerente aos objetivos desta pesquisa. Ademais, buscamos discutir a questão de a Ciência e a Tecnologia serem consideradas como constituintes da cultura.

Em continuidade, no segundo capítulo, apresentamos a definição de cultura científica e como está relacionada com a educação científica. Traçamos ainda um breve histórico da formação da cultura científica brasileira para, na sequência, destacar o papel da divulgação científica nessa cultura. Na finalização, refletimos em como a popularização científica e tecnológica exerceu influência para o processo de inclusão social dos cidadãos.

As conceituações das diferentes modalidades educativas (formal, não-formal e informal) estão sistematizadas no terceiro capítulo. Defendemos a ideia de que, muitos mecanismos educacionais coexistem com a instrução escolar, procurar compreender o papel destas inúmeras outras formas de aprendizagem não formais, que concorrem para ampliação do repertório cultural das pessoas, é elemento fundamental. Para fundamentar este ponto de vista, apresentamos pesquisas nacionais e internacionais de relevância da área de educação não formal com a finalidade de conceituar as terminologias e buscar aproximações e distanciamentos de uma perspectiva colaborativa entre elas.

As exposições científico-tecnológicas apresentadas em mostras em museus e em centros de ciências são destacadas no quarto capítulo. Com o intuito de compreender como se deu o processo de desenvolvimento dessas instituições ao longo do tempo, faremos uma digressão histórica do contexto de surgimento internacional e do Brasil. Por fim, direcionando as discussões para os centros de ciências e as formas de aprendizagens científicas, que podem ocorrer nesses espaços não formais de educação, destacamos o seu papel como facilitador da compreensão da matemática, das ciências e das tecnologias de maneira prática e integradas efetivamente ao dia a dia, como componentes estruturais da sociedade. Ademais, são esses espaços que realizam as exposições que objetivam a formação cultural científica das pessoas.

Os materiais e métodos de pesquisa são apresentados no quinto capítulo, em que detalhamos os objetivos deste estudo, a natureza qualitativa da pesquisa, as referências teórico-metodológicas da análise de conteúdo para o tratamento das falas, e igualmente sobre quais perspectivas esta análise foi desenvolvida.

No capítulo seis apresentamos a teoria de Vygotsky como um referencial de interpretação e validação do processo desenvolvimento cognitivo dos estudantes, ou seja, das propostas de ensino e aprendizagem durante a participação nas atividades propostas. Nos capítulos sete e oito, encontram-se uma descrição das principais atividades educativas do Centro de Ciências da UNESP de Guaratinguetá, assim como um detalhamento dos experimentos que participaram da mostra no dia da exposição. Além disso, a descrição da proposta pedagógica e curricular da escola participante está descrita.

Os capítulos de nove a quatorze reúnem os principais dados coletados e sua análise e interpretação segundo os referenciais adotados nesta tese. De forma geral, os três momentos analisados foram: (i) a formação dos estudantes expositores no Centro de Ciências e a apresentação no dia da mostra; (ii) a visita dos estudantes ouvintes no dia da mostra; e (iii) a socialização coletiva dos estudantes expositores e visitantes, com base em discussões de natureza tecnocientíficas e suas relações com a sociedade, economia, meio ambiente etc. Por fim, no capítulo quinze apresentamos as considerações finais com vistas a apontar as principais contribuições e desafios dessa atividade não formal de ensino no repertório científico cultural dos estudantes.

1. CULTURA

O conceito de “cultura” tem uma abrangência universal, ele é usado não apenas como termo científico em todas as ciências sociais e humanas. Não menos amplamente, é usado na vida cotidiana, na arte, na filosofia. Portanto, antes de falar sobre as definições de cultura, é aconselhável compreender as variadas nuances semânticas desse conceito, considerar possíveis opções para seu uso não apenas na ciência, mas também em outras áreas do ser humano e da sociedade.

A palavra "cultura" é frequentemente usada para denotar a cultura de diferentes povos em certas épocas históricas, as especificidades do modo de existência ou estilo de vida de uma sociedade, grupo de pessoas ou certo período histórico, para caracterizar o estilo de vida de grupos sociais ou campos de atividade individuais. Assim, nas páginas dos livros didáticos, as frases "cultura egípcia antiga", "cultura renascentista", "cultura oriental", "cultura jovem", "cultura familiar", "cultura urbana", "cultura do trabalho" são frequentemente usadas.

Tanto na vida cotidiana como na vida científica (filosófica, sociológica, literária) usamos a expressão "cultura", mas nem sempre a compreensão básica é óbvia. Presume-se, porque a usamos em conotações com vários adjetivos que modificam seu significado básico. Atualmente, há termos como: "cultura espiritual" e "cultura material", "cultura natural" e "cultura sobrenatural", "cultura individual" e "cultura social", "atividades culturais" e "produtos culturais". Além disso, há disciplinas científicas que tratam do estudo de vários aspectos da cultura – sociologia da cultura, antropologia da cultura, psicologia da cultura (FRANKLIN, 1995; SANTOS, 2006; SANTOS, 2021).

Na vida cotidiana, a palavra "cultura" expressa aprovação, é entendida como a presença de um estado ideal ou ideal com o qual comparamos implicitamente os fatos ou fenômenos avaliados. Por exemplo, eles falam de uma alta cultura profissional, uma cultura do desempenho de uma coisa. Nas mesmas posições, o comportamento das pessoas é avaliado. Mas quando avaliam uma pessoa como cultural ou não civilizada, elas significam pessoas com educação ou com baixa escolaridade (FRANKLIN, 1995). Às vezes, sociedades inteiras também são valorizadas se forem baseadas em lei, ordem, gentileza moral, em oposição ao estado de barbárie.

Foi isso que levou ao surgimento de muitas definições de cultura, cujo número está em constante crescimento. Assim, em 1952, os pesquisadores americanos A. Kroeber e K. Klakhon, sistematizando as definições de cultura conhecidas por eles, contaram 164

definições. Na década de 1970, o número de definições chegou a 300, na década de 90 ultrapassou 500. Atualmente, existem cerca de 1000, o que não é surpreendente, uma vez que a cultura é tudo criado pelo homem, por todo o mundo humano (LARAIA, 2007, p.95).

Isso se deve, por um lado, por possuir uma história complexa e complicada da linguagem e, por outro, por ser usada para denotar conceitos extremamente complexos em diferentes disciplinas científicas e nos mais diversos sistemas de pensamento. Dessa forma, para compreender o conceito de “cultura científica” e suas variações, faz-se necessário, primeiro, adentrar na difícil conceituação do que é uma “cultura”, para então, avançar com um razoável entendimento de algumas possibilidades terminológicas.

Uma apresentação sistemática dos problemas dos estudos culturais envolve abordar várias questões na teoria da cultura. Os mais importantes deles são a introdução histórica da terminologia e a definição dos conceitos e categorias básicas dos estudos culturais, entre os quais o conceito de "cultura" ocupa uma posição central.

Embora a discussão a seguir alinhe-se com esta perspectiva, não objetivamos abarcar a vastidão das discussões presentes a respeito desses pressupostos teóricos, muito menos encerrar qualquer definição da terminologia, haja vista que, isto tem sido buscado exaustivamente por diferentes frentes de pesquisas e ainda não há uma definição geral sendo consensualmente aceita. O que existe apenas são alguns entendimentos comuns, os quais destacaremos adiante. A intenção, portanto, é trazer uma visão geral do surgimento da terminologia, tangenciando alguns pesquisadores citados com mais frequência por estudiosos do assunto, e um panorama mais amplo de entendimento de algumas disciplinas que se debruçam constantemente a este objetivo. Ademais, apresentamos também, uma discussão que se fez presente na época e ainda hoje, a respeito da inclusão das ciências como fenômenos culturais e das polarizações entre as ciências naturais e humanas quando se discute metodologia científica.

1.1 – Origem histórica da palavra “cultura”

A cultura é uma das características mais importantes do homem e da sociedade em geral, uma vez que nenhuma outra espécie possui cultura, e só pode vir à tona se vista à luz do ambiente social e em sua interação mútua. A polissemia da palavra “cultura” nasce juntamente com surgimento do termo.

No século XIX, enquanto o idioma alemão contava com a distinção entre *Kultur* e *Zivilisation*, o idioma francês contava com a aproximação dos termos cultura e civilização. Enquanto para os alemães *Kultur* era individual, ou seja, o enobrecimento da mente de um indivíduo a partir da utilização das produções humanas, como a arte, a ciência, a literatura, a filosofia, para os franceses cultura era uma entidade coletiva (GEERTZ, 2008, p. 34).

No idioma francês, cultura referia-se não apenas ao desenvolvimento intelectual individual, mas a uma dimensão vasta e imprecisa de características próprias de uma comunidade. Por esse motivo, era tomada às vezes como sinônimo de civilização, pois ambos demonstravam uma conotação abstrata coletiva de ordem e refinamento material e imaterial. Pode-se chamar, portanto, a cultura para os franceses de *universalista*, enquanto para os alemães era *particularista*. Este diálogo franco-alemão permeia o conceito de cultura até a contemporaneidade e serve de arquétipo às duas concepções culturais destacadas (CUCHE, 2002).

A questão da diversidade dos povos proposta pela concepção de cultura universalista ao fim do século XIX e início do século XX intriga muitos estudiosos da área e traz a questão de como se pode compreender as diferenças culturais. Neste momento, uma nova disciplina científica toma forma: a etnologia, que tem por objeto de estudo a relação entre a diversidade cultural e a unidade humana. A resposta a essa questão, sobre qual seria a unidade do homem, nasce como uma herança do Iluminismo e surge, então, a concepção da diversidade cultural na unidade biológica e define-se o homem enquanto espécie a partir de características que misturam cultura e biologia (CUCHE, 2002).

O homem, o “animal social”, tem em sua história evolutiva entrelaçadas a cultura e as características biológicas. Richard Wrangham (2009), em seu provocante livro *Pegando fogo*, defende a hipótese de que o descobrimento do fogo permitiu alterações morfológicas e comportamentais, como a diminuição das presas, que estariam relacionadas não à alimentação, mas à modificação comportamental de um ambiente de lutas físicas em um ambiente de

resolução de conflitos por outros meios, o aumento dos molares, o aumento do volume cerebral, o bipedismo, entre outras características. Este exemplo ilustra que uma descoberta, uma inovação, uma transformação cultural como o descobrimento e manipulação do fogo está intimamente ligada a transformações biológicas. Neste sentido, o homem desenvolveu-se através da evolução concomitante de características biológicas e culturais.

É certo que as evoluções cultural e biológica se deram de forma simultânea, todavia é equivocado pensar que certos comportamentos culturais são determinados por fatores biológicos e, além disso, que a diversidade cultural entre populações se dá através de determinismo proveniente da biologia. Não há provas de que grupos humanos com culturas distintas diferem entre si por traços psicológicos inatos, de forma que a herança estritamente cultural de um povo é o principal determinante da bagagem cultural que um indivíduo terá ao nascer em determinada sociedade. Neste sentido, quaisquer influências da biologia sobre a cultura são refutadas, de forma que a história genética de um conjunto de indivíduos não explica a sua cultura, mas sim a sua própria história cultural (LARAIA, 2007, p.65).

Desde a antiguidade, desenvolvem-se teorias sobre a superioridade inata em dadas aptidões, apresentadas por certos grupos e raças humanas, intrinsecamente associadas aos aspectos culturais de tais grupos e raças; não há, contudo, qualquer determinismo biológico perceptível associado aos aspectos culturais. Assim, se uma criança, ainda que nascida na Suécia for criada entre os Xavantes², havendo as condições para seu aprendizado, não desenvolverá os conhecidos requintes civilizatórios presentes nesta sociedade nórdica, mas sim, os hábitos primitivos dos Xavantes, por ser esse o ambiente sócio cultural no qual ela foi inserida (THOMPSON, 2009, p.79).

Vale lembrar que, nem mesmo o dimorfismo sexual, que permite a diferenciação social e biológica entre homens e mulheres, se caracteriza como um determinante cultural, uma vez que, desde os mais antigos grupos sociais humanos conhecidos, como os caçadores – coletores – pescadores do paleolítico, há diferença regional entre as atividades exercidas por homens, mulheres ou ambos. Da mesma forma, como os pescadores do Rio Nilo eram homens, no Rio Zambeze, entre quase todos os grupos, as evidências fósseis mostram que os pescadores eram mulheres, enquanto aos homens, cabia a atividade de caça e coleta de frutos, raízes e

² Povo indígena brasileiro, que se autodenomina *A'uwê* (Gente) ou, nas tribos mais ao sul *A'uwê Uptabi* (Pessoas Verdadeiras). Fazem parte do tronco linguístico Macro-Jê, inseridos no ramo familiar linguístico Jê. Atualmente, estão localizados em apenas 12 pequenas áreas demarcadas, todas no Estado de Mato Grosso. A indícios arqueológicos de sua presença nos Estados de São Paulo, Espírito Santo e Paraná, indo da margem dos rios Paraná e Paraguai até a costa atlântica.

tubérculos (GEERTZ, 2008, p. 42 – 50). Esse mesmo viés cultural é visto contemporaneamente nas constantes discussões sobre feminismo, igualdade de gênero e em outros aspectos, como a presença de mulheres em postos de combate, comuns em forças armadas como as dos Estados Unidos e inexistente em países como o Irã, cuja cultura impede qualquer expressão social ou econômica feminina.

À primeira vista, o determinismo geográfico pode figurar como fator importante para a formação cultural, porém, as constantes revisões antropológicas da temática mostram a influência do determinismo geográfico como limitada, sendo comum a existência de vasto panteão cultural em uma mesma área geográfica, notadamente, quando há intenso fluxo migratório nessa (LARAIRA, 2007, p.75-80). Um exemplo claro é a formação do Parque Nacional do Xingu, no qual grande número de grupos étnicos vive próximos uns aos outros, compondo um complexo quadro cultural, que embora pintado pelas demarcações de terras indígenas, mantém suas cores originais, ou o Oriente Médio Antigo, no qual centenas de povos, com culturas diferenciadas habitavam a mesma região geográfica na Antiguidade.

Desse modo, o determinismo geográfico, assim como o determinismo biológico, são concepções que não contemplam a história cultural de sociedades ou conjuntos de indivíduos, quaisquer que sejam as suas origens ou sua localização (LARAIA, 2007, p.110). Assim, haveria, por um lado, nossa herança biológica, bem como os requisitos específicos da natureza de estar vivo do homem, e, por outro, as manifestações de sua inteligência, como linguagem, técnica, arte ou mesmo religião.

No entanto, esse compartilhamento pode não ser tão simples. De fato, quando tentamos pensar nessa distinção entre natureza e cultura, nos colocamos em uma perspectiva histórica e podemos nos perguntar por que meios o homem se afastou do reino animal para se tornar um ser cultural. A esse respeito, podemos pensar no fato de que o homem, ao contrário dos animais, realiza um trabalho de transformação da natureza para torná-lo adequado para a habitação humana. Portanto, podemos dizer que o homem sai da natureza na medida em que, em vez de simplesmente viver no mundo, ele o transforma para torná-lo habitável. A cultura, portanto, corresponde ao que o tira da animalidade (THOMPSON, 2009, p.80-93).

1.2 – O que é cultura afinal?

Nessa complexa ótica de formação histórica do processo cultural, cabem as discussões acerca do que é “cultura”. Embora o primeiro a delimitar claramente o conceito de cultura tenha sido Edward Tylor³, em 1871, os estudos sobre esta temática são mais antigos, remontando a John Locke⁴, que nos anos 1690, em seu “*Ensaio acerca do entendimento humano*”, afirmava sobre a formação cultural do indivíduo:

Quem investigar cuidadosamente a história da humanidade, examinar por toda a parte as várias tribos de homens e com indiferença observar as suas ações, será capaz de convencer-se de que raramente há princípios de moralidade para serem designados, ou regra de virtude para ser considerada [...] que não seja, em alguma parte ou outra, menosprezado e condenado pela moda geral de todas as sociedades de homens, governadas por opiniões práticas e regras de condutas bem contrárias umas às outras (LOCKE, 1976, p.65).

As observações de Locke (1690) caminham no mesmo sentido das observações da antropologia moderna, às quais afirmam que a cultura é moldada segundo as relações humanas e pelo desenho destas num dado grupo humano.

Tylor então, em 1871, propôs uma associação entre o vocábulo de origem germânica *Kultur*, relativo aos aspectos espirituais dos grupos humanos, e o vocábulo francês *Civilization*, alusivo ao conjunto de produção material de um grupo, como sua produção cerâmica, sua arquitetura e sua literatura. Tylor, então, sintetiza o conjunto da produção intelectual e material de um povo no vocábulo inglês *Culture*.

Portanto, na perspectiva tylariana, pode-se afirmar que cultura é toda a produção intelecto-material de um grupo humano, ou seja, a forma como esse realiza suas refeições, sua produção artística, sua forma de vestir-se, sua arquitetura, sua ciência e sua tecnologia.

Mais propriamente, pode-se dizer sobre a visão de Tylor (1871) que essa abrange todos os aspectos da existência de um povo, como seus hábitos cotidianos (vestuário, linguajar, a forma de comer), o seu pensamento crítico (ética e moral) e a sua interação ambiental (a forma como esse percebe e maneja o ambiente no qual está inserido). Portanto, considera que a cultura é o processo pelo qual as pessoas adquirem conhecimentos, habilidades, experiências, ideias, crenças e sentimentos em suas interações. Ele enfatizou que a cultura só pode emergir quando a estrutura social funciona, e a cultura não pode ser observada sem sair do sistema da estrutura

³ Edward Tylor, antropólogo britânico, cuja principal obra foi “*Primitive Culture* (1871)”. Definiu o contexto do estudo científico da antropologia e lançou as bases do estudo científico da cultura.

⁴ John Locke: Filósofo inglês, principal representante britânico do Empirismo e um dos principais teóricos do contrato social. É conhecido como o pai do liberalismo.

social. Por exemplo, o relacionamento entre pai e filho, comprador e vendedor, governante e governado, só pode mostrar uma certa cultura quando eles interagem.

O antropólogo francês Levi-Strauss (1964) sintetiza uma visão de cultura a partir da perspectiva de normas e padrões de comportamento. Ele propôs que a cultura pode ser entendida a partir de um conjunto de padrões comportamentais que prevaleciam entre um grupo de pessoas em um determinado período de tempo, sendo fácil de distinguir dos padrões comportamentais de outras populações.

Para Strauss, as normas são as normas do comportamento das pessoas, existem convenções como costumes etc., e existem regulamentos explícitos, como disposições legais e regras de organizações de grupos. Várias normas são interconectadas, infiltradas e complementadas, e juntas ajustam várias relações sociais das pessoas. O código especifica a direção, método e estilo das atividades das pessoas. Especifica os objetos e métodos usados por idiomas e símbolos. As normas são estabelecidas ou formadas naturalmente pelos seres humanos para atender às suas necessidades e são a personificação dos valores. O sistema normativo é explícito: para entender a cultura de uma sociedade ou grupo, geralmente começa com a compreensão das normas.

O referido autor da famosa tetralogia *Mitológicas*, que tem seu primeiro volume em *O cru e o cozido*, propõe uma concepção inovadora, a *estruturalista*. Esta considera a cultura como um sistema de estrutura, no qual há uma acumulação simbólica na mente humana. Seu trabalho se concentra em descobrir esses domínios culturais, como o mito, a arte, a ciência, o parentesco e a linguagem e os princípios da mente que geram essas elaborações. A extração a seguir, primeiro parágrafo da abertura de *O cru e o cozido*, nos revela o princípio da antropologia estrutural, proposta por Lévi-Strauss.

O objetivo deste livro é mostrar de que modo categorias empíricas, como as de cru e de cozido, de fresco e de podre, de molhado e de queimado etc., definíveis com precisão pela mera observação etnográfica, e sempre a partir do ponto de vista de uma cultura particular, podem servir como ferramentas conceituais para isolar noções abstratas e encadeá-las em proposições (LÉVI-STRAUSS, 1964, p. 19).

Neste sentido, passa a ser importante considerar os contextos nos quais se inserem os domínios simbólicos, para então compreender estes como entidades que aparecem psicologicamente e são abstratas nas mentes humanas. Dito de outra forma, a linguagem e os símbolos também são um meio de acumulação e armazenamento cultural. Os humanos só podem se comunicar com a ajuda da linguagem e dos símbolos, e apenas a comunicação e a interação podem criar cultura, na perspectiva de Strauss. E todos os aspectos da cultura só

podem ser refletidos e ensinados através da linguagem e símbolos. Ser capaz de usar linguagem e símbolos para se engajar em atividades sociais e de produção e criar uma cultura rica e multifacetada é um atributo exclusivo dos seres humanos.

Ademais, considerando a cultura como um processo contínuo e dinâmico, Strauss caracteriza-a como o produto de certa sociedade num determinado momento, advinda de uma herança social e um processo contínuo de acumulação. Cada geração nasceu em um determinado ambiente cultural e naturalmente herdou a cultura tradicional da geração anterior. Ao mesmo tempo, cada geração transformou a cultura tradicional de acordo com suas próprias experiências e necessidades, injetando novo conteúdo na cultura tradicional e descartando partes desatualizadas e indesejáveis.

Para Thompson (2009, p.150-161), a cultura tem características de tempos, regiões, nacionalidades e classes. Desde a formação de uma nação, a cultura frequentemente surgiu como nação. Uma nação usa uma linguagem comum, obedece a costumes e hábitos comuns e desenvolve uma qualidade e caráter psicológico comuns. Esta é uma manifestação da cultura nacional. Em uma sociedade dividida em classes, devido às diferentes condições materiais de vida de cada classe, o status social é diferente. Como resultado, seus valores, crenças, hábitos e estilos de vida são diferentes e surgiram diferenças culturais entre as classes. A cultura é um sistema complexo composto por vários elementos. As várias partes deste sistema são funcionalmente interdependentes e estruturalmente ligadas entre si para desempenhar as funções de integração social e orientação social.

O sociólogo Pierre Bourdieu (1980) se interessou por essa distinção de uma sociedade dividida em classes, devido às diferentes condições materiais de vida de cada classe. Mostra que a cultura e o estilo de vida funcionam como um meio de produzir hierarquias e diferenças sociais. A cultura legítima aparece como o produto da dominação. A classe dominante mantém sua posição dominante através de uma estratégia de distinção: ao definir e impor para o resto da sociedade o padrão de "bom gosto", ao impor sua cultura como cultura legítima para toda a sociedade, ela se coloca na classe alta. A posse desse capital cultural permite distinguir-se.

Bourdieu insiste que essa não é uma busca explícita por distinção: os julgamentos feitos sobre o belo e o feio são o resultado do que ele chama de *habitus*, ou seja, de maneiras pensar e agir internalizado através da educação e do ambiente familiar. Cucho (2002) escreve sobre as noções de Bourdieu.

As disposições tratadas aqui são adquiridas por uma série de condicionamentos próprios a certos modos de vida particulares. O *habitus* é o que caracteriza uma classe ou um grupo social em relação aos outros que não partilham das mesmas condições sociais. Às diferentes posições em um espaço social dado correspondem estilos de vida que são a expressão simbólica das diferenças inscritas objetivamente nas condições de existência (CUCHE, 2002, p. 172-3).

O desafio para Bourdieu é mostrar que nas sociedades contemporâneas as desigualdades culturais desempenham um papel tão importante quanto as desigualdades socioeconômicas. Assim, apesar do sucesso social e econômico, um indivíduo que não possui os códigos de cultura legítima permanecerá culturalmente inferior. Nesse sentido, a "cultura" pode ser usada como um instrumento de dominação e legitimação dessa dominação. Os nomes usados para designar aqueles que não possuem essa cultura são depreciativos: não cultivados, deslocados etc.

Assim, retiramos as seguintes conclusões generalizantes sobre a cultura: 1) as pessoas que vivem sob uma mesma cultura ou sociedade ponderam de forma semelhante; 2) esses indivíduos têm ações semelhantes; e 3) eles criam produções materiais e imateriais. A seguir iremos ampliar estas conclusões gerais na perspectiva das diferentes disciplinas científicas que se propuseram a compreender o fenômeno cultural.

1.3 – A Ciência pode ser considerada como constituinte da cultura?

Essas diferentes perspectivas estão inseridas no que se denomina da grande área das ciências e, por essa razão, enquanto produções humanas compartilhadas por coletividades, compõem e somam o rol da cultura humana. Aqui, partimos do entendimento de que a ciência pode ser compreendida como um fenômeno cultural (abordaremos com mais detalhes essa discussão na próxima seção). Ela faz parte da cultura, como uma das formas de atividade especificamente humana de natureza social (FRANKLIN, 1995). E a ciência nesse contexto, pode ser compreendida, simplificada, segundo Irwin e Wynne (1996), como uma maneira de compreender o ser com o objetivo de reconstrução racional do mundo, com base na compreensão de suas leis essenciais. Em um sentido amplo, a ciência é a construção de uma imagem racional do mundo.

Embora as ciências humanas e sociais juntamente com as ciências naturais agrupem-se numa mesma grande área chamada de ciências, com suas respectivas linhas de ação

e manifestação na cultura, os confrontos entre elas se fizeram e ainda se fazem presentes, sobretudo, quando se discute a questão do método científico.

O trabalho do pesquisador Snow (1995) retrata justamente os contornos desta dualidade cultural. Ele considerava a existência de dois grupos de especialistas, um com forte inclinação à ciência (cientistas) e outro, com forte inclinação às letras (literatos). Esses dois grupos eram polares, e viam o pensamento e atividades do outro de forma distorcida, criando uma espécie de antagonismo cultural, ao qual, Snow (1995, p.50), denominou de “as duas culturas”.

Para o autor, os cientistas humanos têm uma visão distorcida da realidade, provocada pelo método das ciências humanas de enxergar o mundo. Tal percepção seria consideravelmente distorcida a ponto de estabelecer expressões culturais diferentes daquelas produzidas por cientistas naturais. O inverso também seria verdadeiro, de forma que os cientistas naturais não estariam livres de tamanha distorção da percepção propiciada pelo seu método de compreender a natureza.

As diferentes expressões culturais produzidas pelas ciências humanística e natural são fruto de maneiras distintas de se analisar objetos distintos. Apesar desta diferença fundamental, que torna os métodos das ciências humanas e das ciências naturais quase que incomparáveis, o método empírico das ciências naturais, por muitas vezes, foi tomado como superior ao das ciências humanas.

A consideração da superioridade do método empírico sobre os métodos das ciências humanas, portanto, foi então problematizada partindo dos seguintes argumentos: não há quaisquer provas lógicas de que o método das ciências naturais é superior ao método das ciências humanas; os métodos diferenciam-se entre si, e assim o devem, por seus objetos serem essencialmente diferentes. Enquanto os objetos das ciências humanas, às vezes, são dotados de consciência, falam, pensam, são dinâmicos e modificam-se em curta escala de tempo, os objetos “coisas” das ciências naturais admitem essa objetificação, por não possuírem as características essencialmente humanas. Dessa forma, a cientificidade tanto das ciências humanas quanto das ciências naturais é inegável (SNOW, 1995, p.127-138), embora com distintas propostas metodológicas.

Mesmo que ambas apresentem cientificidade, é possível admitir, apesar disso, a existência da diferença na produção cultural entre as duas ciências. Isto porque, promovem expressões simbólicas essencialmente diferentes. Essa distinção entre a cultura humanística e

natural se perde ao mesmo tempo que consideramos a cultura e a ciência como um relacionamento duplo. Embora as distinções entre as ciências humanas e as ciências naturais sejam importantes, para efeitos de um estudo das relações entre a cultura e a ciência podemos considerar que o conhecimento produzido e acumulado por essas áreas disciplinares é parte da cultura humana, igualmente como os conhecimentos produzidos por outros grupos sociais (LÉVY-LEBLOND, 2006).

As relações entre cultura, ciência e tecnologia são diversas. Os aparelhos tecnológicos do cotidiano são aparatos culturais provenientes da íntima relação entre ciência e tecnologia, aprendemos sobre ciências nas escolas, usamos das tecnologias como ferramentas importantes para mediar os processos de ensino e de aprendizagem, e servimo-nos desses conceitos e recursos no exercício profissional e em outros momentos da vida.

Ao longo da história, as ciências e as tecnologias se afastaram e se aproximaram de acordo com diferentes situações. Foi apenas no século XIX, com o avanço promovido pela Revolução Industrial, que ambas foram definitivamente unidas em uma simbiose chamada de tecnociência. Esta importante fusão entre as ciências e a tecnologia, torna-se a força motriz para inúmeras realizações humanas que são fundamentais as atividades da vida contemporânea. *Smartphone, laptop, smart-tv*, aplicativos diversos, *GPS*, baterias, sistemas de segurança, entre outros incontáveis exemplos, são todos produtos da tecnociência que moldam e determinam muitas vezes o modo como se vive, os comportamentos, os medos, os anseios e desejos. A tecnociência está presente no cotidiano, na cultura, ou seja, faz parte da expressão simbólica dos indivíduos de uma determinada sociedade.

Atualmente, a cultura está intrinsecamente relacionada à forma como as pessoas assimilam e fazem uso dos produtos tecnocientíficos, do modo com que participam ou tomam à ciência das metodologias científicas que estruturam o desdobramento desses processos, da sua divulgação e da maneira com que se questionam e debatem, ou percebem as ciências e as tecnologias como um dos pilares organizadores da própria sociedade. Tal característica é muito presente nas sociedades contemporâneas, as quais, as ciências e as tecnologias ocupam papéis fundamentais, determinando comportamentos, aspectos sociais, políticos, econômicos etc. O termo que define este relacionamento tão íntimo entre a tecnociência e a cultura, desde produção do conhecimento ao método científico, do uso de aparelhos cotidianos ao ensino de ciências, da comunicação científica à divulgação científica, é *cultura científica* (PORTO; MORAES, 2009).

O presente capítulo demonstrará a concepção do conceito de cultura científica, a sua aplicação na sociedade e importância na cultura brasileira. Cultura, esta, que tem *déficit* técnico-científico, o qual se procura corrigir através do desenvolvimento de políticas públicas que demandem uma educação científica de qualidade. A concepção de cidadania proveniente de uma perspectiva da cultura científica será discutida, abordando os aspectos transformadores da ciência no âmbito social e cultural. Também será abordada a importância dos movimentos de popularização e divulgação da ciência e esta será destacada como parte integrante fundamental da cultura científica.

1.4 – A ciência e a tecnologia como um sistema cultural

A discussão sobre a concepção de cultura nos permite, agora, meios para caracterizar um sistema cultural. Interessa-nos, particularmente, dentre inúmeros possíveis sistemas, a ciência. Sua definição carrega até os dias atuais muitos conflitos, seja no diálogo ciências humanas/ciências naturais, seja na defesa de um outro método julgado correto. É um termo, portanto, de conceituação não trivial, complexa e muitas vezes difícil.

A ciência é uma parte da cultura das civilizações modernas, como a religião, a arte, a literatura etc. Mas nem sempre a palavra “ciência” é usada com um único significado (GODOY; SANTOS, 2014). Algumas vezes, entende-se por ciência a atividade científica em geral. Por exemplo, a comunidade científica, o homem de ciência, a perspectiva científica das sociedades, e outros tantos exemplos. Outras vezes, “ciência” tem um significado mais específico de conhecimento científico. E é nesse sentido quando associamos à ciência a sociologia, a antropologia, a física, a química ou a linguística. Diga-se de passagem, é importante sublinhar que o conhecimento científico deve ter alguma relevância para a cultura e a sociedade.

Nessa busca de entendimento do que é ciência, do que é conhecimento científico, se contrapõe a questão do que não seja. O senso comum a esse respeito pode ser considerado como uma resposta provisória. Ele envolve o conhecimento das realidades cotidianas. É assim que o leigo entende o mundo ao seu redor. O senso comum fornece soluções práticas para os assuntos diários. Todas as pessoas conhecem certos fatos, mesmo sem ter estudado ciência (FRANCELIN, 2004).

Um carro ao fazer uma curva, em alta velocidade e em um asfalto molhado, corre mais risco de perder o controle (derrapagem) do que quando o asfalto estivesse a seco. É mais rápido cozinhar um alimento em panela de pressão, ao invés de tentar fazê-lo em uma panela sem tampa de vedação. Esses conhecimentos são familiares ao senso comum. Qualquer pessoa, pode ter ouvido referência a respeito deles e tem condições para conferi-los. Inclusive a grande maioria das pessoas poderá explicar as causas de seu acontecimento (FEYNMAN; LEIGHTON, 2005).

“O carro derrapa porque o chão está liso”. “A temperatura e a pressão no interior da panela de pressão são maiores do que fora, por isso o alimento cozinha mais rápido”. Essas podem ser consideradas explicações de senso comum. Se as mesmas questões fossem propostas a um físico, provavelmente as respostas seriam mais ricas de detalhes (NUSSENZVEIG, 2002, p.69-70).

De acordo com a Física, em pistas molhadas os pneus do veículo, quando passam sobre uma camada de água, perdem temporariamente a sua interação com o asfalto. Os pneus são formados por riscos chamados de “sulcos”, são eles que garantem maior interação de contato entre o pneu e o asfalto. Quando o pneu passa sobre uma camada de água, esses sulcos ficam preenchidos com água, o que reduz o seu contato com o asfalto, por consequência, diminui o atrito dinâmico entre as superfícies antes em contato. Esse fenômeno é chamado de aquaplanagem e representa um dos principais responsáveis pelas derrapagens (FEYNMAN; LEIGHTON, 2005, p.47).

Em curvas, a aquaplanagem pode ser ainda mais comprometedor. O veículo apenas consegue realizar curvas, porque há uma componente da força de atrito dinâmico (chamada de força centrípeta) nos pneus do veículo, apontada para o centro da trajetória curvilínea, que garante a realização da curva. Todavia, quando o fenômeno de aquaplanagem se faz presente, impondo a diminuição do atrito dinâmico entre os pneus e o asfalto, segundo a mecânica newtoniana, o veículo tende a manter seu estado inercial de linha reta, ou seja, tende a sair pela tangente e derrapa (FEYNMAN; LEIGHTON, 2005, p.48).

Como visto, há mais detalhes nas explicações do físico do que nas respostas de senso comum. As pessoas, geralmente, elaboram seus porquês tomando por referência os próprios conhecimentos comuns (FRANCELIN, 2004). O cientista busca por explicações mais profundas e que correspondam a uma determinada teoria científica. Embora as explicações

sejam distintas, a divergência entre o senso comum e o conhecimento científico não está nos objetos ou fatos estudados, mas sim, na forma de conhecer ou justificar o conhecimento.

A linha que assinala a diferença conceitual entre o cientista e o não cientista é o processo de obtenção, de explicação e comunicação de conhecimento. Não obstante essa fronteira não seja precisa e existam muitas perspectivas distintas entre os filósofos da ciência – na sequência faremos resumidamente este detalhamento –, há um certo consenso de certas características típicas da atividade científica. Apenas a título de citação, de acordo como Chalmers (2017, p.123), podemos afirmar que o conhecimento científico:

- (i) tem um caráter de criticidade, procurando bases sólidas, explicações claras e exatas;
- (ii) pode ser submetido a uma sequência de análises, testes e controles que possam garantir por informações e conclusões coerentes e justificadas;
- (iii) tem uma organização sistemática, os conhecimentos são organizados e estão relacionados de maneira ordenada;
- (iv) faz previsões com base em certos princípios ou leis;
- (v) tem a característica de ser geral, ou seja, é o produto de conjuntos ou classes de fatos ou situações;
- (vi) tem por normativa insubstituível o método científico, o qual, para obtê-lo deve-se direcionar a atividade e a inteligência em concordância a determinados rigores de pesquisa, certos padrões de ordem etc.

Os filósofos da ciência, buscando então compreender como a ciência diferencia-se de outras formas de conhecimento, organiza-se, evolui e transforma-se no decorrer do tempo, propõem diferentes modelos explicativos. Uma definição clássica de “ciência” e que aponta para uma dessas perspectivas filosóficas, pode ser encontrada consultando o *Oxford English Dictionary*:

[...] refere-se ao conhecimento sobre a estrutura e comportamento do mundo físico e natural, baseado em fatos que se pode provar, por exemplo, através de experimentos (OXFORD UNIVERSITY PRESS, 2020, tradução própria).

Essa definição reflete uma imagem da ciência associada ao método do falseamento. A falseabilidade das proposições é uma necessidade proposta por Karl Popper⁵ e expressa o

⁵ Sir Karl Raimund Popper foi um filósofo e sociólogo austríaco e britânico. Um dos filósofos mais influentes da ciência do século XX. Popper é mais conhecido por seu trabalho na filosofia da ciência, bem como na filosofia social e política, na qual criticou o conceito clássico do método científico. Popper argumentou que o conhecimento científico era racional, não por causa da justificação, mas porque fomos capazes de examiná-lo

conteúdo empírico de um enunciado. A falseabilidade é a capacidade de uma proposição ser submetida a testes, os quais revelariam através da experiência a veracidade de um enunciado. Assim, segundo a perspectiva popperiana, as proposições de observação têm sua aceitabilidade científica, ou seja, a sua respeitabilidade e credibilidade, recaídas sobre essa mesma capacidade de sobreviver a testes.

Encaro, pois, a comparação entre o conteúdo empírico de dois enunciados como equivalendo à comparação entre seus graus de falseabilidade. Isso dá lugar à regra metodológica de que se deve preferir as teorias capazes de serem submetidas a provas mais rigorosas [...], o que equivale a adotar uma regra pela qual se dá preferência a teorias que encerram o mais alto conteúdo empírico possível (POPPER, 2003, p. 106).

O conteúdo empírico de um enunciado, aquele que sobreviveu a teste e pôde ser observado, que é, portanto, falseável (que é passível de ser testado, ou seja, que tem a propriedade de ser empírico e que pode, porventura, ser provado falso) e verdadeiro, constitui uma proposição de observação científica. Essa visão, entretanto, possui uma crítica fundamental: proposições de observação pressupõe teoria e, dessa forma, falsificações conclusivas devem ser descartadas pela falta de uma base observacional perfeitamente segura (CHALMERS, 2017, p.190-195).

O fato de a proposição pressupor teoria contesta a posição falsificacionista. Vejamos um exemplo. Uma mãe, desesperada, ao avistar o carrinho do bebê sendo levado pelo vento em direção ao precipício, faz a seguinte proposição: “Cuidado! O bebê vai cair do penhasco!”. Tal afirmação simples requer as noções da existência da força gravitacional, da interferência do vento no carrinho, da interação das rodas do carrinho com o solo, da noção de que o ser humano, ao cair de uma altura muito grande, se machuca etc. Portanto, nenhuma proposição pode ser feita sem antes requerer algum tipo de teoria. Dessa forma, não é possível testar de modo impessoal, sem a presença de um sujeito e, principalmente, sem pressupor teoria (CHALMERS, 2017, p.200). Nos deparamos, assim, com a pretensão falsificacionista desbancada, com a seguinte questão: como definir o que é *científico*?

Especificamente, não há uma categoria geral, “a ciência”, e nenhum conceito de verdade à altura da tarefa de caracterizar a ciência como uma busca da verdade. [...] Meu próprio ponto de vista é de que não existe um conceito universal e atemporal de ciência ou do método científico (CHALMERS, 2017, p. 211-214).

Muitos autores criticaram as afirmações de Popper e propuseram novas formas de investigar o cerne da ciência. Chalmers (2017), que faz uma brilhante análise da história da

criticamente. Em seu trabalho “Lógica da Pesquisa Científica”, Popper apontou que o conhecimento científico não aparece por causa do surgimento de novas justificativas, mas por causa das críticas às hipóteses propostas para solucionar novos problemas.

filosofia da ciência em seu livro *O que é ciência afinal?*, crítica e traz argumentos contra todas elas, finalizando sua linha de pensamento com a extração acima. Afinal, não contamos com recursos filosóficos suficientes para definir ciência. Uma definição por demais restrita, como a citada de Oxford (2020), que traz a visão de ciência através de uma perspectiva popperiana, além de cair em algumas armadilhas argumentativas e filosóficas, acaba excluindo o método das ciências humanas.

Outra perspectiva que busca igualmente compreender a ciência e seu processo de desenvolvimento foi proposta por Thomas Kuhn⁶. Embora faça por vieses distintos, algumas vezes aproximando e outras polemizando as concepções popperianas, Kuhn considera aspectos socioculturais e a própria historicidade da ciência enquanto estruturas. Ao considerar a história da ciência em suas análises, Kuhn inaugura a nova filosofia da ciência, na qual a ciência enquanto construção humana é considerada. Tal percepção é chamada de *relativista*: considera que não há pressupostos filosóficos que justifiquem uma teoria como melhor que outra, e que não há um critério universal que possa ser dado como definidor do que é científico (CHALMERS, 2017, p.230).

A constituição relativista de Kuhn entende a ciência como paradigmática⁷. Ou seja, busca-se resolver problemas de acordo com as determinações teóricas e técnicas que regem um determinado paradigma. Assim, tais problemas seriam resultado do ambiente social, econômico e cultural no qual estão inseridos e a especialização seria um fruto natural proveniente do período paradigmático. Especialização, esta, que traz inúmeros avanços nas áreas científicas, mas que, de forma singular, isola cada paradigma disciplinar em sua própria área de atuação (KUHN, 1977).

Assim a ciência, segundo Kuhn (1977), desenvolve-se interruptamente através de “revoluções científicas” (eventos periódicos que ocorrem em determinados momentos e em circunstâncias específicas com o surgimento de um novo paradigma) e não a partir de um conjunto acumulativo de conhecimentos científicos quando perspectivada amplamente. Partindo de um estudo histórico da ciência, Kuhn propõe que a ciência não deve ser percebida

⁶ O físico, filósofo e historiador da ciência norte-americano Thomas Samuel Kuhn (1922–1996) ganhou fama graças ao seu livro “A Estrutura das Revoluções Científicas”, no qual delineou seu conceito de filosofia da ciência. Kuhn apresentou a história da ciência como uma *mudança* periódica de *paradigma*. Em sua teoria, esse termo é usado em dois sentidos: em primeiro lugar, significa um conjunto de crenças, valores, meios técnicos característicos de uma determinada comunidade e, em segundo lugar, indica resolver quebra-cabeças que podem substituir regras explícitas como base para resolver problemas não resolvidos.

⁷ O paradigma científico é um modelo de atividade científica aceito incondicionalmente pela comunidade científica.

como gradualmente desenvolvendo e acumulando conhecimento na direção da verdade, mas como um fenômeno que atravessa revoluções periódicas, chamadas de “*mudanças de paradigma*”. Quando um paradigma se mostra insuficiente para resolver problemas que antes resolvia, surge então a necessidade de uma nova base teórica, de um conjunto de regras e princípios fundamentados, os quais consigam agora solucionar essas novas anomalias, os novos problemas, dando lugar a um novo paradigma explicativo (VILLANI, 2001).

A incomensurabilidade⁸ descrita por Kuhn afeta a visão dos cientistas entre paradigmas concorrentes ou diferentes: por estarem inseridos em meios socioculturais distintos, suas visões de mundo são categoricamente diferentes. Dessa forma, um conceito dado dentro de um determinado paradigma não equivale a nenhum outro em um paradigma diferente. Sendo o conhecimento cada vez mais abstrato e esotérico com a especialização dentro de um paradigma (KUHN, 2017).

Quando conceitos provenientes de paradigmas distintos entram em contato, há distorção e saltos interpretatórios a fim de relacioná-los. No entanto, esse relacionamento nasce da percepção da necessidade de interpretar o mundo sob diversas abordagens, uma vez que a visão paradigmática é restrita e muitas vezes exclusiva. Neste bojo, nasce e justifica-se a interdisciplinaridade, pois admite-se a necessidade da diversidade de enfoques ao se analisar questões do cotidiano e a tradução de conceitos de diferentes paradigmas (FOUREZ, 1995, p.45).

Com a interdisciplinaridade há duas formas de se compreender os fenômenos do mundo: de forma restrita através da ciência do falseamento cada vez mais específica, ou através da combinação e da multiplicidade de enfoques. Partindo-se do pressuposto objetivista de que não há como alcançar uma realidade universal, a interdisciplinaridade atua como uma forma de estabelecer diferentes perspectivas baseadas na comunicação e assim, promover diferentes representações da realidade (FOUREZ, 1995, p.53).

A tecnologia, cada vez mais presente, principalmente a partir do século XX, é uma forma de se compreender a interdisciplinaridade. Para Jantsch (1995), a tecnologia só é possível através da cooperação entre cientistas e tecnólogos, ou seja, a partir da combinação de formas de se interpretar a realidade. Diversos produtos tecnológicos foram inventados sem antes

⁸ Descreve os obstáculos à comunicação entre defensores de paradigmas rivais que resultam das diferenças perceptivas, metodológicas e semânticas entre paradigmas. Em suma, a tese da incomensurabilidade lança dúvidas sobre a racionalidade da escolha da teoria científica, bem como o caráter progressivo da mudança da teoria científica.

compreender-se seus princípios científicos, como por exemplo a máquina a vapor, a eletricidade, o magnetismo, entre outros. Dessa forma, a interdisciplinaridade se relaciona à produção de conhecimento aplicável ao cotidiano, com função social, pois é útil e aplicável (BOURDIEU, 1998, p.101-105).

Neste contexto, diferenciam-se as categorias científicas presentes na linguagem, a saber: *ciências fundamentais*, *ciências aplicadas* e *tecnologias*. As ciências fundamentais são aquelas que se dão dentro do próprio paradigma, de forma que não se preocupam com as aplicações possíveis do conhecimento. Buscando resolver os problemas paradigmáticos, são especializadas e se encontram em espaço privilegiado em relação aos assuntos econômicos e sociais. As ciências aplicadas são o trabalho científico destinado a uma aplicação social. Proveniente do contexto externo, buscam promover as tecnologias que serão úteis ao cotidiano, que solucionarão problemas típicos encontrados na sociedade. Assim, a tecnologia é a aplicação operacional concreta em um dado contexto social (FOUREZ, 1995, p.105).

Tendo em vista o exposto, sendo a ciência e as tecnologias de alguma forma inseridas em contextos sociais, elas respeitam os argumentos da conceituação estrutural defendida por Thompson (2009, p.225-240) e podem ser consideradas uma forma de cultura:

1. *Fenômenos culturais devem ser entendidos como formas simbólicas em contextos estruturados.* As ciências e tecnologias, como apresentadas, através da perspectiva kuhniana, são todas estruturadas e representam formas simbólicas de uma sociedade.
2. *Formas simbólicas são expressões de um sujeito para outro sujeito (ou sujeitos).* As ciências e tecnologias são expressões da comunidade científica para a própria comunidade científica e para a sociedade.
3. *A produção de formas simbólicas envolve regras.* Sendo as ciências e tecnologias fontes de um método próprio, estas envolvem regras e são produzidas através de um sistema de validação.
4. *As formas simbólicas estão inseridas em processos sócio históricos.* As ciências e tecnologias não são isentas das mudanças temporais e são frutos de seu contexto histórico. Kuhn demonstra isso ao classificá-las como paradigmáticas, se forma que as técnicas e teorias envolvidas na produção do conhecimento são sociais e históricas e sujeitas a mudanças.

As ciências e tecnologias, portanto, formam um composto cultural de acordo com as concepções apresentadas. Neste bojo, analisaremos a seguir o que se chama *cultura científica* e suas implicações para os meios sociais.

2. CULTURA CIENTÍFICA

Uma vez que é paradigmático, o conhecimento científico pode ser considerado fechado hermeticamente, esotérico. Neste sentido, Levy-Leblond (2006) o assume como distante do cotidiano cultural, percebendo-o como autônomo, de forma que o autor defende a inexistência de uma cultura científica. Tendo a ciência se distanciado da cultura por sua evolução, que a conduziu em uma direção mais racional e menos subjetiva do que aquela seguida pela cultura. Para Ben-David (1974, p.11), esse distanciamento é um fruto direto da institucionalização da atividade científica, ocorrida a partir da segunda metade do século XVII.

Ben-David (1974, p.70) aponta ainda três fatores responsáveis pela institucionalização científica: a aceitação social da ciência, o valor agregado ao método científico e a concatenação de normas sociais às normas científicas; permitindo aos cientistas assumir uma posição única no viés social, que influi severamente em sua percepção do mundo ao seu redor, da sociedade e da própria ciência. Pode-se, portanto, da leitura da obra de Ben-David (1974), afirmar que a aceitação, de forma dogmática dos dados e resultados científicos pela sociedade; a rigorosa plêiade de normas que se aplica aos processos de pesquisa científica, a fim de que esses tenham a exigida precisão e a aceitação plena de várias das normas e conceitos existentes no código cultura científico pelo código cultural geral, deram, no seio da sociedade, *status quo* único ao cientista, que permite que esse construa uma visão sobre os fenômenos do mundo ao seu redor, das estruturas sociais e da própria ciência orientada à visão minimalista e rigorosa exigida pela prática científica, que é diversa do olhar manifesto pelo “homem comum”.

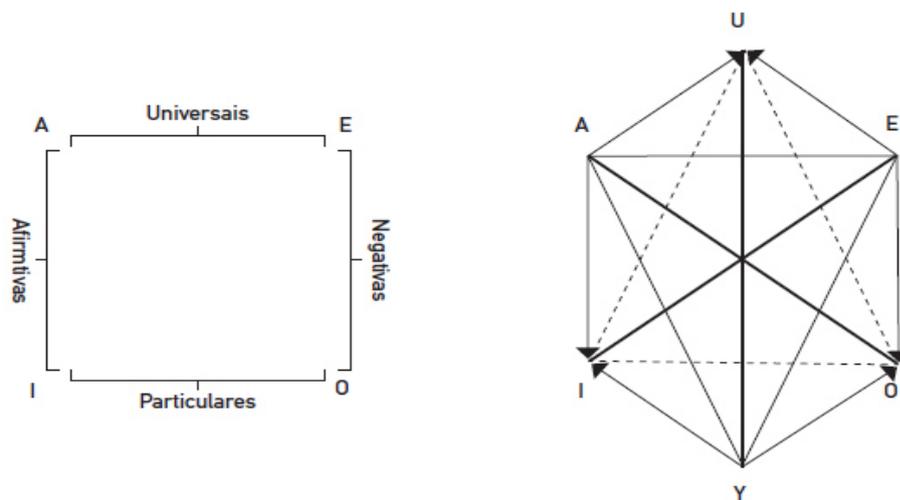
Assim, depreende-se, da análise da perspectiva de Levy-Leblond (2006), que a institucionalização levou não propriamente a uma desculturalização real da ciência, mas a imersão desta em conceitos próprios, cercando-se de sua própria cultura e levando ao questionamento sobre como se constrói a cultura científica.

Neste sentido, buscamos uma possível resposta ao que é denominado cultura científica. A cultura científica demonstra a relação entre homem e natureza como sendo constantemente moldada pelos construtos tecnológicos e científicos, de forma que o modo como agimos e nos comportamos é afetado pelas “invenções”, “descobertas”, conhecimentos, saberes e todo o conteúdo proveniente das ciências que culmina em sua aplicação cotidiana. Compreende-se, portanto, a crítica de Levy-Leblond (2006), no qual as ciências puras podem

ser consideradas herméticas, porém isso não evidencia um total disparate entre a cultura cotidiana e as ciências aplicadas e as tecnologias.

Para demonstrar isso, Vogt e Morales (2016) utilizam em seu trabalho, como forma de descrição da construção da cultura científica os triângulos de oposição binária, propostos por Lévi-Strauss (1964), para a compreensão de fenômenos socioculturais. O modelo de Lévi-Strauss (1964) foi baseado nos trabalhos de Aristóteles e de Apuleio, sendo também fortemente influenciado pelos estudos sobre lógica binária do filósofo Robert Blanché (2012). Blanché, influenciado pela cultura indiana, propôs o hexágono lógico, em oposição ao quadrado de Apuleio, que também é uma representação gráfica de binários opostos, ambos apresentados na figura 2.1.

Figura 2.1 – Representação do Quadrado de Apuleio e do Hexágono de Blanché.



Fonte: Adaptado de VOGT, 2006.

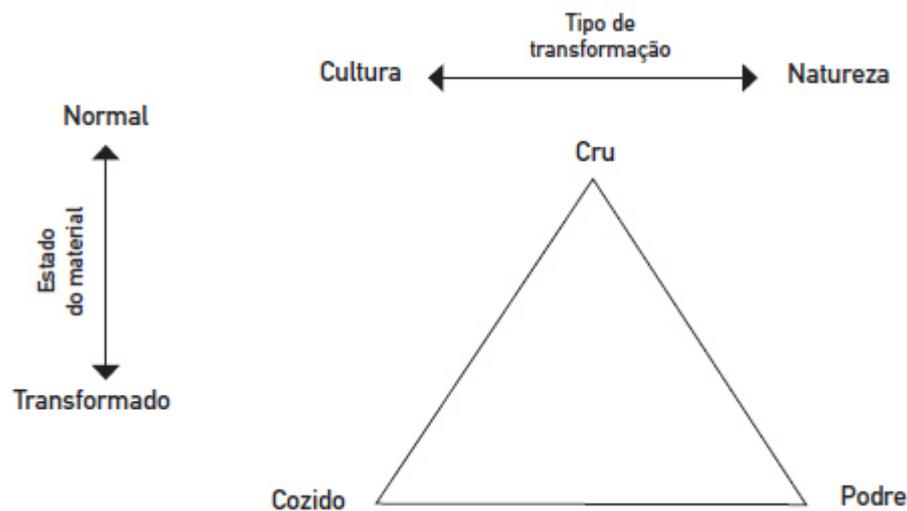
No quadrado de Apuleio são apresentadas quatro proposições que se opõem nas duas metades do eixo vertical pela qualidade, e nas duas metades do eixo horizontal pela generalidade. Assim, se considerarmos para o vértice “A” a proposição *Toda atividade científica está inserida na cultura*, teremos para o vértice “E” que *Nenhuma atividade científica está inserida na cultura* ou *Toda atividade científica não está inserida na cultura*. Para o vértice “I” que *Alguma atividade científica está inserida na cultura*, e, para o vértice “O”, que *Alguma atividade científica não está inserida na cultura* (VOGT, 2006).

Blanché (2012, p.50) complementa o quadrado de Apuleio, introduzindo o vértice “U” (todos ou nenhum) ao lado “universais” e o vértice “Y” (alguns sim, alguns não) ao lado “particulares”. Dessa forma, forma-se o hexágono lógico que, a partir das proposições citadas,

temos para o vértice “Y” que alguma atividade científica está inserida na cultura e alguma atividade científica não está inserida na cultura. A proposição do vértice “U” torna-se um sistema ternário de oposições: frio/ameno/quente, amor/indiferença/ódio.

Partindo do estudo desses modelos, Lévi-Strauss compôs o seu triângulo de binários opostos, que é útil no estudo de fenômenos sociológicos e antropológicos humanos, como a cultura e suas ramificações. Lévi-Strauss, em alusão as transformações sofridas pela comida durante o ato de cozinhar, denominou seu triângulo, muito propriamente, de triângulo culinário, sendo esse, apresentado na figura 2.2. (VOGT e MORALES, 2016).

Figura 2.2 – Triângulo Culinário



Fonte: Adaptado de VOGT, 2006.

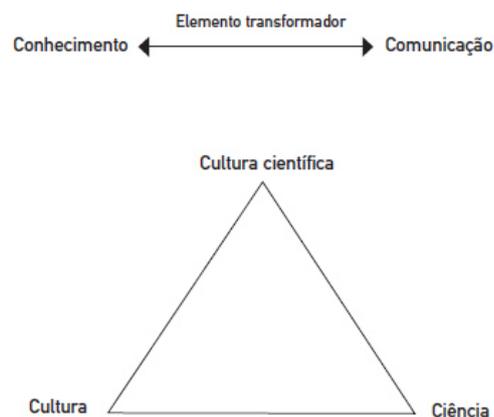
Para compreendermos o triângulo culinário, é necessário definir como eixo vertical o estado do material, enquanto o eixo horizontal refere-se ao tipo de transformação. Assim, um dos vértices, o material “cru”, ao passar por um processo de transformação mediado pela cultura, se torna “cozido”. O mesmo material, ao passar por um processo mediado pela natureza, se torna “podre”. Cabe aqui a menção que “podre”, na ótica de Lévi-Strauss (1964), não reflete o alimento em estado de decomposição, mas sim, a transformação da matéria, associando a decomposição ao retorno do alimento a natureza, como parte dos ciclos naturais dos elementos. Da mesma forma, o “cozido” representa a modificação antrópica sofrida pelo alimento, expressando que a constituição cultural se dá através de processos sócio-cognitivos típicos dos grupos humanos (GEERTZ, 2008, p. 70).

Assim, associando os conceitos de ciência e cultura, aqui descritos, ao triângulo de Lévi-Strauss, pode-se dizer que a cultura científica é formada por uma relação de opostos

(VOGT e MORALES, 2016). Hartmann (2012, p.30) vai além ao afirmar que, considerando o fato de que a ciência e a tecnologia alteram constantemente a sociedade e, portanto, sua cultura, a afirmação de Leblond (2006), torna-se falsa, portanto, ficando claro haver um ponto de interseção entre a cultura e a ciência, ao qual se pode denominar de cultura científica.

Vogt e Morales (2016) afirmam que a cultura científica não é nem cultura e nem ciência, embora agregue elementos de ambas, criando um ponto de equilíbrio entre essas, podendo ser definido como o reflexo da ciência sobre a sociedade. No triângulo concebido por Vogt e Morales (2016), mediante as análises Lévi-Strauss para estes elementos, a cultura encontra-se na linha originada nos vértices opostos Cultura e Ciência, conforme mostra a figura 2.3.

Figura 2.3 – Triângulo da Cultura Científica



Fonte: Adaptado de VOGT e MORALES, 2016.

Adotando parcialmente a lógica de Lévi-Strauss (1964), Vogt e Morales (2016) posicionam a cultura científica no topo do triângulo, como forma de demonstrar que essa é não a concatenação de ciência e cultura, mas a interseção dessas, portando elementos comuns a ambas, aplicados de forma única. Dessa perspectiva, pode-se concluir que o elemento cultura científica é um produto tanto da ciência quanto da cultura, sendo diferente de ambos, assim como o cru é diferente do podre e do cozido. Neste sentido, os elementos transformadores do conhecimento científico são comunicativos, o que faz da ciência, transformada através do discurso cultural, da cultura científica.

Tendo em vista o exposto, e para efeitos desta tese, propomos uma definição para cultura científica: *é o conjunto de conhecimentos através dos quais os indivíduos de uma determinada sociedade podem assimilar, entender e avaliar de forma interdisciplinar os*

recursos sociais provenientes das ciências e tecnologias, assim como avaliar e debater a sua posição no meio socioeconômico e cultural.

Vogt e Morales (2016) apontam que, nem sempre, aqueles cujos não possuem conhecimento científico conseguem perceber essa interseção, a qual une cultura e ciência (e seus reflexos sobre a sociedade), fazendo com que os aspectos culturais da ciência ou os aspectos científicos da cultura sejam imperceptíveis aos leigos, reduzindo a transmissão do conhecimento científico apenas aquelas que praticam a ciência.

A mitigação desse conhecimento vem da sua disseminação em livros e revistas científicas. Contudo, como aponta Bachelard (1996), a integração do conhecimento científico aos leigos na sociedade contemporânea, não tem sido adequada, uma vez que a grande especialização da ciência, iniciada com os avanços do início do século XIX tornou a ciência cada vez mais complexa, e de difícil assimilação aos não especialistas.

A esse respeito, Leblond (2006) defende que o acesso ao conhecimento científico não deveria ficar restrito às transmissões desse entre especialistas, mas sim, ser amplamente disseminado, permitindo um maior dimensionamento da cultura científica, permitindo aos leigos a compreensão da influência da ciência e da tecnologia na construção dos aspectos socioculturais da sociedade de seu tempo, bem como, dos reflexos históricos dessa influência.

Especificamente no Brasil, a percepção da cultura científica e a assimilação de seu capital são, criticamente, limitadas. Na sociedade brasileira, é comum a discussão de assuntos como futebol, religião, notícias policiais e, até mesmo, política. Contudo, quando é aventado algum assunto relacionado à ciência e tecnologia, há raras exceções que manifestam algum conhecimento sobre a temática (VOGT; MORALES, 2016).

Apesar de viver em um mundo cercado de inovações tecnocientíficas, como portas que se abrem sozinhas, *smartphones*, internet, televisão por satélite, GPS, computadores, robôs em diversas tarefas industriais e de serviços, a grande maioria da população não compreende o desenvolvimento das pesquisas e tecnologias por trás desses itens. Mais crítico é o desconhecimento do poder transformador da cultura científica, pois a maior parte da sociedade desconhece o desenvolvimento das pesquisas, que ocorrem em laboratórios acadêmicos e corporações, dando origem aos aparatos científicos e tecnológicos cotidianamente empregados.

Por outro lado, tais avanços produzem impactos no meio ambiente, que afetam e podem, a longo prazo, tornar o planeta incapaz de abrigar qualquer forma viva, sendo necessária a aquisição de conhecimento para que se possa evitar esse quadro e mitigar seu estado atual.

Pois tal conhecimento também é um dos inúmeros frutos da árvore da ciência, sendo a sua disseminação e seus efeitos práticos sobre a sociedade, expressões práticas da cultura científica. Não sendo, portanto, os indivíduos capazes de contestar tais tecnologias ou pesquisas, tornando-se alheias dos impactos negativos que possam delas decorrem.

Tudo isso envolve desenvolvimento de pesquisa e serve, a rigor, como prova da existência da cultura científica de forma que, embora nem todos sejam cientistas ou se interessem pela ciência, todos possuem influência das ciências e tecnologias em suas vidas diárias. Como menciona Castells e Cardoso (2005), essa necessidade antrópica do uso cotidiano da tecnologia e de seus efeitos, leva à compreensão de que a cultura científica é um elemento da cultura geral humana.

A cultura científica, através dessa síntese, reflete os objetivos da divulgação científica que, pelas implicações sociais que promove, compõe parte integrante fundamental da cultura científica e da produção de conhecimentos. Compreender que as ciências e tecnologias impregnam o nosso cotidiano e administrar esse conhecimento de forma ética é dever cidadão.

É fato que o acesso a tecnologias é desigual e se relaciona ao que Bourdieu (1998, p.185) chama de capital cultural, que é o que propicia o acesso não apenas às ciências e tecnologias, mas a elementos econômicos e sociais. Dessa forma, faz parte do capital cultural pessoal do indivíduo o acesso e a apreciação da arte, literatura, música e, também, da ciência. Os produtos simbólicos aos quais uma pessoa tem acesso determinam sua bagagem cultural e de que forma esse indivíduo está inserido na sociedade.

A cultura científica pode agir levando o conhecimento hermético ao público e desconstruindo eventuais disparidades entre capitais culturais de diferentes grupos da população. Dessa forma, a comunicação e a divulgação científica são partes fundamentais componentes da cultura científica. Transformar o conhecimento em comunicação é o que faz da cultura científica, cultura, pois, uma das essências de sua definição e ser reflexiva sobre si própria (VOGT, 2003).

Deste modo, a relação íntima entre a comunicação e a cultura científica se faz nítida, uma vez que promove o diálogo e o debate e desperta o divulgar ciência. Indivíduos não precisam ser necessariamente cultos cientificamente para estarem inseridos em uma cultura científica, no entanto um dos princípios dessa cultura é promover a educação científica.

2.1 – O papel da divulgação na cultura científica

Muitos brasileiros ainda têm pouco conhecimento acerca das ciências e tecnologias. O fato de que se utilizam todos os dias na vida cotidiana produtos científicos e tecnológicos, como um caixa eletrônico, um radar de velocidade, um *smartphone* ou *laptop*, entre inúmeros outros exemplos, não significa que a compreensão do funcionamento e das consequências socioambientais desses produtos está presente na população brasileira. Isso não se aplica apenas ao público leigo, pois muito do público especializado ainda não tem dimensão do contexto social no qual se insere as ciências e tecnologias por eles produzidas (VOGT, 2003).

Para efeitos práticos, faz-se necessário a esta tese, primeiramente, definir o que se compreende por divulgação científica. A esse respeito, Albagli (1996, p. 397) esclarece que:

[...] popularização da ciência ou divulgação científica (termo mais frequentemente utilizado na literatura) pode ser definida como "o uso de processos e recursos técnicos para a comunicação da informação científica e tecnológica ao público em geral". Nesse sentido, divulgação supõe a tradução de uma linguagem especializada para uma leiga, visando a atingir um público mais amplo (ALBAGLI, 1996, p. 397).

Nessa direção, a divulgação científica pode se consolidar mediante a formação de discurso apropriado e, geralmente, seus textos são baseados nos textos jornalísticos. A linguagem desses textos tende a se aproximar da linguagem cotidiana, apoiando-se em metáforas e analogias para tornar a interpretação mais clara e acessível. A transformação de um texto científico, variante do texto argumentativo, para um texto de divulgação está nos quesitos *estrutura* e *entidades*. A estrutura, ou seja, a linguagem a ser utilizada é modificada de uma especializada para uma acessível, e as entidades ou conceitos presentes no texto científico são rompidos e, dessa forma, nele convivem o discurso científico e jornalístico (MARANDINO, 2002).

A concepção de divulgação científica é essencialmente a dissecação do conteúdo científico para uma linguagem simplificada e acessível, que pode e deve atingir o público leigo. Neste sentido, diferencia-se da comunicação científica, que é fundamentalmente o discurso científico transmitido de público especializado para público especializado.

Divulgação científica é um conceito mais restrito do que difusão científica e um conceito mais amplo do que comunicação científica. Difusão científica refere-se a todo e qualquer processo usado para a comunicação da informação científica e tecnológica. Ou seja, a difusão científica pode ser orientada tanto para especialistas (neste caso, é sinônimo de disseminação científica), quanto para o público leigo em geral (aqui tem o mesmo significado de divulgação). Já comunicação da ciência e tecnologia significa comunicação de informação científica e tecnológica, transcrita em códigos especializados, para um público seletivo formado de especialistas (ALBAGLI, 1996, p. 398)

A constituição do público diz muito sobre qual modalidade de comunicação está se estabelecendo. Neste particular, Bueno (2010) esclarece a respeito das definições de público leigo e público especializado, tomando por divisa o próprio processo de veiculação, sendo o primeiro alvo da divulgação científico e, o segundo, alvo da comunicação científica.

O público difere, fundamentalmente, nos processos de comunicação e de divulgação científica. No primeiro caso, está identificado com os especialistas, ou seja, pessoas que, por sua formação específica, estão familiarizadas com os temas, os conceitos e o próprio processo de produção em ciência e tecnologia (C&T). No segundo caso – divulgação científica – ele é, prioritariamente, um não iniciado, quer dizer, não tem, obrigatoriamente, formação técnico-científica que lhe permita, sem maior esforço, decodificar um jargão técnico ou compreender conceitos que respaldam o processo singular de circulação de informações especializadas (BUENO, 2010, p. 135).

Há intrínseca relação entre a divulgação científica e a cultura científica, de forma que, para atingir o público em geral, o discurso monossêmico do ensino de ciências deve se transformar em discurso polissêmico, que abrange a divulgação. Vogt (2016) exprime essa concepção na espiral da cultura científica (Figura 2.4), que relaciona os saberes exotéricos e esotéricos: o primeiro, destinado ao público leigo, o segundo, destinado ao público especializado.

Figura 2.4 - Espiral da cultura científica



Fonte: Adaptado de VOGT, 2003.

Sendo uma metáfora congregando os eventos presentes na cultura científica, a espiral demonstra, em seu início, a produção do conhecimento científico. Nesta etapa a espiral tange a comunicação científica, na qual os cientistas se apropriam de conhecimentos produzidos pelos próprios cientistas. Sendo esotérico e polissêmico, não atinge o público leigo ou a sociedade como um todo.

Em segundo, tem-se a utilização desse discurso esotérico em forma monossêmica, com a formação de cientistas, com o ensino de ciências voltado a público especializado. Nesta etapa, tem-se a apropriação do discurso científico por membros da sociedade, no entanto de modo ainda restrito.

A terceira etapa de eventos da cultura científica se caracteriza pelo ensino de ciências nas escolas, museus, centros de ciências e outras instituições, que engloba as práticas não formais de ensino. Passa a ser um discurso esotérico, destinado ao público em geral, porém ainda monossêmico.

A quarta etapa da espiral da cultura científica engloba, por fim, a divulgação científica. É nesta etapa que ocorre a democratização do conhecimento, de forma que este é polissêmico e exotérico, atingindo a sociedade como um todo, seja público leigo ou especializado.

A democratização do conhecimento é parte fundamental da divulgação científica e, portanto, é uma das evidentes funções de uma plena cultura científica. Significa formar indivíduos cientificamente cultos, capazes de debater os efeitos da ciência na sociedade e se apropriar do debate crítico que estes assuntos geram. A principal função da divulgação científica, além de levar os conceitos científicos ao público leigo, é promover o diálogo ciência-sociedade.

Para Fourez (1995, p.201), a divulgação científica deve ocorrer como uma intervenção que confere certo poder às pessoas, como forma de agir e se comportar. Neste sentido, a divulgação científica é uma das formas em que se concretiza a luta pelo poder.

Discutidas por Foucault (1972) em *Arqueologia do Saber*, as relações entre o saber e o poder são dadas de maneira que não existe um poder em si, mas relações de poder entre contextos sociais diferenciados. Desta forma, o compartilhar o saber é necessariamente compartilhar o poder. Questiona Roquepolo (1974, p. 13) há quase cinco décadas uma relação que se mantém até os dias de hoje: “o arranjo de forças sócio-políticas da divisão do saber não

seria exatamente a razão profunda dele não ser partilhado? De fato: será que se deseja, verdadeiramente, dividir o saber?” (CALDAS, 2010).

Neste sentido, a divulgação científica toma, segundo Albagli (1996, p.205), três objetivos principais: *educacional*, no qual se transmite a informação científica ao público leigo em caráter prático, como forma de promover a ampliação da compreensão de conceitos. Com o objetivo de esclarecer aos indivíduos conceitos já cientificamente estudados, pode despertar o interesse e a curiosidade pela ciência. A autora menciona que este objetivo pode confundir-se com educação científica, conceito este que será discutido no próximo capítulo.

Já o objetivo *cívico* tem a intenção de desenvolver uma opinião pública informada sobre as ciências e tecnologias, a fim de promover o debate enquanto sociedade em um de seus pilares. Oferece a apropriação crítica dos fenômenos sociais que envolvem as ciências e tecnologias e aborda a tomada de decisões relativa ao assunto. Neste sentido, busca desenvolver as habilidades da compreensão social, econômica, ambiental e cultural envolvidas.

Por último, o objetivo de *mobilização popular* pode ser considerado na divulgação científica. Envolve a ampliação da participação da sociedade em políticas públicas e na opção de tecnologias, como, por exemplo, na escolha entre alternativas energéticas. Trata-se de transmitir informação científica que instrumentalize os atores a intervir melhor no processo decisório.

Tendo em vista os objetivos da divulgação científica propostos, fica claro que *democratizar* o conhecimento é parte relevante de *divulgar* o conhecimento. Para tanto, mais do que atingir a população que Foucault chamaria de *norma*, é importante torna-se apropriada do conhecimento científico a que ele chamaria de *diferença*.

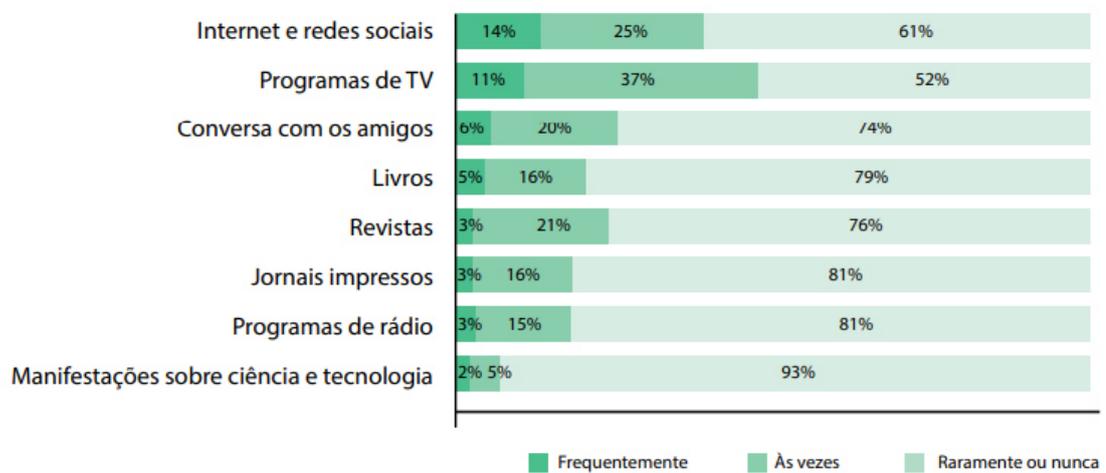
A normatividade é composta por discurso tácito, não imposta pela força, mas pela coerção que as políticas, culturas, economias e sociedades impõem sobre os indivíduos. No âmbito da ciência, a norma é caracterizada pelo público especializado, que detém a apropriação do conhecimento através da sua produção e disseminação. Já a diferença é aquela composta, como o nome diz, pelo que se *diferencia* da norma, compondo, ainda no que diz respeito à ciência, o público leigo.

Dessa forma, levar o conhecimento científica ao público através da divulgação científica é característica de empoderamento, de apropriação pela diferença do que é típico da norma. Tal diferença pode ser definida pelos indivíduos que tiveram acesso restrito ao conteúdo

científico, o público periférico, ou aqueles que possuem dificuldades no acesso à informação científica.

A *Pesquisa Pública de Ciências e Tecnologias no Brasil*, realizada em 2019 pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, que é administrado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, revela o contato do brasileiro com ações de divulgação científica (Figura 2.5), analisado por meio de entrevista.

Figura 2.5 - Percentual dos entrevistados segundo a frequência declarada de consumo de informação sobre ciência e tecnologia, por meios de divulgação, 2019.

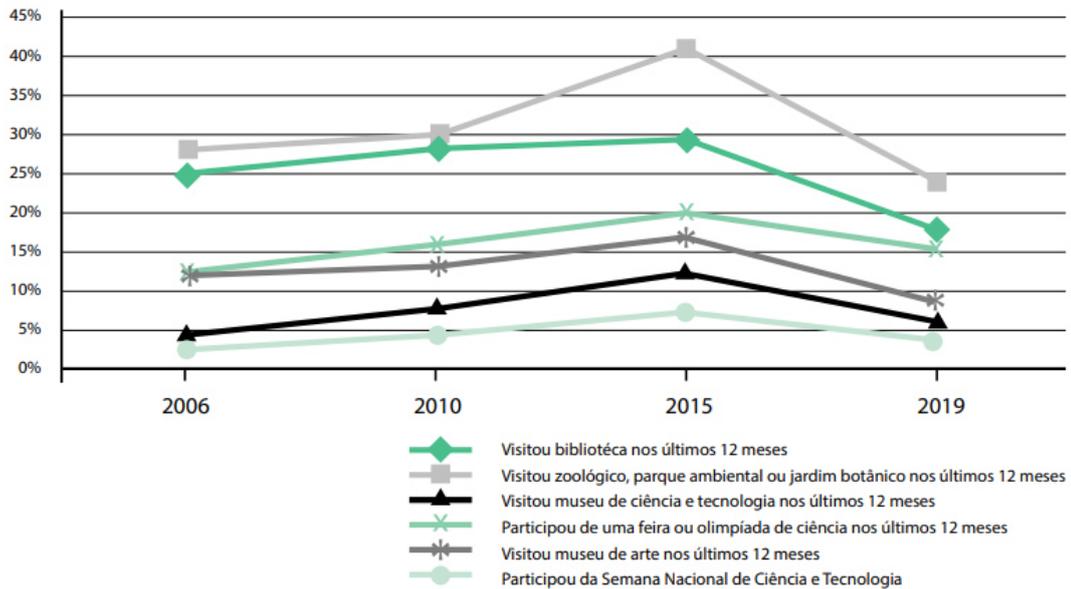


Fonte: Adaptado de CGEE, 2019.

Observa-se que a maioria dos brasileiros raramente ou nunca obtém contato com ações de divulgação científica. Neste sentido, ficam evidentes algumas das causas do desconhecimento da população brasileira para com assuntos científicos, e o *déficit* contido dentro da percepção do público em relação aos assuntos tecnológicos. Essas lacunas na formação de uma população cientificamente culta influencia o papel da sociedade enquanto participativa nos processos de decisões.

Além da pouca participação da sociedade brasileira em ações de divulgação científica, a *Pesquisa Pública de Ciências e Tecnologias no Brasil* revela que a maioria destas ações e instituições científicas estão concentradas no Sul e no Sudeste. A pesquisa demonstra, também, que o interesse pelas ciências e tecnologias veio crescendo ao longo dos anos, porém com uma bruta queda no ano de 2019 (Figura 2.6).

Figura 2.6 - Percentual dos entrevistados segundo a declaração de visitação a espaços de difusão científico-cultural e participação em eventos de ciência e tecnologia, em 2006, 2010, 2015 e 2019.



Fonte: Adaptado de CGEE, 2019.

A participação do brasileiro em atividades de divulgação científica tem perspectiva otimista, uma vez que 66% dos entrevistados declararam que os investimentos em ciência deveriam ser aumentados. Neste sentido, políticas públicas a respeito da educação científica e da divulgação científica são expectativas da população.

As funções da divulgação científica, como exposto, são intimamente ligadas a formação de uma cultura científica, na qual não apenas a utilização das ciências e tecnologias faz jus ao seu fortalecimento, mas também se faz necessária a participação social generalizada em assuntos político-culturais ligados à ciência. Neste sentido, a educação científica cumpre um dos requisitos à ampliação da cultura científica.

3. A EDUCAÇÃO FORMAL, NÃO-FORMAL E INFORMAL

A generalização da escolarização trouxe consigo o reconhecimento social dos processos educativos não escolares, enquanto prática pedagógica. A atividade formativa da escola e seus respectivos desdobramentos educativos, embora se fundamentem e justifiquem em sua matriz curricular, não passam de um momento do processo educacional dos indivíduos e comunidades, em partes, são insuficientes para compreender a complexidade do processo educativo como um todo, sobretudo por desconsiderar outras variáveis e intervenções não escolares que igualmente concorrem para auxiliar a melhoria da educação escolar (TRILLA, 2008, p.17). Além disso, o estudo desses processos educacionais, que ocorrem fora da escola, pode até contribuir para melhorar sua ação.

A esse respeito, concordamos com Dewey (1956, p.200) quando afirma que, extrapolamos na real valorização do processo educativo escolar, em comparação com o que é adquirido no curso da vida comum. Devemos, todavia, corrigir esse exagero, não desconsiderando a relevância da instrução escolar, mas examinando essa extensa e mais eficiente educação fornecida pelo curso normal dos eventos, para iluminar os melhores procedimentos de ensino dentro das paredes da escola.

Para além da aprendizagem formalmente organizada nas escolas e universidades e da aquisição não formal de conhecimentos, competências e capacidades em cursos, tendo em conta as mudanças estruturais tanto na economia como na tecnologia, campos de aprendizagem que até há pouco tempo não eram suficientemente vistos, estão entrando em foco: a aprendizagem no local de trabalho, nos movimentos sociais, no campo das novas mídias, no setor do lazer, está chamando cada vez mais à atenção. Esta tendência é reforçada pela dificuldade de captar a diversidade crescente de disciplinas de aprendizagem no contexto de uma sociedade do conhecimento. A aprendizagem na vida quotidiana (como no local de trabalho, no contexto de aplicações multimídia ou na Internet, na comunicação familiar, na aprendizagem informal em museus e centros de ciências, ou com livros e outros materiais de aprendizagem) está agora também a encontrar o seu caminho para os debates sobre políticas educativas.

Muitos mecanismos educacionais coexistem com a instrução escolar, procurar compreender o papel destas inúmeras outras formas de aprendizagem não formais, que concorrem para ampliação do repertório cultural das pessoas, é elemento fundamental. Nesse

sentido, as atividades educativas não se limitam exclusivamente a escolas e universidades, outras práticas extracurriculares participam ativamente desta dinâmica direta ou indiretamente. Num escopo geral, estas práticas educativas, atualmente podem ser caracterizadas em educação formal, educação não formal e educação informal, segundo critérios de espaço, público e intencionalidade (HARTMANN, 2012, p.55).

A seguir, buscamos fazer um inventário do conceito de "educação não formal" (vinculada à aprendizagem não formal e conceitos relacionados). Dito de outra forma, temos o interesse de investigar a história do termo, traçando não apenas suas origens, mas igualmente alguns dos momentos decisivos em que seus significados mudaram de maneira significativa; as designações e os efeitos disciplinares desses discursos; e a associação de significados particulares a grupos específicos de interesse.

3.1 – A proposta não-formal de educação

Para o primeiro uso do termo "educação não formal", temos que voltar à década de 1950. Naquela época, o termo era usado pela primeira vez em publicações sobre educação. No entanto, não houve consenso sobre o significado do novo conceito. Por exemplo, não ficou claro se o prefixo "não formal" significava educação como sistema ou processos educacionais. Em outras palavras, não era certo se o adjetivo "não formal" deveria traçar uma linha entre os sistemas educacionais ou melhor, entre os diferentes tipos de educação oferecidos.

Na década de 1960, o uso do termo "educação não formal" realmente acelerou. Ao mesmo tempo, o debate se intensificou sobre suas interpretações possíveis e precisas. O termo apareceu com frequência em textos sobre educação em países em desenvolvimento. Um dos livros mais influentes no debate foi *World Educational Crisis*, de Philip Coombs (1968). Esse livro contém um capítulo com o título "Educação não formal: acompanhar, acompanhar e seguir em frente". O termo educação não formal foi usado principalmente nesse livro e em outras publicações para indicar a necessidade de novas formas de educação fora dos muros da escola.

Com esta publicação popularizou-se o termo não-formal. Na época, houve uma ênfase especial na necessidade de desenvolver meios educacionais diferentes da escola convencional, já se reconhecia o valor de outras práticas não escolares e que diretamente concorriam às finalidades de ensino e de aprendizagem, mesmo não estando alinhadas aos característicos rigores da sistematização da instrução formal. Portanto, com a denominação,

pretendia-se designar a gama mais ampla e heterogênea dos processos educacionais não escolares ou localizados fora do sistema de educação regulamentada.

Esta crescente necessidade de desenvolver meios educacionais em contraste com a proposta escolar, de uma perspectiva sociológica, favoreceu a compreensão das forças motrizes por trás do uso do novo termo. Por exemplo, nos países em desenvolvimento, as possibilidades de educação não formal consistiram principalmente em fornecer serviços educacionais a pessoas que não puderam ou não receberam treinamento especializado suficiente. Portanto, não apenas os objetivos educacionais desempenharam o papel de destaque. Na estratégia destes países foi a 'educação não formal' a palavra fundamental para contrabalancear de alguma forma o atraso econômico e industrial - nas palavras de Coombs - "para alcançar" (LA BELLE, 1982).

Também nos países industrializados, considerações educacionais não tiveram a vantagem no surgimento dessa nova noção. O termo ganhou terreno principalmente com a observação de que a educação convencional ultrapassava seus limites financeiros e não podia atender às expectativas variadas em termos de vários problemas sociais. Isso levou à necessidade de maior integração e coordenação entre formas de educação institucionalizadas e não institucionalizadas (LA BELLE, 1982).

No entanto, o novo termo não era totalmente neutro. A nova noção de "educação não formal" refletia uma visão específica de educação e aprendizagem. Uma visão que não apenas empurrou a necessidade de *práxis* educacional para fora das escolas, mas também incorporou as queixas e descontentamentos sobre os sistemas educacionais existentes (COLLEY *et al.*, 2003).

Em termos conceituais, Coombs (1968) apresentava a noção de "educação não formal" como oposto a denominação de ensino formal, porque incluía práticas distintas daquelas reconhecidamente arraigadas aos espaços educativos formais. Embora o novo constructo estivesse considerando outras práticas educativas, não excluía destas atividades as finalidades educacionais e de aprendizagem, igualmente presentes nas propostas de ensino formal.

Estas práticas não-formais objetivavam criar, paralelamente à escola, outros meios e ambientes educacionais. Meios e ambientes que, é claro, não seriam necessariamente de ser considerados opostos ou alternativos à escola, mas como funcionalmente complementares a ela. E esses recursos são, em grande parte, precisamente aqueles que na época foram propostos para serem chamados de não-formais.

Outra questão importante, é que o uso dos termos educação não-formal e formal tem uma história de discussão bastante longa do ponto de vista das pesquisas acadêmicas. No centro desses debates, havia reivindicações conflitantes sobre a superioridade inerente a um ou outro. De um lado, a defesa de que a aprendizagem formal, quando efetivamente fornecida, teria vantagens claras, pois aprimoraria o aprendizado cotidiano supostamente mais primitivo e simples. Em detrimento dos significativos avanços das ciências e das artes de uma forma geral, atribuiu-se a este conhecimento racional e sistematizado à capacidade de perpetuar as novas gerações os respectivos progressos de seus antecessores. A sua natureza universalista e generalista, podendo muito bem ser usado ou aplicado em uma ampla gama de contextos e circunstâncias, reforçou ainda mais sua sobrepujança ao que não é formalizado. Todos esses apontamentos conferiram ao aprendizado formal nítido *status* de conhecimento diferenciado, único e privilegiado. Em consequência, a aprendizagem formal foi equiparada à educação nas escolas e universidades, a aprendizagem formal não institucional foi negligenciada ou descartada (BERNSTEIN, 1971, p.35-37).

Não é por acaso que o conceito cresceu fortemente nesse período - após a década de 1950 - porque a escola começou a tomar um lugar mais central na sociedade da época. Essa perspectiva histórica lança luz importante sobre a categorização do aprendizado. O "não formal" como categoria só pode emergir em oposição ao "formal" quando a educação formal em massa se tornar significativa. Isso ajuda a explicar o surgimento de "não formal" como uma categoria na literatura educacional em meados do século XX ".

Por outro lado, o trabalho de Cole e Scribner (1974), em momento inicial importante, contrabalanceou seus proponentes com o estabelecimento de uma visão contrária, a partir de perspectivas socioculturais ou situadas sobre a aprendizagem. O argumento central contrariou a maioria das reivindicações de superioridade da aprendizagem formal, afirmando em seu lugar a superioridade do informal. Assim, afirmam que, muitas coisas são aprendidas de maneira mais eficaz por meio de processos informais. O próprio aprendizado de idiomas pode claramente exemplificar tal fato. Não há dúvidas de que as vivências em culturas distintas, ao permitirem os exercícios da fala e da escrita pela prática da incursão, são muito mais proveitosas ao aprendizado, quando comparadas as maçantes sistematizações do processo escolar, seja por repetição de vocábulos desconexos com a realidade, pela operacionalização gramatical com exercícios cansativos etc. Com isso, colocou igualmente em cheque, a ineficácia dos extensos programas curriculares, com conteúdo descontextualizados da vida prática do indivíduo, aquém das suas reais necessidades formativas para o exercício da vida em

sociedade. Além disso, os pesquisadores alegaram que a aprendizagem formal não pode ser livre de contexto e, portanto, assume diferentes formas em diferentes tradições culturais. Assim, argumentou-se sobre a supremacia da aprendizagem informal em detrimento da formal.

Um dos problemas inerentes a todos esses debates é a implicação de que a educação formal e não formal são significativamente distintas uma da outra, que elas têm o caráter de paradigmas diferentes, cada um com sua própria lógica inerente, fundamentos teóricos e modos de prática. No entanto, nos detalhes de muitos dos pesquisadores de ambos os lados, fica claro que poucos ou nenhum deles subscreve totalmente essa visão.

Com o avanço da pesquisa, tempo depois, Coombs e colaboradores (1978), percebendo que não era muito eficiente para uma única expressão (não formal) designar a área de educação não escolar excessivamente ampla e diversificada, e cercada de muitos debates, reformulam os constructos e dão lugar à distinção entre educação formal, não-formal e informal. A proposta não formal, isoladamente, poderia ser entendida então como um rótulo conveniente que cobriria uma desconcertante quantidade de atividades educacionais organizadas fora do sistema formal de ensino, que têm a intenção de servir as necessidades de aprendizagem identificáveis de subgrupos de uma dada população. Atualmente, a partir de diferentes contribuições, há a caracterização destas três práticas pedagógicas: formal, informal e não-formal (TRILLA, 2008, p.50-65).

No entanto, antes de avançar de maneira mais completa, precisamos dar um passo atrás e explorar as maneiras pelas quais foram traçadas as fronteiras entre a educação formal, informal e não formal. A seguir, analisamos algumas literaturas que explicitamente se propuseram a diferenciar entre educação formal, informal e não formal. Para ilustrar a variedade de abordagens para esse objetivo, apresentamos resumos de algumas dessas propostas. Ao escolher esses e não outros, não estamos sugerindo que eles sejam inerentemente melhores ou mais importantes. Mas, juntos, ilustram importantes pontos de vista em torno dessa questão e apontam para a importância do contexto em influenciar a forma da classificação.

3.2 – As conceituações de educação formal, não-formal e informal

3.2.1 – O Thesaurus Brasileiro de Educação

Organizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) é uma plataforma de processamento de informações de termos que descrevem conceitos e relações conceituais no tema da Educação, estruturados a partir de uma análise documental feita pelo Centro de Informação e Biblioteca em Educação - CIBEC (BRASIL, 2020).

De acordo com esta plataforma de conceitos, a educação formal pode ser definida como um sistema educacional sistematizado e estruturado numa sequência de séries contínuas e progressivas, oferecida por instituições formais, públicas ou particulares, como faculdades, universidades, escolas e demais instituições. O objetivo da educação formal é propiciar o desenvolvimento de conhecimentos gerais e capacidades básicas, facultando um processo formativo escolar e profissional.

O **ensino formal** assegura uma sequência regular de períodos letivos, com currículo definido e oferece a obtenção de certificados e títulos. Sua estrutura organiza-se em Educação Infantil, Educação Básica e Educação Superior, alinhado com as normas e diretrizes do governo federal (BRASIL, 2019). A Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), propondo, entre outros, a Base Nacional Curricular na educação formal, o ensino público e gratuito e o dever da prática escolar como vinculada ao mundo do trabalho e à prática social (BRASIL, 1996).

O *Thesaurus Brasileiro de Educação* conceitua a **educação não formal** como práticas de aprendizagem com objetivos bem definidos que são desenvolvidas fora ou dentro da instituição educacional. As atividades desenvolvidas com vistas à aprendizagem não se circunscrevem a um sequenciamento gradual dos processos educacionais e não levam à obtenção de títulos, todavia podem conceder certificados atestando o conhecimento adquirido. Via de regra, ocorrem durante um período predeterminado e contínuo de tempo, e permitem a participação de diferentes faixas etárias.

A educação não formal, no âmbito nacional, pode atender às finalidades da alfabetização de adultos, educação básica para crianças fora da escola, formação de valores nos indivíduos, competências para o mercado de trabalho e cultura em geral. Não segue as regulamentações educativas federativas ou estaduais, dispõem de completa autonomia para

deliberar as finalidades educacionais. De forma geral, são instituições sociais, governamentais e não-governamentais, as preceptoras das práticas desta modalidade de ensino (BRASIL, 2019).

Por último, o *Thesaurus Brasileiro de Educação* define como **educação informal** aquela que se realiza fora dos contextos formal e não-formal, sendo resultado de um processo mais amplo e complexo, que se estabelece continuamente nos processos educativos pelos quais passa o indivíduo durante toda sua vida, seja na construção dos valores, atitudes, conhecimentos e habilidades do cotidiano. Também é composta por influências do meio, tais como a mídia e espaços de lazer, cultura e sociabilidade (BRASIL, 2019). É um processo educativo assistemático, permanente e não organizado, que consiste em todas as oportunidades educativas ao longo da vida (GOHN, 2005, p.81).

É possível identificar, portanto, que as definições dadas pelo *Thesaurus Brasileiro de Educação* levam em consideração os critérios de espaço, público e intencionalidade. O Quadro 3.1 sintetiza as características consideradas para cada tipo de ensino.

Quadro 3.1 – Critérios e suas características para a educação formal, não formal e informal segundo o *Thesaurus Brasileiro de Educação*.

Critérios	Educação Formal	Educação Não Formal	Educação Informal
Espaço	Instituições formais de ensino: escolas, faculdades, universidades, entre outros.	Instituições formais ou não formais, governamentais ou não governamentais: escolas, faculdades, universidades, museus, praças, centros de ciência etc.	Não institucionalizada, podendo ocorrer livremente em quaisquer espaços.
Público	Faixa etária dos 3 aos 25 anos, geralmente. Vai da Educação Infantil à Educação Superior.	Público geral, de qualquer idade, gênero ou classe social.	Aplicável a todas as pessoas.
Intencionalidade	Intencional.	Pode ou não ser intencional.	Não intencional.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A intencionalidade, como interpretada pelo *Thesaurus Brasileiro de Educação*, leva em consideração o ponto de vista da instituição. Neste contexto, são consideradas intencionais as práticas de aprendizagem que se desenrolam em circunstâncias que foram anteriormente planejadas com objetivo educativo. O critério da intencionalidade, para Santos e Téran (2013), vai além do ponto de vista da instituição. Os autores descrevem um compilado de definições internacionais para ensino não formal, que consideram a intencionalidade do ponto de vista do aluno e do professor. Assim, podemos considerar o ensino não formal e o ensino formal intencionais sob uma outra ótica não institucional.

O ensino não formal, por sua vez, segundo os pesquisadores, pode ou não ser intencional (assim como no *Thesaurus Brasileiro de Educação*), porém, quando o é, se dá pelo ponto de vista do aluno. Neste sentido, carrega consigo a busca pelo aprendizado de pessoas que visitam espaços não formais, como museus, praças, zoológicos, centros de ciências e outros.

Já o ensino informal, para os autores, é não intencional, também se assemelhando ao *Thesaurus Brasileiro de Educação*. No entanto, para o último, a não intencionalidade nasce da ausência de espaço institucionalizado. Na perspectiva de Santos e Téran (2013), a não intencionalidade do ensino não formal reside sob a ótica do aluno: este, em situações do cotidiano, não se identifica com situações de aprendizagem, de forma que todo o conhecimento adquirido por meio da interface informal é, por isso, não intencional.

Para eles, o ensino formal é intencional tanto para o professor quanto para o aluno, segundo as definições de educação formal da Comunidade Europeia. Sendo em espaço institucionalizado e planejado para tal, os atores nessa categoria de educação têm ciência da função educativa a qual estão submetidos.

3.2.2 – A Comunidade Europeia (2001)

Internacionalmente, a Comunidade Europeia (2001) sobre aprendizagem ao longo da vida, define a educação formal como intencional para o professor e para o estudante; a não formal como intencional apenas ao estudante; e a informal como não intencional. A União Europeia desenvolveu políticas para a aprendizagem ao longo da vida, que se concentram fortemente na necessidade de identificar, avaliar e certificar a aprendizagem informal, particularmente no local de trabalho (Bjornavold, 2001). A seguir, podemos observar a categorização proposta pela União Europeia no que se refere às terminologias.

Aprendizagem formal: aprendizagem tipicamente fornecida por uma instituição de ensino ou treinamento, estruturada (em termos de objetivos de aprendizagem, tempo de aprendizagem ou apoio à aprendizagem) e levando à certificação. A aprendizagem formal é intencional da perspectiva do aluno.

Aprendizagem não formal: aprendizagem que não é fornecida por uma instituição de ensino ou treinamento e normalmente não leva à certificação. É, no entanto, estruturado (em termos de objetivos de aprendizagem, tempo de aprendizagem ou apoio à aprendizagem). A aprendizagem não formal é intencional da perspectiva do aluno.

Aprendizagem informal: aprendizagem resultante de atividades da vida cotidiana relacionadas ao trabalho, família ou lazer. Não é estruturado (em termos de objetivos de aprendizagem, tempo de aprendizagem ou apoio à aprendizagem) e, normalmente, não leva à certificação. A aprendizagem informal pode ser intencional, mas na maioria dos casos não é intencional (ou "incidental" / aleatória).

Existem estreitas relações entre esse modelo e o de *Thesaurus Brasileiro de Educação*. Embora alguns detalhes sejam diferentes, ambos veem o aprendizado formal, não formal e informal de maneiras semelhantes. A UE adiciona a intencionalidade do aluno à sua classificação, demonstrando a existência de outras perspectivas de análise para as formações de aprendizagem.

É necessário esclarecer que, dentro da estrutura estabelecida pelo Conselho da Europa, a educação não formal abrange praticamente toda a educação que visa um objetivo exato, mas livremente escolhido, que leva em consideração o contexto social, enquanto a principal atividade da educação não formal não é a escola ou a educação profissional. Com base na expansão de seu conteúdo específico, a educação não formal abrange quase todas as atividades que não visam à obtenção de um diploma ou certificado de conclusão reconhecido que ocorram fora do contexto institucionalizado planejado pela escola ou pelo treinamento profissional.

3.2.3 – A Conceituação de Ainsworth e Eaton (2010)

Investiga as possíveis ligações entre as aprendizagens formais, não-formais e informais em ciências e as diferenças entre elas. Tem como campo de investigação a educação científica do Canadá e dos Estados Unidos. As autoras propõem as noções de aprendizagem com algumas diferenças quando comparadas as apresentadas pelo *Thesaurus Brasileiro de Educação, sobretudo, no que se refere* aos critérios de discriminação entre as práticas pedagógicas. O Quadro 3.2 apresenta as definições de ensino formal, não formal e informal para as autoras.

Quadro 3.2 – Definições de educação formal, não formal e informal para Ainsworth e Eaton (2010).

Educação	Definição
Formal	Intencional, organizada e estruturada. As oportunidades de aprendizagem formais são geralmente arranjadas por instituições. Frequentemente é guiada por um currículo ou outro tipo de programa formal.
Não formal	Pode ou não ser arranjada por instituição, mas é geralmente organizada de alguma maneira, mesmo que meramente. Não há créditos formais garantidos.
Informal	Nunca é organizada. Em vez de ser guiada por um currículo, é frequentemente experiencial e espontânea.

Fonte: Adaptado de AINSWORTH & EATON, 2010.

Os autores pontuam que a educação não formal, embora não se limite a uma estruturação característica da educação formal, pode ser organizada objetivando um processo de ensino e de aprendizagem. É o que ocorre, por exemplo, nos centros de ciências. Há uma proposta de apresentação dos experimentos e um sequenciamento na organização que podem trazer ao visitante, além da ludicidade e da motivação, ressignificação de conceitos científicos. Diferentemente, a educação informal não pressupõe a intencionalidade da ação pedagógica, entretanto, as possibilidades de assimilação são múltiplas e dependem de um maior

protagonismo dos envolvidos no processo interativo para ocasionar ou não uma assimilação do que se discute.

3.2.4 – A Proposta de Livingstone (2001)

Enquanto o trabalho da Ainsworth e Eaton está firmemente localizado na educação científica, e o da UE em um contexto de política de aprendizagem ao longo da vida, Livingstone parte das pesquisas sobre educação de adultos e educação continuada. Ele analisa uma vasta gama de literatura desse contexto, grande parte norte-americana. Como resultado, ele produz uma classificação dos tipos de aprendizado que diferem em detalhes significativos dos outros dois.

A educação formal ocorre quando um professor tem autoridade para determinar que as pessoas designadas como requerendo conhecimento aprendam efetivamente um currículo retirado de um corpo de conhecimentos pré-estabelecido, a forma de aprendizado é a educação formalizada, seja na forma de sistemas escolares modernos burocráticos ou com classificação etária ou anciãos iniciando jovens em corpos tradicionais de conhecimento.

A educação não formal, se estabelece quando os alunos optam por adquirir mais conhecimento ou habilidade estudando voluntariamente com um professor que auxilia seus interesses específicos usando um currículo organizado, como é o caso em muitos cursos e oficinas de educação de adultos, a forma de aprendizagem é a educação não formal.

A educação informal dá-se quando professores ou tutores assumem a responsabilidade de instruir outras pessoas sem referência constante a um corpo de conhecimento intencionalmente organizado em situações de aprendizagem mais incidentais e espontâneas, como orientá-las na aquisição de habilidades profissionais ou em atividades de desenvolvimento comunitário, a forma de aprendizado é a educação informal ou o treinamento informal.

A aprendizagem informal ou coletiva, refere-se a todas as outras formas de aprendizagens intencionais ou tácitas, nas quais nos envolvemos individual ou coletivamente, sem depender diretamente de um professor ou de um currículo organizado externamente.

Esta classificação proposta por Livingstone traz uma característica particularmente interessante. Não apenas é baseada em uma gama de literatura muito mais ampla do que qualquer uma das outras apresentadas aqui, mas também possui um critério organizador diferente - a relação entre professor / tutor e aluno. Diferentemente das anteriores já

consideradas, todas as formas de aprendizado são vistas como intencionais e, como a UE, mas diferentemente do Ainsworth e Eaton, presume-se que todo aprendizado seja individual, e não social. Portanto, a linha de fronteira entre formal e não formal torna-se o aprendiz comprometido ou não com a aprendizagem voluntariamente, como na tradição da educação de adultos de programas negociados de aprendizagem. Implicitamente, esta segunda categoria parece ser a base para Livingstone. Os outros são definidos de acordo com as maneiras pelas quais eles se desviam disso.

3.2.5 – O estado da arte de Marques e Freitas (2017)

Em seu trabalho *Fatores de caracterização da educação não formal: uma revisão da literatura*, compilam mais de vinte estudos nacionais e internacionais que visam definir ou conceituar as educações formal, não formal e informal. Diferentemente das propostas anteriormente apresentadas, os pesquisadores, ao invés de conceituar os constructos em discussão mediante análise da literatura, partem das dimensões de (A) processos, (B) conteúdo e (C) propósito, que de certa forma, são consensuais nas pesquisas, para então, procurar compreender os conceitos a partir destas diferentes perspectivas.

A - Processos

Esta dimensão incorpora as características da aprendizagem, ou seja, os elementos relacionados aos seus aspectos processuais. Engloba a interação entre os atores da aprendizagem: a relação professor-aluno (1), as avaliações (2), a aprendizagem coletiva ou individual (3) e o conteúdo (4). Destacamos resumidamente os seguintes critérios:

1. Relação professor-aluno

No **ensino formal**, a relação professor-aluno é hierarquizada e traz consigo duas características marcantes: o professor como figura guia do processo de aprendizagem, assumindo papel central na prática pedagógica; e, como consequência da primeira, há uma separação claramente demarcada entre o papel do professor e do aluno. Pode ser uma relação repressiva, uma vez que o professor é a figura de autoridade. Já no ensino informal, na maioria dos casos, não há professor envolvido. O aluno ou aprendiz é central no desenvolvimento da aprendizagem e é ele próprio quem conduz o seu percurso (MARQUES; FREITAS, 2017).

No **ensino não formal**, pode ou não haver a presença de um professor. No entanto, a relação professor-aluno é menos rígida e evita hierarquias e formalidades, pois o aluno é o ator central no processo de aprendizagem (MARQUES; FREITAS, 2017). Neste contexto,

Gohn (2009) destaca a importância da formação como educador social dos professores de modo a dinamizar o processo de aprendizagem, promovendo o diálogo tematizado, que é o eixo dirigente do processo formativo nas práticas pedagógicas não formais. O trabalho do educador social, embora dinâmico, não é espontâneo e livre, segue uma proposta metodológica com alguns fundamentos.

Resumidamente, este “processo formativo” como educador social estrutura-se em três etapas distintas, segundo uma perspectiva freiriana: (i) diagnóstico dos problemas e necessidades; (ii) elaboração preliminar da proposta de trabalho, através do desenvolvimento e complementação da participação de um grupo ou comunidade de um dado território; (iii) implementação da proposta. Assim, seu trabalho leva em consideração não apenas a participação de subgrupos de uma dada população, mas a identificação das necessidades sociais de tais grupos, interessando-se em, por exemplo, questões de gênero, nacionalidade, divisão do trabalho, religiosidade, idade, entre outras tantas (GOHN, 2009).

O papel do professor, portanto, na **educação não formal**, é de facilitador do diálogo e promotor de comunicação, sempre através da sensibilidade e compreensão de questões que concernem a grupos específicos. Nesta categoria de ensino, a discussão política, social, cultural e científica é intrínseca à atuação do professor.

2. Avaliação

Na categoria **educação formal** é típica a presença de processos avaliativos. Medindo o sucesso da aprendizagem, geralmente são feitos por uma variável estatística latente denominada proficiência. Esta representa o conhecimento de um indivíduo em determinada área e torna o sistema formal de ensino intrinsecamente competitivo. Atividades avaliativas não são exclusivas do aluno, de forma que professores e gestores estão também submetidos a esses processos. Em contraste, na **educação informal**, os autores são categóricos: não há avaliação.

Na **educação não formal**, geralmente, não há avaliação e, quando há, não é com a finalidade de obtenção de créditos como na educação formal. Eshach (2006, p.220) destaca a atividade em museus e centros de ciência como compatível com a ideia de múltiplas inteligências. Enquanto na educação formal o método avaliativo é igual para todos, na não formal este pode ser apropriado a cada indivíduo, respeitando as particularidades intrínsecas de cada um. Neste contexto, respeitaria a existência das diversas inteligências, a saber:

- **Inteligência Linguística:** envolve a sensibilidade para com a língua falada e escrita, a habilidade da retórica e da expressão poética, assim como o uso da linguagem para a

resolução de conflitos. Nos centros de ciências, visitantes com essas habilidades podem se identificar como explicadores, expondo de maneira compreensível a outros os processos identificados.

- **Inteligência Intrapessoal:** envolve a capacidade de compreensão e empatia para com o outro e consigo mesmo. Na situação em que um professor pergunta aos seus alunos como eles se sentiram visitando um centro de ciências, um indivíduo com esse tipo de inteligência pode ter observações muito pertinentes a fazer. A significância disso é que a educação não formal pode contribuir muito para pessoas com esse tipo de inteligência, pois denota uma ampla gama de possibilidades para que estas mostrem suas habilidades.
- **Inteligência Musical:** envolve a habilidade de compor e apreciar padrões musicais, englobando a capacidade de estabelecer performances. A educação não formal também pode estabelecer uma comunicação entre o portador da inteligência musical e as outras pessoas, de forma que é uma porta de entrada a muitas oportunidades.

Em síntese, a **educação não formal** promove oportunidades de aprendizagem diferenciadas e, por sua vez, quando possui processos avaliativos, pode os desempenhar de acordo com essas oportunidades. Permitindo a diversas inteligências demonstrarem suas habilidades ou capacidades, não é um sistema fechado e inquebrável.

3. Aprendizagem coletiva ou individual

Bizerra e Marandino (2014) destacam a constituição dual da aprendizagem: mental e social. A primeira diz respeito ao desenvolvimento das capacidades mentais, como a memória e ao processamento de informações, de modo que o indivíduo passa a saber algo que antes não sabia, algo este que pode ou não se expressar no comportamento. A segunda tange um outro espectro, em uma perspectiva sociocultural, a elaboração conversacional é enriquecida, e o desenvolvimento dos processos simbólicos que atuam na bagagem cultural individual é afetado pelo contato social.

Tendo isso em vista, **na educação formal** o processo de aprendizado é tipicamente individual, assim como os processos de avaliação. A **educação informal**, por sua vez, pode ser individual quando lemos um livro, navegamos na internet ou assistimos à televisão. Também, contudo, pode ser coletiva. No seio da família, da comunidade, do trabalho ou de quaisquer outros grupos que frequentamos há aprendizagem informal. Neste sentido, depende fortemente das relações sociais.

A **educação não formal** abre-se como um leque e permite possibilidades educativas desde as mais individualizadas à coletiva. Neste escopo, Gohn (2006) percebe a necessidade da educação não formal para o alcance de algumas metas na aprendizagem coletiva:

- a. Aprendizado quanto às diferenças, aprendendo-se a conviver com os demais, de forma a se socializar o respeito mútuo;
- b. Adaptação do grupo a diferentes realidades culturais, assim como de um indivíduo a outro, trabalhando o que a autora chama de “estranhamento”;
- c. Construção da identidade coletiva de grupos;
- d. Delimitação de condutas aceitáveis dentro de um escopo de regras éticas.

A aprendizagem coletiva no **ensino não formal** é essencial ao desenvolvimento de capacidades sociais e oferece oportunidades de aprendizagem que nem sempre estão presentes no ensino formal. Neste âmbito, a educação não formal apresenta ofertas singulares ao aprendiz em sua prática pedagógica.

B. Conteúdo

Esta dimensão é caracterizada pela natureza do conhecimento, por sua elaboração e transmissão.

i. Natureza e tipos de conhecimentos

A natureza do conhecimento na **educação formal** é explícita, enfatiza o aspecto generalizável e valores, critérios e padrões universais. Com pouca aplicação imediata, é não contextual e transmitido em uma lógica cumulativa e de aumento de complexidade. Na **educação informal**, por sua vez, o conhecimento é tácito, majoritariamente empírico, mesclado a ações mundanas (MARTIN, 2004).

Já na **educação não formal**, o conhecimento envolve, principalmente, a percepção. Mais prática, a aprendizagem é influenciada pela memória, consciência e emoção e, neste sentido, tem mais chances de ter componentes motores e não apenas mentais. Acrescenta-se que tem muito mais possibilidades de interdisciplinaridade e contextualização.

C. Propósito

Relaciona os objetivos de aprendizagem em sentido amplo, assim como as diferentes abordagens educativas.

1. Objetivos de aprendizagem

Por meio de parâmetros curriculares e diretrizes educacionais, os objetivos da **educação formal** são bem definidos e evoluem desde o ensino e a aprendizagem de conteúdos historicamente sistematizados e regidos por lei, que visam desenvolver as capacidades mentais do aluno e sua habilidade como cidadão ativo, até o ensino a fim de promover o *status quo*. Tendo em vista que na **educação informal** não há objetivos de aprendizagem (uma vez que esta é difusa e imanente), os objetivos **da educação não formal** caem por entre ambos e são amplamente variados.

A **educação não formal** se destaca, segundo Gohn (2009), como um processo de aprendizagem que tem por objetivo a formação coletiva e cidadã. A autora cita os seguintes itens finais da educação não formal:

- i. A aprendizagem política dos direitos dos indivíduos enquanto cidadãos;
- ii. A capacitação dos indivíduos para o trabalho, por meio da aprendizagem de habilidades e/ou desenvolvimento de potencialidades;
- iii. A aprendizagem e exercício de práticas que capacitam os indivíduos a se organizarem com objetivos comunitários, voltadas para a solução de problemas coletivos cotidianos;
- iv. A aprendizagem de conteúdos que possibilitem aos indivíduos fazerem uma leitura do mundo do ponto de vista da compreensão do que se passa ao seu redor;
- v. A educação desenvolvida na mídia e pela mídia, em especial a eletrônica etc.

Estes seriam processos de autoaprendizado à aprendizagem coletiva, adquiridos a partir de experiências definidas por ações organizadas segundo eixos temáticos, tais como questões étnico-raciais, gênero, geracionais e de idade etc. (GOHN, 2009).

Para a autora, uma das grandes áreas da **formação não formal** é a formação para a cidadania. Neste contexto, destaca as seguintes demandas: a) Educação para justiça social; b) Educação para direitos (humanos, sociais, políticos, culturais etc.); c) Educação para liberdade; d) Educação para igualdade; e) Educação para democracia; f) Educação contra discriminação; g) Educação pelo exercício da cultura, e para a manifestação das diferenças culturais.

Uma vez que a **educação não formal** capacita os indivíduos a se tornarem cidadãos do mundo, o seu propósito é irromper aberturas de saberes sobre a realidade que circunda o aprendiz em suas relações sociais e coletivas.

Os objetivos não são dados *a priori*, eles se constroem no processo interativo, gerando um processo educativo. Um modo de educar surge como resultado do processo

voltado para os interesses e as necessidades que dele participa. A construção de relações sociais baseadas em princípios de igualdade e justiça social, quando presentes num dado grupo social, fortalece o exercício da cidadania. A transmissão de informação e formação política e sociocultural é uma meta na educação não formal. Ela prepara os cidadãos, educa o ser humano para a civilidade, em oposição à barbárie, ao egoísmo, individualismo etc. (GOHN, 2006, p. 24).

A educação não formal, portanto, tem em um dos seus cernes, como vivos, a aprendizagem coletiva. Seus objetivos podem ser destacados segundo Gohn (2006, p. 28-60):

- i. Consciência e organização de como agir em grupos coletivos;
- ii. A construção e reconstrução de concepção de mundo e sobre o mundo;
- iii. A contribuição para um sentimento de identidade com uma dada comunidade;
- iv. Forma o indivíduo para a vida e suas adversidades (e não apenas capacita-o para entrar no mercado de trabalho);
- v. Quando presente em programas com crianças ou jovens adolescentes a educação não formal resgata o sentimento de valorização de si próprio (o que a mídia e os manuais de autoajuda denominam, simplifadamente, como a autoestima); ou seja dá condições aos indivíduos para desenvolverem sentimentos de autovalorização, de rejeição dos preconceitos que lhes são dirigidos, o desejo de lutarem para de serem reconhecidos como iguais (enquanto seres humanos), dentro de suas diferenças (raciais, étnicas, religiosas, culturais etc.);
- vi. Os indivíduos adquirem conhecimento de sua própria prática, os indivíduos aprendem a ler e interpretar o mundo que os cerca.

Tendo em vista as expostas articulações entre as educações formal, não formal e informal, seguimos para as possíveis relações entre o ensino formal e não formal. Uma vez que nosso objeto de estudo se concentra nos centros de ciências e, portanto, prestamos particular atenção à educação não formal que ocorre nestes espaços, é interessante compreender as conexões que podem ocorrer entre o meio escolar formal e o meio museológico não formal.

3.3 – Aproximações e distanciamentos entre a educação formal e não-formal

A finalidade da educação como o desenvolvimento da cidadania e da qualificação para o trabalho reflete nas práticas de aprendizagem que se desenvolvem na escola e em outros espaços. No que tange as ciências e tecnologias, é essencial que o aluno compreenda os processos, conceitos e fenômenos através de uma abordagem ampla e interdisciplinar (HARTMANN, 2012, p.61).

A sinergia entre as práticas educativas é uma meta a ser alcançada para fins educativos orgânico-holísticos. Uma complexa combinação de práticas educacionais, como propõe Trilla (2008), tem em sua base relações que se complementam a fazer do ensino uma prática integradora. O autor descreve as seguintes relações funcionais existentes entre o ensino formal e não formal:

1. Complementariedade: uma vez que o ensino é teleológico, diversas práticas de aprendizagem podem atingir o mesmo objetivo através do desenvolvimento de habilidades diferentes, seja a afetividade, a sociabilidade, a intelectualidade. Há práticas conectadas ao âmbito do trabalho, mas que não podem ser compreendidas isoladamente das que estão relacionadas ao âmbito pessoal.
2. Suplência: objetivos que são próprios do sistema formal do ensino muitas vezes não são obtidos de maneira satisfatória. Nesse contexto, outras práticas de aprendizagem como o ensino não formal podem completar essas lacunas e servir como suplentes ou substitutos para o desenvolvimento das habilidades educativas com insuficiência no seu desenvolvimento.
3. Substituição: em locais onde há *déficit* educacional o ensino não formal pode atuar como substituto do sistema formal que não alcança os objetivos propostos. Esses podem ser a educação básica para crianças fora da escola, a alfabetização de adultos, ou programas educativos de inclusão cultural para populações periféricas.
4. Reforço ou colaboração: alguns métodos educativos não formais e informais servem, entre outros, a complementar práticas de ensino formais. As atividades desenvolvidas em museus, bibliotecas, fundações culturais e em diversas instituições podem administrar elementos da educação formal como a educação ambiental e a educação para o trabalho.

5. Interferência ou contradição: a realidade do universo educativo é heterogênea, de modo que nem todas as práticas educativas servem ao mesmo propósito. A apresentação de valores em conflito e interesses que se contrapõem, ocorre nas diversas atividades pedagógicas.

Destacando-se a parceria museu-escola, Köptcke (2014) faz uma análise ontológica e epistemológica do assunto. Na perspectiva ontológica, esta parceria é um fenômeno multidimensional que necessita de compreensão uma vez que demanda o subsídio de diversas disciplinas para se construir conhecimento acerca de sua natureza. Essa dimensão se caracteriza pelas relações entre a cultura e os valores interiorizados de um indivíduo ou grupo e a elaboração de uma linguagem capaz de desenvolver os atributos da experiência e apropriação de conhecimentos, promovendo a difusão e integração de práticas que questionam saberes pré-estabelecidos.

Nesta dimensão, sob a perspectiva decisória e de construção da relação museu-escola, se pode identificar níveis de parceria. São eles:

- De contrato: quando altos gestores assinam um programa colaborativo, há maiores chances de simetria entre os objetivos de ambas as partes da parceria, promovendo, assim, práticas educativas mais bem estabelecidas.
- Intermediária: os colaboradores, neste tipo de parceria, nem sempre compreendem o seu papel educativo. Dessa forma, pode ocorrer eventuais conflitos e um exemplo se faz quando técnicos de diversas áreas devem promover atividades educativas para um fim comum.
- De ponta ou de campo: com grande pluralidade de arranjos, um exemplo são os museus que acolhem em suas exposições as excursões escolares. Tendo em vista a multidisciplinaridade dos museus, os atores mediadores e professores enfrentam uma vasta gama de diversificações de interesse.

Na perspectiva da escola, historicamente, a parceria com o museu serve de aporte para a atualização das práticas pedagógicas no sentido de cumprir as novas demandas culturais e sociais atribuídas a escolas pelas leis educacionais. Essa parceria se contrapõe à perspectiva de que a escola seria autossuficiente em cumprir tais demandas. Temas transversais tratados na educação formal são auxiliados por essa parceria, que traz à escola formatos não convencionais

para tratar de assuntos do currículo disciplinar que são parte integrante da formação cidadã, cultural e científica do aluno.

No ponto de vista dos museus, estes possuem papel educativo distinto da escola. Acusados de serem segregadores em sua prática pedagógica, o que culminou em uma crise de legitimidade da prática social museal nos anos 1960, os museus atingiam um público distinto do geral. A parceria museu-escola veio como uma forma de aumentar significativamente o impacto cultural e educacional do museu na sociedade, dotando-se de uma dimensão estratégica para o desenvolvimento institucional no século XXI.

Já em uma abordagem epistemológica, se faz particularmente distinta a sociologia do currículo disciplinar. O currículo escolar traz consigo aprendizagens intrínsecas, porém ocultas ou implícitas. Como parte da escolarização das massas, o currículo segue o preceito de classes segmentadas no qual conhecimento distinto é oferecido a grupos distintos.

Essa segmentação tão característica serve a um propósito educativo, que não é lógico, mas sim social, cultural e político. O seu resultado, muitas vezes imprevisível, poderá marcar a formação consciente daqueles que estiveram sob sua abordagem, de forma que a construção de um currículo é sempre um processo social. Assim, a parceria museu-escola, sendo também política e social, contribui para alcançar objetivos de aprendizagem implícitos e formar indivíduos expostos a uma construção identitária social.

Outro aspecto epistemológico dessa parceria são as questões econômicas. O papel do museu através do espectro apresentado é complementar ao desenvolvimento do currículo e assim, a necessidade de alocação de recursos financeiros e de outros tipos é aumentada uma vez que a educação formal tende a ser uma prioridade econômica (KÖPTCKE, 2014). No entanto, é preciso estar atento para que o espaço não formal característico do museu em seu papel educativo não se transforme em uma extensão da escola. Lopes (1991) escreve a favor da desescolarização dos museus, dissertando sobre a fundamental diferença entre a prática e o objetivo educativo dos museus e das escolas.

A parceria museu-escola, assim, possui muitas facetas e aborda as relações funcionais estabelecidas por Trilla (2008). As relações de complementariedade e de reforço são extremamente importantes no que diz respeito ao cumprimento de assuntos transversais e implícitos do currículo. Entretanto, os objetivos do museu enquanto instituição de lazer e cultura nem sempre se alinham à escola, levando a relações de interferência e muitas vezes conflito de interesses.

Os atores dessa parceria atuam como intermediários dos processos educativos e o seu papel é fundamental nas práticas de aprendizagem. Marandino (2008) descreve a função do mediador nos museus. É preciso que as exposições sejam compreensíveis independentemente, embora a comunicação humana seja talvez o melhor meio de promover o processo de ensino-aprendizagem próximo ao saber científico. Pontua que, em parcerias museu-escola, deve haver a correlação bem estabelecida entre a mediação e o professor.

Muitas vezes, o professor não administra conhecimento suficiente sobre a exposição e nem dos meios sobre os quais se faz a mediação. Neste sentido, o papel do mediador é essencial em excursões escolares e em outras visitas, já que sua presença corrobora os processos de ensino-aprendizagem desenvolvidos nos museus. Dessa forma, o professor e o mediador possuem funções distintas e não convém um substituir o outro em atividades educativas não formais nos museus ou exposições.

O ensino não formal, tendo em vista o exposto, é fortemente entrelaçado ao ensino formal. As práticas de aprendizagem formais podem ser complementadas pelas práticas não formais de forma frutífera, e o ensino formal pode contar com as práticas de aprendizagem de museus e centros de ciências para suplementar aspectos implícitos ou explícitos do currículo. No ensino de ciências, particularmente, as instituições atuam como fornecedoras para a alfabetização científica. Dessa forma, como pontua Gaspar (1993, p.83), são potenciais fontes de ensino-aprendizagem não formal.

O despertar do interesse científico promovido por estas instituições não formais é essencial para a formação de indivíduos cientificamente cultos. Tal formação contribui para as competências para a vida, para o trabalho e para o próprio desenvolvimento científico, uma vez que o indivíduo alfabetizado cientificamente sabe ciência, sobre ciência, e, principalmente, fazer ciência (CACHAPUZ *et al*, 2004).

4. AS EXPOSIÇÕES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS

A dimensão educativa nos museus de ciências e tecnologia se deu paulatinamente e é relativamente recente na heterogênea história dessas instituições. Ao longo de três (ou quatro) gerações, os museus de ciências se modificaram de acordo com os contextos político-educacionais de suas épocas. A história dessas instituições no Brasil, embora correlata ao desenvolvimento que se deu na Europa e na América do Norte, não segue os mesmos padrões desenvolvidos nessas regiões. Assim, trataremos separadamente os contextos nacional e internacional.

4.1 – O contexto Internacional

Desde a ascensão do renascimento até o final do século XVII, eram comuns os *cabinets de curiosités* (gabinetes de curiosidades). Organizados pelos nobres, aventureiros e naturalistas, compilavam um acervo restrito e gerido pelo próprio colecionador. Esses gabinetes reuniam itens que englobavam desde ciência à arte, em exposições abarrotadas, no qual todo o acervo era exibido (NASCIMENTO; VENTURA, 2001).

Apenas em 1683 é que ocorreu a inauguração do primeiro museu de ciências aberto ao público: o *Ashmolean Museum*, na Inglaterra. Atrelado à Universidade de Oxford, foi criado por Elias Ashmole, membro da Academia Real Britânica. Possuidor de uma museografia enciclopedista, não se preocupava com desenvolvimento de pesquisas. O seu acesso era restrito a estudiosos que, na época, eram considerados competentes para compreender as amplas coleções de história natural e geologia que o museu continha. A criação do *Ashmolean Museum* deu início a primeira fase da primeira geração de museus, caracterizada por uma museografia pública, porém majoritariamente direcionada a estudiosos (MARANDINO, 2008; NASCIMENTO; VENTURA, 2001).

Os ideais revolucionários franceses inspiraram a abertura de novos museus na Europa voltados à pesquisa e a cultura, marcando a segunda fase da primeira geração. Em 1793, foi criado o Museu Nacional de História Natural em Paris. Na América do Norte, museus de história natural foram criados com o objetivo de enriquecimento da cultura e sustento da pesquisa. Os museus das antigas colônias eram uma forma o prestígio e glória das ciências, tendo uma arquitetura majestosa (Ibid, 2001).

Na Europa, essa vertente segue até o fim do século XVIII e tem como característica a exposição exaustiva de grandes coleções em grandes edifícios. A instrução do público se dava a partir da observação dos objetos. As coleções misturadas da primeira fase, aos poucos, vão se separando e se classificando ao mesmo tempo que se dão as estruturações das disciplinas como a História, a Geologia, a Paleontologia, a Biologia e a Antropologia (MARANDINO, 2008).

A partir do século XIX, a continuidade do ideal democrático francês trouxe ao museu um papel de espaço pedagógico, de vulgarização, de difusão e de aculturação, em um contexto geral de esforço para se modernizar a sociedade (KÖPTKE, 2001). Neste bojo, com o avanço também da Revolução Industrial inglesa, se cria um novo sujeito de exposição: a tecnologia. Com as novas demandas de divulgação e alfabetização científica, a segunda geração de museus é marcada pela diversificação de público e classes sociais nos recintos museológicos. A educação para o trabalho era fundamental com o surgimento de maquinários e tecnologias novas, e o papel educativo dos museus cresce exponencialmente aliado às políticas governamentais.

Essas políticas governamentais, na Europa, atrelavam-se à educação formal como tendo complemento obrigatório a visita a museus. Tais eram as expectativas de aprender na prática o que se viu na teoria, tendo como ideal a “lição das coisas”. As exposições eram tipicamente *hands on*, ou seja, eram elaboradas de forma que a interação com o objeto era a principal forma de aprendizagem (MARANDINO, 2008).

Em 1851 a primeira exposição universal técnico-científica é criada, dentro do Palácio de Cristal, pela rainha Vitória e o príncipe Alberto, na Inglaterra. Mais de 30 mil pessoas de diversas nacionalidades presenciaram a sua inauguração, sendo um marco histórico em uma linha contínua de museus nacionais norte-americanos e europeus de público local. A exposição, intitulada *Exposição dos Trabalhos da Indústria de Todas as Nações*, acompanha uma Revolução Industrial já avançada, e permite confrontar todo o tipo de ciência e tecnologia existente na época (Ibid, 2008).

A ideia da educação em massa é fortemente interligada à segunda geração de museus no século XIX. Essa perspectiva aparecia não como um aspecto escolar, mas identitário e direcionado à população, que recebia nos museus um processo civilizatório e normativo, com intenção didática. As grandes exposições internacionais tiveram grande influência sobre esse intuito, com aparatos que podiam ser acionados pelos visitantes (*hands on*), tentando estabelecer o diálogo com público (CAZELLI *et al*, 2003).

Ao longo do século XX se estabeleceu a terceira geração de museus, sendo que na primeira metade do período as pesquisas de público começaram a aparecer. Com a maior diversidade de público, a preocupação com que os visitantes entendessem e apreciassem a exposição somada à ascensão do aspecto educacional nessas instituições culminou em necessidades de modificar a forma de expor o acervo (MARANDINO, 2008).

As exposições que demonstravam todo o acervo foram paulatinamente substituídas por compostos temáticos, e os Estados Unidos foram pioneiros na utilização de dioramas e reconstrução de ambientes. A compreensão temática facilitava o entendimento dos visitantes, passando de uma exposição *hands on* para uma aprendizagem *minds on* e *hearts on*, nas quais os aspectos intelectuais e emocionais, respectivamente, se sobressaem ao simples manuseamento de objetos.

Na segunda metade do século XX as instituições museológicas passaram a ser finalmente compreendidas como intrinsecamente educativas. Isso contribuiu para a determinação de objetivos pedagógicos claros e para a formação de associações de profissionais de museus, como a *Internacional Council of Museums*, fundada em 1948 na França, que tem por objetivo era fomentar as ligações entre a cultura passada e presente e os aspectos educativos da museologia (MARANDINO, 2008).

A inauguração, em 1960, do *Exploratorium*, nos Estados Unidos, um centro de ciência que tem como apoio as teorias cognitivistas do “aprender fazendo”, foi um marco iniciativo ao surgimento de inúmeros centros de ciência pelo mundo. Uma verdadeira indústria cultural voltada à divulgação da ciência emergiu e, neste contexto, surgem os museus e centros de ciência contextuais (Ibid, 2008).

Janousek (2000) escreve sobre os museus contextuais, o que chama de quarta geração de museus. A interatividade através de dispositivos multimídia traria uma nova fórmula à exposição *minds on* e *hearts on*: a escola do visitante. Podendo fazer seu próprio caminho dentro do acervo, o público teria uma experiência diferente a cada visita e poderia interpretar a ciência e a cultura de uma nova maneira a cada interação com aparatos.

Atualmente, coexistem museus de segunda, terceira e até mesmo da chamada quarta geração. Os centros de ciências, sendo relativamente novos nessa empreitada, carregaram a divulgação científica a patamares historicamente nunca vistos.

4.2 – O Contexto Nacional

A atuação da divulgação científica no Brasil teve seu berço com a vinda da corte portuguesa ao Rio de Janeiro, atividade que suspendeu a proibição da impressão na colônia. Em 1810, as atividades da Imprensa Régia iniciaram-se com a publicação de livros, jornais e revistas. Onze anos mais tarde, com o começo das importações de livros, textos e manuais científicos começaram a ser difundidos no país, mesmo que em número reduzido (MOREIRA, 2006). Com a independência, as atividades diminuíram em intensidade.

Na segunda metade do século XIX, enquanto o mundo percebia a segunda geração de museus, com a avançada Revolução Industrial e os seus ideais educativos acerca do papel social da ciência, expressa pelas grandes exposições universais, como a de 1851, o Brasil presenciava modelos de pesquisa marginais e regionalizados.

Os primeiros sinais de crescimento no âmbito da divulgação científica brasileira deram-se no final do século XIX, com as necessidades de saneamento pelas quais passava a cidade do Rio de Janeiro, que desencadearam avanço na área biomédica. De 1873 a 1889, ocorreram as *Conferências Populares da Glória*, no Rio de Janeiro. Com grande influência sobre a elite intelectual carioca, foi um dos grandes marcos da divulgação científica no país. A partir de 1876, foram elaborados os *Cursos Públicos do Museu*, administrados por diretores e vice-diretores do Museu Nacional. No entanto, as atividades de divulgação ficaram relativamente estanques até os anos 1920 (HARTMANN, 2012, p.53).

Em 1916, se dá, no Brasil, a fundação da Sociedade Brasileira de Ciências, que mais tarde se transformaria na Academia Brasileira de Ciências. As novas iniciativas de divulgação científica no contexto brasileiro, antecedidas por um período de atividades menos intensas, foram fomentadas por um contexto internacional pós-guerra favorável, que levou à demonstração de tecnologias e ciências. Enquanto isso, cientistas como Einstein e Marie Curie demonstravam suas opiniões acerca da ciência, política, filosofia e ética. Esse interesse pelas ciências e tecnologias internacionalmente influenciava igualmente as elites intelectuais brasileiras (MASSARANI, 2008).

A motivação principal para a atividade de divulgação científica em 1920 era criar condições para o desenvolvimento da pesquisa básica no país. Tal percepção se modifica em 1938 com o *Manifesto dos Pioneiros da Educação*, que selou os princípios das campanhas que previam a modernização educativa brasileira e o desenvolvimento das ciências. A nova

educação trazia consigo a ideia de que a escola deveria oferecer as condições para o desenvolvimento psicobiológico dos indivíduos, acrescentando à arte, literatura e valores culturais, que já eram ensinados (demasiadamente, segundo os assinantes do *Manifesto*), os domínios da ciência e tecnologia. Apelando-se ao incentivo ao desenvolvimento das facetas criativas dos aprendizes, estes deveriam abandonar uma atitude passiva perante o ensino (Ibid, 2012).

Aos anos 1950, as reformas educativas europeias e estadunidenses influenciaram as decisões político-governamentais brasileiras. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) foi criado por sugestão da UNESCO, que estabeleceu ações como a distribuição de *kits* e aparatos de baixo custo aos aprendizes a fim de promover o interesse pelas ciências e tecnologias.

Na década de 1960, com inspiração norte-americana, deu-se a criação de inúmeros Centros de Ciências (CECI) no Brasil. A fim de incentivar o treinamento de profissionais e de divulgar ciência, os CECI foram fundamentais em seguir a influência construtivista do “aprender fazendo”. (MARANDINO, 2008). Essa época foi marcada pela busca pela educação de adultos, de minorias e iniciativas inovadoras quanto à capacitação para o mercado de trabalho. Estas, ascendidas pela industrialização latino-americana e uma política desenvolvimentista no Brasil, culminaram no desenvolvimento de práticas pedagógicas além da escola.

A partir da década de 1980 a preocupação para com a educação não formal passou a crescer e assim, foram criadas diversas instituições tais como o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), criado em 1985, no Rio de Janeiro; a Estação Ciências, criada em 1987, em São Paulo, e o Museu Dinâmico de Ciências, criado também em 1987, em Campinas (ibid, 2008).

Na década de 1990, com as reformas educacionais e o estabelecimento da Lei de Diretrizes e Bases, a educação passou a ser vista como uma prática social paralela aos processos de globalização e universalização e, neste bojo, a perspectiva da importância da agregação não formal à educação formal foi ampliada, ganhando solidez.

Em 2004 foi criado o Sistema Brasileiro de Museus (SBM), baseado na Política Nacional de Museus. Tais iniciativas visam o incentivo à prática museológica no país, de forma a alavancar uma cultura de visitação e preservação do patrimônio (MARANDINO, 2008).

Particularmente para os museus de ciências, vale destacar o apoio aos museus e centros de ciência recebido pelo Departamento de Popularização e Difusão das Ciências e Tecnologias, parte do Ministério de Ciência e Tecnologia. Houve, de 2003 a 2006, a revitalização de inúmeros espaços e instituições museológicas de ciências. O avanço lento da dimensão educativa nos espaços museológicos é importante à história e à divulgação científica característica dessas instituições. Sobretudo, é importante à constituição desses espaços como locais tipicamente característicos de ensino não formal.

4.3 – Os processos educacionais em exposições de ciência e tecnologia

A relação da ciência com a sociedade pode ser analisada a partir de uma relação de fronteira, onde a ciência aparece como um sistema social diferenciado. Isto significa que há uma linha divisória com a sociedade que não pode ser atravessada à vontade, e um mundo interior que permanece em grande parte desconhecido para o mundo exterior. Todas as tentativas para legitimar a ciência, nivelando esta fronteira, por exemplo, tornando a ciência 'compreensível' para qualquer público, ou dando aos leigos uma palavra na investigação, sucumbiram a mal-entendidos. Se a ciência tentasse continuamente tornar-se compreensível para um público de massa ou mesmo para um político informado, ou seja, para comunicar na sua língua, teria de pagar o preço de perder a sua eficiência particular (GEERTZ, 2008, p. 125).

Todavia, as exigências que são feitas, partem do pressuposto da necessidade de que a ciência se faça crível e permita acesso aos seus resultados de desempenho, sobretudo àqueles com amplo impacto social, ambiental e político. A esse respeito, Moreira (2006), argumenta e complementa, afirmando que

[...] a educação de qualquer cidadão no mundo contemporâneo, é fundamental que ele tanto possua noção, no que concerne à ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, de seus principais resultados, de seus métodos e usos, quanto de seus riscos e limitações e também dos interesses e determinações (econômicas, políticas, militares, culturais etc.) que presidem seus processos e aplicações. O significado social e cultural da ciência como atividade humana, socialmente condicionada e possuidora de uma história e de tradições, fica muitas vezes camuflado nas representações escolares e em muitas atividades de divulgação, particularmente na mídia (MOREIRA, 2006, p.71).

O público geral é representado principalmente pela mídia, que articula as demandas de participação, controle e avaliação. A relação entre a ciência e suas esferas públicas se tornou ainda mais complexa, uma vez que os meios de comunicação também se diferenciaram em um sistema social. Desde então, as exigências e expectativas do público têm sido transmitidas, em

grande parte, através dos meios de comunicação. A ciência tornou-se um assunto público no sentido de que é objeto de observação e reportagem midiática. Dito de outra forma, o que sabemos sobre a ciência, em grande parte, sabemos através dos meios de comunicação em massa.

Os meios de comunicação têm agora um monopólio, por assim dizer, na comunicação entre os submundos diferenciados da sociedade, dos quais recebemos as nossas informações sobre diferentes áreas em que não estamos acostumados. Como resultado desta posição-chave, as condições sob as quais os meios de comunicação, por sua vez, obtêm e transmitem informações tornam-se imediatamente interessantes – semelhantes às condições sob as quais a ciência produz conhecimentos fiáveis. A abordagem do público pela ciência também se faz principalmente através dos meios de comunicação (LUHMANN, 1996).

Portanto, em última análise, o público em geral é apanhado no turbilhão das lógicas operacionais dos meios de comunicação, que são incompatíveis com as suas próprias lógicas. A comunicação entre a ciência e o público não está isenta de consequências, há nos bastidores um jogo de intencionalidade de *marketing*, estratégias de audiência e outras variáveis que compõem a disputa por atenção. Nesse sentido, as demandas de divulgação científica, veiculadas por diferentes mídias, embora colaborem com a ponte de acessibilidade ao conhecimento científico, ao mesmo tempo, estão atentas as suas prerrogativas e acabam por usurpar muitos interesses da ‘real comunicação da ciência’ em detrimento do *reality show*.

Metaforicamente, esta é apenas uma pequena ponta do *iceberg*. Por outro lado, deve-se perguntar como a ciência ‘constrói’ as suas esferas públicas, que ela aborda para ganhar confiança e, em última análise, legitimidade. Por exemplo, como a ciência ou mesmo a tecnologia, priorizam as suas demandas, optando por esta ou aquela área de estudo, em que medida há ‘forças externas’ participando ou até mesmo definindo estas deliberações. Estes questionamentos são fundamentais quando se problematiza a divulgação científica enquanto intermediária da própria aprendizagem informal ou não formal. A de se pensar, então, na forma como estão sendo executados estes processos comunicativos, que estão submersos em contextos específicos de diferentes demandas e interesses econômicos, políticos e sociais, mesmo que sejam rotulados como conhecimentos científicos, não estão isentos de neutralidade, desde sua produção até sua veiculação final ao público geral, o desdobramento como um todo está conectado (GEERTZ, 2008, p. 185-205).

Embasado nesse contexto, em que se discutem as relações entre comunicação científica com outras instâncias sociais, econômicas e políticas, pode-se afirmar, a partir de uma perspectiva educacional, que a maioria do público constrói grande parte de sua compreensão da ciência ao longo de suas vidas, reunindo de muitos lugares e contextos, e por uma diversidade de razões. É toda uma amálgama de instruções formais, não formais e informais adquiridas, não se findando ou restringindo-se aos limites da escolarização formal. A própria educação científica, desenvolvida ao lado e para além da contribuição escolar, a qual muitos fomos submetidos durante razoável fração de tempo, possui, como vimos, seus extratos nos processos de divulgação científica.

Estas interações com os meios de divulgação científica, podem ocorrer por diferentes formas, além das mídias de alta qualidade, livros, revistas e jornais, destacam-se os centros de ciências, museus, exposições e outros espaços institucionais de comunicação. Não que estes últimos estejam completamente isentos das interferências discutidas anteriormente, mas, por atenderem as finalidades educacionais em maior parte das instituições, os efeitos mais alarmantes, como visto na mídia popular, são em último caso minimizados. Diferentemente da comunicação em massa, eles permitem o apreciar da ciência enquanto parte integrante da cultura, oportunizam circunstâncias instrucionais ao próprio crescimento cultural continuamente, incentivam à problematização desse conhecimento veiculado pela mídia e, por isso, podem contribuir aos visitantes com recursos para participar de maneira mais consciente e crítica da sociedade ao redor (SHAMOS, 1995).

Os centros de ciências, na perspectiva de Cazelli, Marandino e Studart (2003), funcionam, notadamente, como refinadores da educação científica. São locais propícios para compreender a matemática, as ciências e as tecnologias de maneira prática e integradas efetivamente ao dia a dia, como componentes estruturais da sociedade. Os visitantes têm oportunidades de visualizar estas disciplinas, por vezes, enquanto coparticipantes de processos sociais, científicos e políticos, propiciando ao conhecimento não se verificar somente a elites culturais.

Estas exposições científicas, podem figurar como meios não formais de fomentar e complementar no desenvolvimento de uma educação científica diferente da tradicionalmente escolar. Temas polêmicos e clássicos podem se misturar nestes espaços e promover circunstâncias de aprendizagem ao visitante para além daquelas tradicionais, alinhadas à provocação, ao debate e ao questionamento. Dessa forma, estes espaços transpõem a barreira do saber científico culturalmente elitizado para uma esfera acessível, oportunizando a pessoas

comuns ou jovens, ainda em processo de escolarização, vivências e experiências que ressignificam a forma como veem a ciência e a tecnologia no dia a dia e seu papel na sociedade.

Os visitantes das exposições científicas podem obter conhecimento de diferentes formas, principalmente pela característica livre e aberta que estes espaços de educação não formal possuem. O aprendizado nas exposições científicas pode ser coordenado por um mediador, curador ou professor, ou pode ser caracterizado pelo que se chama na literatura de *free-choice learning*, ou “aprendizado por livre escolha”.

O *free-choice learning*, para Falk (2001), é um processo que, por detrás das expectativas do indivíduo, carrega consigo o desejo de aprender para o futuro, embora nem sempre aquele que está aprendendo por livre escolha se aprofundará no assunto escolhido. Assim, este tipo de aprendizagem é caracterizado por ser não sequencial e sim dirigido essencialmente pelo próprio indivíduo, sendo flexível. Em exposições, se dá com a ausência de um guia ou mediador. O visitante participa e interage com os aparatos e objetos expositivos a fim de satisfazer um senso pessoal de identidade, criar valor para com o mundo e satisfazer necessidades intelectuais e emocionais, o que pode ser traduzido, para o autor, como *meaning making*, ou “construção de significado”.

Falk e Dierking (1998) descrevem que a aprendizagem em museus é indubitável, inegável. Neste sentido, procuram responder o que faz com que as pessoas aprendam, ou que características possuem as exposições científicas que podem facilitar os processos pedagógicos e de *meaning making*. Tais processos, primeiramente, seriam influenciados pelo perfil do visitante.

As razões que levam as pessoas a visitar museus são as oportunidades de aprender coisas novas, estar com outras pessoas, ficar à vontade em um local agradável, vivenciar novas experiências, entre outras. Além destes, alguns elementos como a formação, o conhecimento prévio acerca do assunto exposto, ir ou não em grupos, hábitos, objetivos e capital cultural familiar podem influenciar a decisão de visitar exposições (STUDART *et al*, 2003).

O capital cultural implica que indivíduos cujas famílias possuem o hábito de visitar museus e centros de ciências tenderão a visitar mais esses espaços. Há uma relação socioeconômica nesta dinâmica: famílias de alta renda tendem a visitar exposições com maior frequência (CAZELLI, 2005). Neste sentido, apresenta uma evidência de que, embora tenham crescido, as visitas a exposições ainda não são de alcance universal.

Dierking (2005) aponta a revolução causada pelo *free-choice learning* na decisão das pessoas de comparecer a espaços de exposição. Com uma mudança estrutural da sociedade de um capital baseado na indústria para um capital baseado no conhecimento, apresenta a aprendizagem como um processo cada vez mais presente e importante na vida das pessoas. Assim, tem-se dedicado cada vez mais tempo a aprender além da escola, em atividades de lazer, exposições e até mesmo dentro das casas.

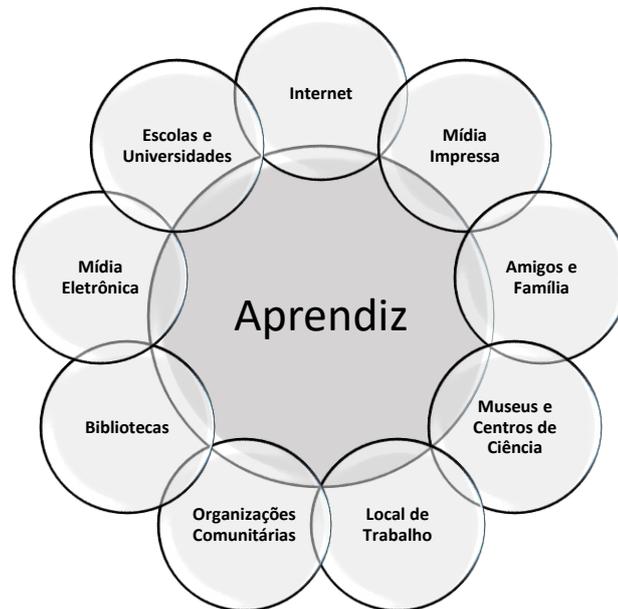
A explosão da *internet* levou informação às pessoas de uma maneira revolucionária, e as mídias tradicionais impressas e eletrônicas também desempenham um papel fundamental neste processo de mudança estrutural. Neste sentido, as diferenças culturais entre as elites intelectuais e os leigos têm se tornado turvas, difusas em um processo de disseminação de informação em massa. A autora chama as sociedades atuais nas quais essas fronteiras estão sendo derrubadas de *learning societies* (sociedades de aprendizagem), e descreve que os papéis de educadores científicos em diversos grupos sociais estão desaparecendo, dando lugar às citadas mídias eletrônicas e *internet*, com sua facilidade ao acesso à informação.

Nesta nova abordagem sobre aprender ciência, na qual a grande maioria dos cidadãos brasileiros possui acesso a informações científicas na palma das mãos, é uma questão pertinente compreender como se dão os processos de aprendizagem científica em uma realidade tão acessível na qual as práticas pedagógicas além da escola se tornam cada vez mais evidentes.

Dierking (2005), ainda, discorre sobre a importância da contextualização do aprendizado em meios informais e não formais. Decorrente do desejo intrínseco de aprender, o *free-choice learning* que ocorre durante visitas a exposições, navegações na *internet*, leitura de livros e acesso a mídias eletrônicas promove uma aprendizagem que é voluntária e, sobretudo, contextualizada no meio social e científico. Para a autora, a maior motivação em aprender vem do interesse e da curiosidade. Esta pode surgir por uma crise, uma situação familiar desagradável, ou outros aspectos da vida cotidiana que podem despertar o interesse por um tópico científico. A curiosidade pode nascer, sim, da escola. Em pesquisas apontadas pela autora, um terço das pessoas admite que o interesse nasceu da escola, enquanto um quarto identifica o despertar por um tópico científico como atrelado ao trabalho.

O despertar da curiosidade pelas ciências e tecnologias pode tomar muitas formas e se desenvolve em uma rede ou infraestrutura que molda as atitudes e entendimentos dos indivíduos nesta área. Neste sentido, há diversos influenciadores sobre o aprendiz no campo, que são demonstrados pela Figura 4.1.

Figura 4.1 - Infraestrutura de aprendizagem das ciências e tecnologias.



Fonte: Adaptado de DIERKING, 2005.

A infraestrutura de aprendizagem das ciências e tecnologias, como chamada por Dierking (2005), é a rede que influencia e desperta o interesse pela área no aprendiz. As implicações desta rede são as buscas por aprendizagens em locais não tradicionais de ensino, como os museus e centros de ciências.

Destacando-se a rede de centros de ciências como uma das formas de fomentar a curiosidade, estes espaços fornecem exposições científico-tecnológicas que promovem o aprendizado na área da maneira não formal através de, entre outras formas, *free-choice learning*. A autora destaca que o aprendizado por livre escolha nos centros de ciência é fundamental para se advogar em favor do ensino de ciências.

A existência destes espaços seria necessária, para além da sua função educativa e despertadora de curiosidade, como uma maneira de se aprimorar a demonstração da força do ensino não formal e informal perante autoridades e políticos. Assim, centros de ciência e museus atuam como agregadores democratizantes do conhecimento, a fim de que seus frequentadores promovam ações que demandem políticas públicas de valorização à educação em espaços não tradicionais.

O frequentador de centros de ciências, segundo Martins (2006), tende a ser aquele que teve uma formação sólida científico-tecnológica em sua educação formal. Neste sentido, se evidencia a importância da sinergia entre os métodos educativos formal, não formal e informal. Apesar de muitas vezes o interesse pelas ciências não ser proveniente das escolas, estas podem

atuar como formadoras de indivíduos que possuem a curiosidade intrínseca de visitar centros de ciências.

Além da escola, os próprios centros de ciências atuam como despertadores do desejo de aprender ciência, e podem fazer com que o visitante primário se transforme em um visitante frequente. Para isso, são necessárias exposições atraentes, dotadas do que Falk (2001) chama de *meaning making*, sobretudo se atendo a fidelidade científica ao fornecer esse processo de construção de valores.

4.4 – Os saberes científicos e os saberes educativos nas exposições

O discurso científico sofre modificações ao se adaptar às exposições científicas. Se transformando em discurso expositivo, adquire características próprias e passa não somente por uma reformulação, mas por uma nova formulação que considera os elementos de público e contexto no qual se insere. Jornalistas, cientistas, mediadores e outros sujeitos são atores dessas modificações, promovendo a transformação do que é restrito a uma comunidade específica em material acessível.

Marandino (2001) discorre sobre as dificuldades dessas transformações. A construção do discurso expositivo não é a mera simplificação do conteúdo científico, o que, para muitos, pode causar distorção na compreensão de conceitos. Está, sobretudo, relacionada à elaboração de um discurso que seja acessível e compreensível ao receptor, mobilizando informações úteis e factíveis. Dessa forma, o volume de conhecimentos a serem negociados numa interação dialógica, não é a principal motivação da elaboração do discurso expositivo, mas sim a sua inteligibilidade enquanto meio para comunicar ao público informações que sejam assimiláveis.

A autora ainda discute a questão da natureza não homogênea desses discursos expositivos. Nessas exposições, além do discurso científico a ser articulado e comunicado, se conjugam os discursos característicos de cada instituição, que é singular no que diz respeito as finalidades didático-pedagógicas no processo de intermediação com o seu público. Neste sentido, o discurso expositivo torna-se original para cada exposição, mesmo que se trate de temas similares, pois envolve a dimensão político-cultural e a intencionalidade institucional.

Segundo a autora em destaque, a formulação do discurso expositivo é própria e se diferencia de outros tipos de discurso encontrados nas exposições, como o da ciência, o

referente aos conhecimentos museológicos, o educacional e o de comunicação. Essa formulação original seria reflexo da transformação desses discursos e saberes sob uma lógica própria, relacionada aos elementos componentes das exposições, como o tempo, o espaço e os objetivos que se busca alcançar.

Em uma visita a um centro de ciências, a um museu, o visitante normalmente pode encontrar informações de divulgação científica em textos, infográficos e etc. A leitura desse material, segundo Marandino (2002), acontece muitas vezes em pé e com pouco tempo para o visitante inteirar-se do texto exposto. Portanto, esses textos são adaptados para repassar informações assimiláveis e que sejam úteis em pouco espaço. A formatação estrutural desses discursos, portanto, deve ser precisa e adaptada às características e variáveis presentes nesses espaços. De acordo com a pesquisadora, o “método EkraV” para os textos expositivos mostra-se bem eficiente: sentenças curtas e objetivas, na qual é preferível a ordem normal das palavras, em que as linhas têm cerca de quarenta e cinco caracteres. Esse modelo é chamado de *easy-to-read* (fácil de ler), no entanto não significa que seja desprovido de acurácia científica.

As particularidades do discurso expositivo, são, dessa forma, uma combinação da forma como são expostos os textos, objetos, aparatos e demais funcionalidades da exposição. Não se pode, assim, equiparar o discurso expositivo ao discurso de divulgação, ao discurso científico propriamente dito e nem mesmo ao discurso escolar. O bojo do discurso expositivo encontra-se centrado na combinação de saberes e procedimentos tanto científicos quanto museológicos, educativos e, também, possuem o viés da historicidade.

A transposição do discurso científico em discurso expositivo pode ocorrer através das mãos de cientistas, como exposto por Marandino (2001). Entretanto, as vias para a formulação do discurso expositivo não são únicas, de forma que são compartilhadas pelas jornalistas divulgadores de ciência.

Zamboni (2001), jornalista, reconhece diferenças entre o discurso jornalístico e o discurso didático, porém afirma que ambos são direcionados a um mesmo objetivo: transformar o conhecimento científico restrito em linguagem acessível ao público. Reconhecendo a ampla distribuição da divulgação científica em detrimento do jornalismo científico, a autora diferencia ambos os discursos pelo seu contexto, assemelhando-se à discussão de Marandino (2001). O discurso expositivo, para a pesquisadora, pode ser identificado como semelhante ao discurso escolar e ao discurso científico, no entanto, carrega consigo uma produção contextual original que é própria da instituição. Cita que outros discursos podem ser originais, tais como o da moda

e do esporte. Entretanto, a originalidade científica carrega consigo um caráter esotérico que é único, que dá a esse discurso e ao discurso expositivo proveniente dele uma esfera de credibilidade, respeitabilidade e utilidade na difusão de informação.

Há riscos do comunicador, responsável pela veiculação expositiva, apresentar algumas informações científicas de uma perspectiva própria, aquém da sua real significação científica, promovendo distorções ou até mesmo equivocando-se na elaboração de conceitos importantes no contexto da exposição. Todavia, há evidências de variados estudos de que, normalmente, os expositores carregam algum entendimento científico referente ao discurso que promovem, sejam por treinamentos, capacitações contínuas ou em alguns casos são especialistas na área. Portanto, a promoção de compreensões errôneas pode ser tida como eventual (ZAMBONI, 2001, p.49).

Neste sentido, o discurso expositivo é singular e original, traz consigo características de diversos outros discursos a fim de construir um resultado que será adequado ao seu contexto: ao seu tempo, espaço e objetivos. Nem sempre possui fidelidade científica, haja vista, as inúmeras vezes ocorridas de (re)formulações, (pre)concepções e interpretações errôneas, que podem tomar por científico o que não é. Contudo, exercem importante papel para promover a acessibilidade e inteligibilidade do discurso científico aos frequentadores de exposições em centros de ciências, museus e exposições. Por último, há de se considerar, que o discurso expositivo se torna insubstituível neste contexto, proporcionando ao público informações científicas que, de outra forma, seriam herméticas e esotéricas.

5. METODOLOGIA DE PESQUISA

A ciência é criada através da pesquisa, e a pesquisa, por definição, visa fornecer o conhecimento em que se pode confiar, que é "criado" de maneira sistemática, crítica, precisa e credível, e de acordo com as "regras do jogo" específicas. Em sentido mais amplo, uma pesquisa resume-se na busca de novos conhecimentos sobre os fundamentos de fenômenos e fatos observáveis. Quando a pesquisa tem por fundamentação um método, ou seja, um conjunto de regras básicas dos procedimentos que produzem o conhecimento científico, classifica-se como sendo científica. Há inúmeras formas de pesquisa científica, via de regra, pode ser classificada segundo os objetivos, a natureza dos dados, os procedimentos para sistematizá-los e analisá-los e os meios de coleta dessas informações (BECKER, 1999).

Dessa forma, este estudo faz uso de um formato específico de pesquisa científica que tem por objetivo responder à questão de: *como a participação de estudantes do Ensino Médio num Centro de Ciências pode contribuir com o processo de desenvolvimento do seu repertório científico-cultural?* Neste capítulo, então, estão discriminados o método e os procedimentos utilizados no decorrer da investigação.

Mais detalhadamente, a seguir, são apresentados os objetivos da pesquisa, a justificativa para realização da investigação de natureza qualitativa, os fundamentos do método escolhido, os critérios de cientificidade que justificam sua confiabilidade e algumas questões éticas observadas no transcurso da pesquisa. Ademais, descreve-se a metodologia utilizada nesta investigação, os sujeitos que participaram e contribuíram com suas respostas aos instrumentos de coleta de dados.

5.1 – O foco da pesquisa

Conforme destacamos, este estudo tem por foco investigar a influência que a participação de estudantes de Ensino Médio em um Centro de Ciências (CE), localizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP) da cidade de Guaratinguetá, ocasiona no desenvolvimento do seu repertório científico cultural.

A pesquisa foi desenvolvida em parceria com uma escola da rede privada de Ensino. De início, a intenção seria abranger um público maior, investigando a influência que esta

vivência no CE teria para a formação da cultura científica de estudantes de diferentes escolas ou até mesmo no público em geral, àquele não escolar e participante do CE. Todavia, quando levamos esta proposta aos responsáveis pelo CE, sobretudo o seu coordenador, foi-nos sugerido um recorte naqueles que seriam os sujeitos da pesquisa.

O público escolar e não escolar que frequentava o CE diferenciava-se significativamente. Primeiro em idades, havia desde jovens até pessoas mais idosas, com experiências e vivências completamente distintas uma das outras, seria difícil compreender o processo de aprendizagem em casos tão distintos de conhecimentos. Segundo a disponibilidade, muitos que lá iam estavam a passeio ou eram transeuntes de mera curiosidade, normalmente, dispunham de pouco tempo para um maior engajamento e participação efetiva na pesquisa que buscávamos empreender. Com isso, não estávamos desconsiderando a validade das vivências dessa natureza, pelo contrário, julgávamo-las de extrema importância e validade para o desenvolvimento de uma cultura científica. Entretanto, ultrapassavam os objetivos desta pesquisa de compreender as relações que poderiam ser estabelecidas entre o ensino formal e o não-formal.

Portanto, reduzimos o grupo de sujeitos da pesquisa e restringimos o foco ao público escolar, o qual, via de regra, encontrava-se em mesma faixa etária e em tese possuía conhecimentos científicos próximos, sobretudo por estarem no mesmo ano escolar. Mesmo com esse fracionamento de público alvo, enfrentamos outras problemáticas com as escolas (particulares e/ou públicas) que seriam participantes. Percebemos que por uma questão de logística, da unidade escolar ao CE, seria impraticável a participação de todas. A localização geográfica das escolas que conseguimos contato eram distantes, o transporte para deslocar os estudantes dependia de recursos financeiros que as escolas, em maioria, não tinham ou não estavam dispostas a custear.

Em uma das escolas, foi até concedida a verba, porém não havia responsável para acompanhar a turma de estudantes, ocasionando a não autorização da excursão ao CE. Algumas escolas, até reconheciam que muitas tarefas educacionais atualmente atribuídas às escolas seriam melhor realizadas através de processos de educação não formal, entretanto, as questões acima foram determinantes. Por incrível que pareça, em algumas reuniões realizadas com diretores e coordenadores destas escolas, apresentando a proposta de pesquisa, notamos certa indiferença e oposição em seus discursos, sobretudo, preocupados com os ganhos substanciais obtidos pela educação não formal. Davam a entender que esta vivência desviaria recursos

próprios da educação formal e, conseqüentemente, não faziam sentido de se efetivarem. Afirmavam, apontando falas de pais e estudantes, que viam a escola na função propedêutica, como um meio de obter aprovação num vestibular ou dar oportunidade de os estudantes alcançarem um emprego remunerado e não, essencialmente, como um lugar onde se adquire um conhecimento funcional aplicável à própria vida.

Por essas e outras razões, optamos, por fim, permanecer com apenas uma unidade escolar, disposta a participar da pesquisa, custear a excursão dos estudantes e encaminhar um responsável para acompanhar os estudantes nas visitas. A escola participante foi a única que aceitou estas condições e por essa razão optamos por desenvolver a pesquisa com os seus estudantes. Esta decisão de direcionar o foco a uma única escola, independente de qual fosse, foi positiva ao desenvolvimento da pesquisa. Do nosso ponto de vista, favoreceu o melhor tratamento das informações coletadas e o aprofundamento das análises dos discursos dos estudantes, com vista a compreender efetivamente os efeitos desta vivência de uma prática de ensino não formal na cultura científica dos estudantes que participaram da atividade na condição de visitantes e de expositores.

O objetivo de pesquisa, então, definiu-se em buscar compreender a repercussão na educação científica de estudantes do Ensino Médio devido à sua vivência e participação numa atividade de educação não formal realizada num Centro de Ciências. Em tese, tomamos por premissa que os resultados dessa participação podem repercutir aos participantes de maneira muito significativa em termos educacionais, na medida em que favorece uma melhor compreensão da ciência em processo de elaboração e dos desafios da ciência e da tecnologia e da sociedade.

Entendendo que essa repercussão pode se ramificar em distintas dimensões, optou-se por se estudar as influências ocasionadas na atividade pedagógica, na prática docente e na cultura científica dos estudantes do Ensino Médio.

5.2 – Os objetivos

O objetivo da pesquisa foi investigar a repercussão no repertório científico cultural de estudantes de uma escola privada de Educação Básica, mais especificamente no nível de Ensino Médio, em razão da participação numa mostra realizada em um Centro de Ciências,

localizado na UNESP de Guaratinguetá. Este objetivo foi perspectivado em duas dimensões orientadoras da busca de informações no decorrer da pesquisa de campo e da análise dos discursos dos sujeitos da pesquisa: (i) o papel do centro de ciências no contexto dessas atividades; e (ii) o desenvolvimento do repertório científico-cultural dos estudantes expositores e ouvintes. Partindo dessas dimensões analíticas, perfilhamos os objetivos específicos alinhados com as questões de pesquisa desta tese.

Desta forma, considerando essas duas dimensões, os objetivos específicos, elaborados com base nas questões de pesquisa listadas na introdução deste trabalho, buscam investigar:

I – Papel do Centro de Ciências:

- As atividades experimentais desenvolvidas no centro de ciências contribuem para o desenvolvimento das competências conceitual e procedimental dos estudantes;
- A proposta de formação de estudantes expositores contribui para mais significativa compreensão das relações envolvendo a ciência, tecnologia e sociedade;

II – A cultura científica dos estudantes expositores e ouvintes:

- O entendimento a respeito de ciência e tecnologia é desenvolvido;
- A relação ciência, tecnologia e sociedade é entendida como constituinte da realidade do dia a dia, exercendo influência em pessoas e meios sociais;
- A competência de utilizar os conhecimentos tecnocientíficos de forma crítica e consciente e com aplicabilidade social é desenvolvida;
- A compreensão a respeito da ciência e tecnologia se desenvolve ou modifica-se, ocasionando novas demandas de interesses ou necessidade de conhecimento.

5.3 – A pesquisa qualitativa

Segundo Lüdke e André (1986), as pesquisas qualitativas têm como característica principal o fato de se alinharem a uma tradição de natureza compreensiva ou interpretativa. Ou seja, essas pesquisas adotam a premissa de que as ações humanas invariavelmente são antecedidas e/ou mediadas por crenças, percepções, sentimentos e valores que determinam os comportamentos, os quais, são todos permeados de sentidos, de um significado incompreensível num reconhecimento imediato, precisando ser descoberto.

O objetivo dos pesquisadores qualitativos é obter uma compreensão mais profunda do comportamento humano e suas razões. Os métodos de pesquisa qualitativa investigam as razões e os métodos de tomada de decisão humana, não apenas as decisões que as pessoas tomam, quando e onde, igualmente representam informações contextuais importantes. Portanto, a pesquisa qualitativa se concentra em amostras menores, porém mais concentradas, gerando informações ou conhecimento sobre casos de pesquisa específicos (MERRIAM, 1998).

A pesquisa qualitativa, na verdade, não se refere a um único método, mas a um termo coletivo para muitos métodos de pesquisa diferentes. Isso inclui, entre outros, pesquisa de estudo caso, análise de discurso, de conteúdo, pesquisa de entrevistas, de campo etc. (ibid, 1998).

Dessa perspectiva desdobram as três formas de abordagens gerais das investigações qualitativas: visão holística, abordagem intuitiva e investigação naturalística.

A visão holística parte do princípio de que a compreensão do significado de um comportamento ou evento só é possível em função da compreensão das inter-relações que emergem de um dado contexto. A abordagem indutiva pode ser definida como aquela em que o pesquisador parte de observações mais livres, deixando que dimensões e categorias de interesse emergam progressivamente durante os processos de coleta e análise de dados. Finalmente, investigação naturalística é aquela em que a intervenção do pesquisador no contexto observado é reduzida ao mínimo (ALVES-MAZZOTTI, 2002, p.131).

De acordo com Lüdke e André (1986), a pesquisa qualitativa evoluiu em muitas disciplinas científicas, especialmente nas ciências sociais, nas quais existe um escopo diferente de planos e objetivos de pesquisa. Cada método é baseado em um entendimento específico do sujeito da pesquisa. Métodos qualitativos não podem ser vistos separadamente do processo de pesquisa e do sujeito da pesquisa.

Três atividades genéricas inter-relacionadas definem a pesquisa qualitativa em educação como um processo. Estes são ontologia, epistemologia e metodologia. A ontologia como disciplina filosófica levanta questões sobre a natureza da realidade que procuramos

aprender, a epistemologia como teoria da cognição científica levanta questões sobre a natureza de nossa cognição e a metodologia como disciplina lógica levanta questões sobre os quadros lógicos da cognição científica, mas também sobre maneiras e maneiras de alcançá-la. Por trás desses termos, há uma biografia claramente definida do pesquisador / avaliador que estuda o assunto em suas atividades diárias no âmbito social (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

A proposta metodológica enfatiza a compreensão da pesquisa qualitativa como processo dialógico que implica tanto o pesquisador, como as pessoas que são objeto da pesquisa, em sua condição de sujeito do processo. Isso pressupõe uma ênfase nos processos de construção sobre as respostas, rompendo a lógica instrumentalista que durante anos homogeneizou o processo de construção de conhecimento das ciências sociais (GONZÁLEZ REY, 2005, p.9).

O pesquisador / educador como sujeito multicultural está familiarizado com diferentes ambientes socioculturais, abordagens da realidade com um conjunto de ideias moldadas por uma estrutura paradigmática específica (ontologia), ele levanta uma série de perguntas sobre maneiras de conhecer a realidade (epistemologia) que ele estuda de maneiras e procedimentos especiais. Cada pesquisador fala publicamente de uma comunidade interpretativa separada, que de certa forma influencia os aspectos multiculturais da pesquisa.

As três abordagens incorporadas ao processo de pesquisa qualitativa, cuja sequência lógica compreende cinco estágios inter-relacionados, são:

- I. o pesquisador como sujeito multicultural;
- II. grandes paradigmas e perspectivas interpretativas;
- III. estratégias de pesquisa;
- IV. métodos de coleta e análise de material empírico; e
- V. a arte de interpretar, avaliar e apresentar os resultados da pesquisa.

Por trás de todas essas etapas está um pesquisador biográfico situacional que entra no processo de pesquisa de alguma comunidade interpretativa que incorpora fortemente seu contexto sociocultural e histórico ao processo de pesquisa. O conhecimento de si mesmo e da própria realidade leva o pesquisador a aceitar as perspectivas dos sujeitos da pesquisa, aqueles que ele observa e estuda, aderindo à ética e às políticas da pesquisa.

O panorama geral de abordagens da pesquisa qualitativa, perfilhando a sequência lógica com os cinco estágios (Pesquisador, Paradigmas teóricos, Estratégias de pesquisa, Métodos de coleta e análise de dados, e Interpretação, avaliação e apresentação) demonstra as possibilidades metodológicas já consolidadas e fundamentadas na área das ciências sociais e educação. A intenção foi somente de localizar o direcionamento metodológico deste estudo em

universo de propostas teóricas com abordagens qualitativas. Não serão detalhadas as demais abordagens, com exceção daquelas que compõem esta pesquisa.

Nas seções a seguir, apresentamos os encaminhamentos metodológicos mais alinhados à problemática geral desta pesquisa, tomando por referência os paradigmas teóricos e perspectiva, a estratégia de pesquisa, o método de coleta e análise de dados, e os critérios da validade interpretativa. Todas essas dimensões alinhadas com uma abordagem de pesquisa qualitativa.

5.4 – A perspectiva metodológica

A proposta metodológica alinhada com esta pesquisa deveria permitir a análise interpretativa das comunicações colhidas a partir dos diferentes instrumentos de registro (como vídeo-gravação, questionários semiestruturados, entrevistas, texto livre e etc.) antes, durante e após a participação de estudantes e do professor na mostra do Centro de Ciências (CE). Por se tratar de comunicações, foi necessário escolher uma abordagem metodológica que conseguisse não só compreender o sentido da comunicação que está de fato registrada, mas também buscar outra significação em segundo plano, não se tratando apenas de interligar significantes e significados, mas alcançar, através de significantes ou significados, outros significados de origem histórica, política, psicológica, sociológica etc. Ou seja, os significados que os estudantes e o professor demonstram a respeito da experiência de participarem como visitantes ou expositores no CE.

Entendendo que os sujeitos desta pesquisa, assim como o ambiente em que se desdobraram suas ações (escola e o CE), conjugam elementos de um cenário mais amplo de educação, torna-se relevante compreender a repercussão percebida por eles, diante das experiências em um ambiente educacional não formal específico.

O escopo da pesquisa foi investigar a repercussão da experiência e participação de estudantes e do professor na mostra do CE por intermédio das comunicações escritas e orais que esses sujeitos fizessem da vivência no evento. Compreendendo, portanto, que as comunicações dos sujeitos, deviam ser investigadas e interpretadas segundo uma técnica de análise capaz de alcançar outras significações dos dizeres além daquelas que se mostravam evidentes à primeira vista, a análise de conteúdo, sobretudo a proposta por Bardin (2016), mostrou-se adequada a estas especificidades da investigação pretendida nesta pesquisa.

5.4.1 – A análise de conteúdo

A análise de conteúdo é um conjunto de ferramentas metodológicas cada vez mais refinadas e em constante aprimoramento, aplicadas a um "discurso" extremamente diversificado. A partir de uma hermenêutica (interpretação) sistematizada, com base na dedução, se faz inferências e inferências até a extração de estruturas que podem ser traduzíveis em modelos. Dito de outra forma, é um esforço de interpretação que se equilibra entre dois polos, de um lado, o rigor da objetividade e, do outro, a fecundidade da subjetividade (BARDIN, 2016, p.8).

Os discursos não são transparentes, há muito mais do que se imagina no não dito, o que está oculto nas comunicações. Por essa razão, é preciso desconfiar dos pressupostos, analisar com atenção as evidências do conhecimento subjetivo, substituir a intuição ingênua pela factibilidade do construído, para então, minimizar as incorrências de se acreditar possível à apreensão intuitiva das significações dos protagonistas sociais, que organizam seus dizeres partindo da sua própria subjetividade (BARDIN, 2016, p.11). Este posicionamento crítico exige um método, o uso de uma sistemática útil para romper com essa espontaneidade interpretativa, que esteja além dos seus significados imediatos, nesse sentido, a análise de conteúdo pode ser muito eficaz.

De forma geral, pode-se dizer que as técnicas de análise de conteúdo alinham-se aos objetivos de “superar a incerteza” e “enriquecer a leitura”. A esse respeito, Bardin (2016, p.12) considera que:

[...] a *superação da incerteza* – o que eu considero ver na mensagem estará lá efetivamente contido, podendo essa “visão” muito pessoal ser partilhada por outros? Por outras palavras, será minha leitura válida e generalizável? E o *enriquecimento da leitura*: se um olhar imediato, espontâneo, é já fecundo, não poderá uma leitura tenta aumentar a produtividade pertinência? Pela descoberta de conteúdos e de estruturas que confirmam (ou infirmam) o que se procura demonstrar a propósito das mensagens, ou pelo esclarecimento de elementos de significações suscetíveis de conduzir à uma descrição de mecanismos de que *a priori* não possuíamos a compreensão (BARDIN, 2016, p.35).

Portanto, esses dois polos, busca do rigor e necessidade de descobrir, de sondar, de avançar além daquilo que é aparente, definem os pilares da análise de conteúdo. Em termos de funcionalidade, a análise de conteúdo das mensagens apresenta um viés “*heurístico*”, quando se debruça na atividade exploratória e investigativa dos conteúdos subjacentes, e outro, de “*administração da prova*”, momento em que se propõem hipóteses na forma de afirmações ou

questionamentos provisórios, os quais orientam os processos de análise sistemática da possível confirmação ou negação da prova investigada (URQUIZA; MARQUES, 2016).

Segundo Bardin (2016), a análise de conteúdo é organizada em torno de três fases cronológicas: (I) a pré-análise, (II) a exploração do material, assim como o processamento dos resultados, e (III) Tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

I – Pré-análise. Este é o passo preliminar da intuição e da organização para operacionalizar e sistematizar as ideias iniciais, a fim de chegar a um diagrama ou plano de análise. Esta fase possui três finalidades: (i) a escolha dos documentos a serem submetidos para análise, (ii) a formulação de hipóteses, (iii) os objetivos e o desenvolvimento de indicadores nos quais a interpretação final será baseada. Essas finalidades não se seguem necessariamente cronologicamente, mas estão intimamente ligadas umas às outras.

A pré-análise perspectiva organizar as informações, entretanto ela própria é composta de atividades não estruturadas e "abertas". Para realizar suas três finalidades, várias etapas passam pela fase de pré-análise:

- i. a escolha dos documentos, onde entramos em contato com vários materiais possíveis para determinar quais (ou aqueles) serão (ou serão) mais aptos corresponder aos diferentes critérios em jogo (BARDIN, 2016, p.120);
- ii. a leitura flutuante para conhecer os documentos a serem analisados, permitindo que impressões e certas orientações cheguem até o pesquisador, além de delimitar o campo de investigação e construir o objeto de pesquisa. Na presença dos dados, trata-se, portanto, de lê-los e relê-los para tentar entender sua mensagem aparente (BARDIN, 2016, p.122);
- iii. a formulação de hipóteses e objetivos, onde devemos repetir cada um dos episódios de observação e identificar o tema que reflete, agrupar temas semelhantes ou semelhantes e identificar sua substância, o que eles significam. Essa abordagem é aplicada de acordo com a existência ou não de uma estrutura de análise empírica ou teórica prévia (ibid, p.125);
- iv. a identificação de índices e o desenvolvimento de indicadores, onde se trata de escolher os índices contidos no corpus de acordo com as hipóteses (se forem determinados) e organizá-los sistematicamente na forma de indicadores precisos e confiáveis (ibid, p.128);

- v. a preparação do material, onde realizamos operações de corte do corpus em unidades comparáveis, de categorização para análise temática. Em suma, trata-se de "descontextualização", implicando apenas partes de entrevistas ou episódios da observação são fisicamente separadas do seu todo original e agrupadas por temas;

II – Exploração do material. O objetivo durante esta fase central de uma análise de conteúdo consiste em aplicar, ao corpus de dados, tratamentos que corroboram o acesso a um significado diferente, respondendo ao problema, mas não distorcendo o conteúdo inicial (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011). Esta segunda fase consiste, acima de tudo, na realização das operações de codificação, contagem ou enumeração, de acordo com as instruções formuladas anteriormente. Ela tem dois estágios principais:

- i. a operação de categorização consiste no desenvolvimento ou aplicação de uma grade de categorias, ou seja, seções que reúnem elementos com características comuns sob um título genérico e na classificação dos dados do *corpus* nestes (ibid, p.129). Trata-se, portanto, da classificação dos elementos constituintes de um conjunto por diferenciação e agrupamento por gênero (analogia), de acordo com critérios definidos, a fim de fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos. (BARDIN, 2016, p.130).
- ii. a codificação / contagem das unidades onde as categorias são aplicadas ao corpus e, portanto, onde as grades de análise são preenchidas de acordo com, por um lado, a unidade de registro escolhida;

III – Tratamento dos resultados, interpretação e inferência. Durante esta fase, os dados brutos são processados para serem significativos e válidos. Assim, operações estatísticas simples, como, por exemplo, porcentagens ou mais complexas, como, por exemplo, análises fatoriais, permitem estabelecer tabelas de resultados, diagramas, figuras, modelos que condensam e destacar as informações fornecidas pela análise (Bardin, 2016, p.131). Esses resultados podem ser submetidos a testes estatísticos e testes de validade com mais rigor. Depois disso, avançamos nas interpretações sobre os objetivos planejados ou em relação a outras descobertas imprevistas e sugerimos inferências.

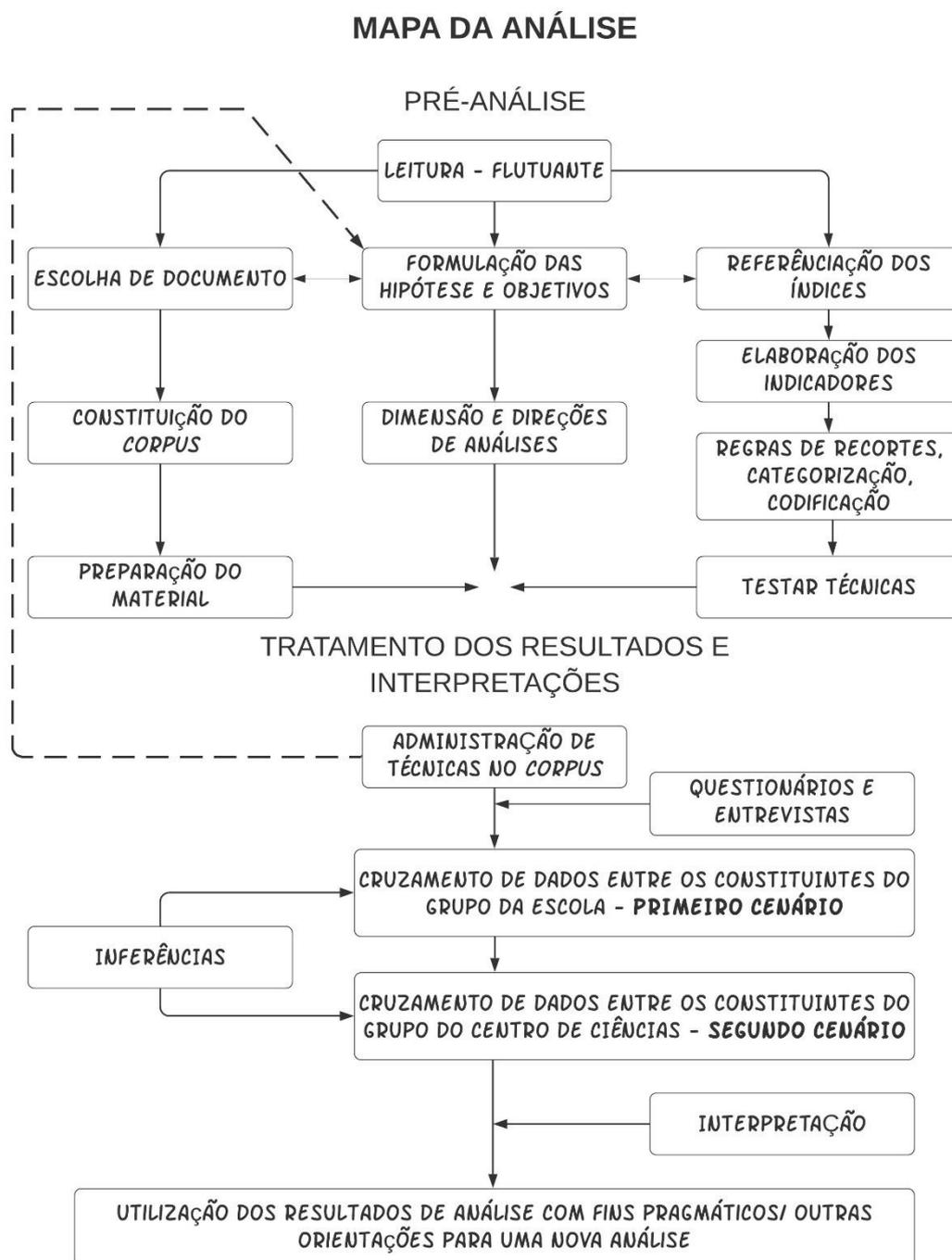
Essa fase da análise de conteúdo é certamente a mais interessante, pois permite, por um lado, avaliar a fertilidade do dispositivo e, por outro, o valor das hipóteses.

Na análise de conteúdo, inferência é um tipo de interpretação controlada na qual se realiza uma operação lógica pela qual se extrai de uma ou mais proposições uma ou mais consequências que necessariamente resultam delas. Trata-se, portanto, de justificar a validade do que é dito sobre o objeto estudado, estabelecendo os motivos das evidências (URQUIZA; MARQUES, 2016).

Os resultados obtidos, o confronto sistemático com o material, o tipo de inferências obtidas pode servir de base para outra análise ordenada em torno de novas dimensões teóricas ou praticadas com diferentes técnicas" (Bardin, 2016, p. 135).

Na figura 5.1 a seguir, apresentamos a síntese dessas três fases (pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados e interpretações) de desenvolvimento da análise de conteúdo para esta pesquisa.

Figura 5.1: Fases da análise de conteúdo



Fonte: adaptado de Bardin (2016).

De acordo com a Figura 5.1, o processo de análise para os dados fragmenta-se em duas etapas centrais: a pré-análise e o tratamento dos resultados. Os demais subitens que as constituem, buscam oferecer recursos ao leitor para visualizar a maneira como foi desenvolvida o tratamento dos dados nessas duas etapas da pesquisa. Importante ressaltar que as etapas

apresentadas nessa figura, têm por função tornar claro os percursos orientativos da análise e, sendo assim, não correspondem a complexidade dela, desenvolvida muitas vezes de maneira não linear, como veremos na sequência.

Na continuidade, iremos apresentar e justificar os instrumentos utilizados nesta pesquisa, com intuito de coletar informações discursivas dos sujeitos participantes da pesquisa. Esses instrumentos serviram de registro de dados para as posteriores inferências feitas a partir da análise de conteúdo.

5.4.2 – Métodos de coleta de dados

Mediante as considerações anteriores, as quais justificam a escolha por uma pesquisa de natureza qualitativa e com uma abordagem de análise fundamentada nas perspectivas da análise de conteúdo, sobretudo, àquelas orientações propostas por Bardin (2016), detalhamos na sequência as estratégias e os procedimentos utilizados para coletar dados, reunir as informações e, por fim, interpretá-los à luz dos referências teóricos discutidos nos capítulos iniciais desta tese. Nesta modalidade de pesquisa os procedimentos metodológicos mais recorrentes são os questionários abertos, a entrevista individual ou coletiva (BARDIN, 2016) e as observações.

Neste estudo foi feito uso de gravações em áudio e em vídeo das interações estabelecidas entre estudantes na visita ao Centro de Ciências (CE), da discussão estabelecida entre o coordenador do CE com os estudantes, do depoimento do monitor do CE e da discussão coletiva realizada com os estudantes e o professor. Por intermédio de ferramentas online do pacote *Office*, especialmente o *Microsoft Forms*⁹, tornou-se possível o recolhimento das respostas a alguns questionários pelos estudantes, elaboradas a distância (mas sob supervisão do professor responsável). Esse processo de interação online, entre o pesquisador e os sujeitos, facilitou o recolhimento destes formulários de maneira muito mais otimizada, tendo em vista a disponibilidade desses jovens, que em grande maioria, tinham no contraturno do horário escolar o curso técnico oferecido pelo curso técnico. Ademais, além de pertencer ao

⁹ O *Microsoft Forms* é uma ferramenta simples e leve para criar pesquisas, questionários e enquetes. É usado por milhões de clientes educacionais, comerciais e consumidores. A Microsoft está constantemente adicionando novas funcionalidades ao *Forms* com base no feedback dos clientes e, há algum tempo, anunciou o *Microsoft Forms Pro* para atender melhor às necessidades dos usuários de pesquisas avançadas.

universo cotidiano dos estudantes ferramentas tecnológicas como esta, há na proposta pedagógica da escola participante, uma orientação para a utilização de tecnologias (*software*) para facilitar e otimizar os processos educativos e as interações que dele sejam decorrentes.

5.4.2.1 – O questionário como instrumento de coleta de informações

Um questionário é uma compilação de perguntas estruturadas, projetadas com a finalidade de coletar informações. É uma técnica factível para ser aplicada em casos cujo objeto de pesquisa diz respeito a questões de natureza empírica, como opiniões, percepções, crenças, sentimentos, interesses, expectativas e situações vivenciadas dos entrevistados (CHAER et al., 2011). Os questionários são amplamente utilizados em pesquisas qualitativas em educação, de forma geral, podem ser classificados em três tipos: estruturados, semiestruturados e abertos.

O questionário estruturado, reúne um grupo de perguntas fechadas, elaboradas de maneira a permitir apenas uma resposta limitada do entrevistado. O questionário aberto, ao contrário, permite ao entrevistado a oportunidade de expressar suas opiniões livremente, sem a necessidade de optar por esta ou aquela resposta previamente elaborada. E, por fim, o questionário semiestruturado, agrupa em sua estrutura questões abertas e fechadas, enquadrando-se numa classificação híbrida, reunindo elementos dos dois questionários anteriores (MANZATO; SANTOS, 2016). A escolha de um desses tipos de questionário, irá depender das propostas de estudo e da necessidade de análise das informações coletadas.

Neste estudo faremos uso do questionário aberto, segundo Gil (1999, p.130), as perguntas abertas permitem aos entrevistados maior liberdade de manifestarem suas concepções, seus entendimentos e perspectivas a respeito da temática abordada. Elas trazem a vantagem de não permitir a influência dos questionamentos pré-estabelecidos pelo pesquisador, pois o entrevistado tem a liberdade de escrever aquilo que julgar conveniente. Na direção desse entendimento, como estamos interessados nesta pesquisa, em buscar compreender a aprendizagem científica dos estudantes quando vivenciam experiências em um Centro de Ciências, as perguntas abertas, podem dar melhores ensejos de conhecer não apenas as concepções espontâneas desses sujeitos, como também, minimizar os efeitos que as respostas fechadas têm, quando limitam à expressão da aprendizagem sugerindo a escolha dentre as opções que são possíveis no questionário. Com isso reduz igualmente o famoso “chute”, a

escolha aleatória de uma das opções sem realmente ter o conhecimento do conteúdo delas (GIL,1999, p.138).

Ainda Gil (1999, p. 139) esclarece que o questionário se reveste de significativa importância em uma pesquisa científica, pois todo o trabalho adicional sobre a pesquisa depende de sua qualidade. A confecção do questionário requer um trabalho ponderado e demorado. Não há superficialidades, tudo é importante - os tipos de perguntas, a sequência, a redação e a duração do questionário. Há muito mais nuances que podem ser levadas em conta quando confeccionado por um analista experiente. Nessa etapa de elaboração, é importante o trabalho conjunto do pesquisador com os sujeitos, pois em contato com o seu conteúdo, os entrevistados podem esclarecer questões incompreendidas ou ambíguas e necessárias de revisão, controlar a compreensão dos termos altamente especializados inerentes à pesquisa.

Por essa razão, a etapa de confecção das questões é de extrema importância, deve ser feita tomando por referência algumas orientações, pontuadas por Gil (1999, p.140-42): (i) os questionamentos precisam ser claros, concretos e precisos; (ii) os sistemas de preferência e o nível de informação do entrevistado devem ser levados em consideração; (iii) a pergunta deve permitir apenas uma única interpretação, evitando-se a ambiguidade; (iv) a pergunta não pode sugerir respostas; (v) as perguntas devem abordar apenas uma temática por vez, evitando a complexidade.

Outro ponto a ser destacado diz respeito ao número de perguntas. A quantidade de questões formuladas pelo pesquisador deve ser suficiente para que se tenha acessos às respostas. Da mesma forma, o número de questões não deve ser muito expressivo a ponto de desestimular a participação dos entrevistados. Elaboradas as perguntas, a próxima etapa será organizá-las. Deve-se atentar para ordenação dos questionamentos, de tal maneira que exista uma conexão entre as perguntas e uma coerência no questionário como um todo. Por último, mas não menos relevante, recomenda-se que antes da primeira aplicação, o pesquisador faça uma avaliação do questionário com um pré-teste, com o objetivo de verificar a sua eficácia, de forma a, com as respostas deste grupo experimental, perceber se as perguntas foram formuladas com sucesso (MANZATO; SANTOS, 2016).

5.4.2.2 – A entrevista como instrumento de coleta de informações

Existem muitas formas de realizar uma entrevista. De forma geral, pode ser feita com apenas um entrevistado, chamadas de entrevistas individuais, ou com um número relativamente reduzido de investigados, são as entrevistas de grupo focalizados, ou mesmo com um grupo maior de sujeitos, caracterizando as chamadas entrevistas coletivas (BARDIN, 2016, p.93).

Tradicionalmente, em uma entrevista lida-se com uma fala marcada pela espontaneidade, com um discurso falado, que o investigado organiza seguindo preferencialmente à sua vontade. Pode materializar uma encenação de fatos que uma pessoa já experienciou, sentiu e pensou a respeito de algo. Não há dúvidas que esses dizeres estão carregados de subjetividade, pois é “o seu próprio sistema de pensamentos, os seus processos cognitivos, os seus sistemas de valores e de representações, as suas emoções, a sua afetividade” (BARDIN, 2016, p.94) que estão presentes naquele momento. Mesmo manifestando uma opinião a respeito de outra pessoa ou de outra coisa, acessa, por inúmeras vezes, esses sistemas pessoais e por intermédio da sua linguagem articula posicionamentos buscando descrever acontecimentos, práticas, situações anteriores, juízos etc.

Em razão dessa complexidade característica das falas do entrevistado, envolvendo muitas dimensões de natureza cognitiva, social, emocional e outras, é preciso cuidado e atenção para realizar a análise de conteúdo. Esse material discursivo necessita de uma perícia muito mais precisa do que a análise de respostas a perguntas abertas. Os discursos estão marcados por vezes de “afirmações contraditórias, ‘com buracos’, com digressões incompreensíveis, negações incômodas, recuos, atalhos, saídas fugazes ou clarezas enganadoras” (BARDIN, 2016, p.94). De acordo com Bardin (2016), uma das principais dificuldades do analista de entrevista, é inferir um quadro categorial geral, representativo de uma população de indivíduos, ao mesmo tempo que busca preservar a unicidade de cada discurso, com suas singularidades características.

Não é tarefa trivial alcançar esses dois objetivos igualmente importantes: a síntese e a especificidade. Requer da atividade de análise uma estratégia ambivalente, que de conta da generalização e da unicidade. Para tanto, Bardin (2016, p.95) propõe dois níveis de análises, em duas etapas sucessivas ou correlacionadas, de tal maneira que uma enriqueça a outra. A primeira etapa, chamada de *decifração estrutural*, consiste em analisar a unicidade de cada

entrevista. Essa etapa considera as pesquisas existentes a respeito de enunciação, de análise do discurso e de análise das narrativas, e inclusive a própria psicanálise, todas consideradas de uma perspectiva mais flexível, não sistemática, em razão do próprio discurso verbal.

O objetivo dessa primeira fase é usar, esporadicamente, das competências e saberes dessas propostas teórico-metodológicas de análise, com o intuito de fazer uma imersão na subjetividade de cada entrevistado. De uma entrevista para outra, faz-se necessário abster-se de si próprio e dos dizeres anteriormente analisados. Nesse processo analítico, o pesquisador deve estar presente, evitando ao máximo outras interferências, dando qualidade a atividade investigativa. Entretanto, pode aos poucos perceber, com o mergulho na singularidade do investigado, uma lógica própria de construção do pensamento, uma ordenação de ideias características e presentes apenas naquele discurso, que o torna diferente dos demais. Essa lógica específica dá ensejo de o pesquisador amadurecer aquilo que será a segunda etapa de análise, ou seja, a *transversalidade temática* (BARDIN, 2016, p.96).

Numa aparente desordem temática, o pesquisador tem por foco buscar uma estruturação específica, a característica pessoal, a qual, de maneira subjacente, rege o processo mental do investigado. Após analisar algumas entrevistas é possível perceber “manifestarem-se repetições temáticas, pode também ver-se tipos de estruturação discursivas” (BARDIN, 2016, p.96). De uma forma prática, Bardin (2016) recomenda os seguintes questionamentos para se aprofundar nas análises das duas etapas:

Em primeiro lugar, é preciso “ler”. Mas não basta apenas ler e compreender “normalmente”. É preciso usar perguntas como auxílio: “O que está dizendo esta pessoa realmente? Como isso é dito? Que poderia ela ter dito de diferente? O que ela não diz? Que diz sem o dizer? Qual é a lógica discursiva do conjunto? Será que posso resumir a temática de base e a lógica interna específica da entrevista? Esta pessoa manifesta em tal sistema tal tema, onde é que já o vi noutra entrevista? Ou, que outra pessoa encontrei num contexto equivalente? Será que posso nomear a especificidade de determinada entrevista, dar-lhe um título, por exemplo? (BARDIN, 2016, p.98).

Nesta tese, utilizamos tanto a entrevista individual quanto a coletiva. A princípio, ambas foram perspectivadas a partir das propostas teórico-metodológicas sugeridas por Bardin (2016). O critério de seleção utilizado, para fazer a escolha entre os tipos de entrevistas baseou-se, fundamentalmente, no número de participantes que seriam entrevistados e na disponibilidade de participação. Por exemplo, com o coordenador e a monitora do Centro de Ciências e o professor da escola, optamos pela entrevista individual, tratava-se de um número reduzido de investigado e havia disponibilidade de horários. Todavia, com os estudantes não foi possível, não apenas pelo número de investigados, mas igualmente, pela disponibilidade de

tempo para realizar individualmente todas as entrevistas. Ademais, houve outro agravamento, como esses estudantes eram menores de idade, necessitavam da presença de um responsável, da escola ou da família, para realização da entrevista no CE, o que foi completamente impraticável.

Portanto, em função da praticidade, disponibilidade e número dos estudantes participantes, não foi possível a realização das entrevistas individuais com os estudantes, optamos pela entrevista coletiva contextualizada em uma temática comum. Por essa razão, a *transversalidade temática* em termos de conteúdo, *a priori*, estava definida. Aprofundamos, a princípio, em buscar analisar e compreender, a partir das falas dos sujeitos, suas singularidades específicas, observando seus tipos de estruturação discursivas, ao mesmo tempo que, buscamos por aproximações e distanciamentos entre os conteúdos discursivos dos sujeitos investigados. Os questionamentos propostos por Bardin, juntamente com a proposta metodológica de análise de conteúdo, foi elemento fundamental para empreender o inventário analítico. Na sequência, estão detalhados os instrumentos de coleta utilizados (questionários e as entrevistas) e os momentos específicos de sua aplicação.

5.5 – Descrição das análises

Até o momento, este capítulo apresentou a natureza qualitativa da pesquisa, as referências teórico-metodológicas da análise de conteúdo para o tratamento das falas, e igualmente sobre quais perspectivas essa análise foi desenvolvida. A partir desse tópico, discutiremos a forma como esses conteúdos foram articulados mediante as contribuições dessas referências teórico-metodológicas.

Inicialmente, as entrevistas individuais e coletiva foram devidamente transcritas, assim como analisados os questionários aplicados em diferentes momentos do desdobramento da pesquisa, todos os instrumentos foram submetidos as etapas de investigação proposta pela análise de conteúdo de Bardin (2016).

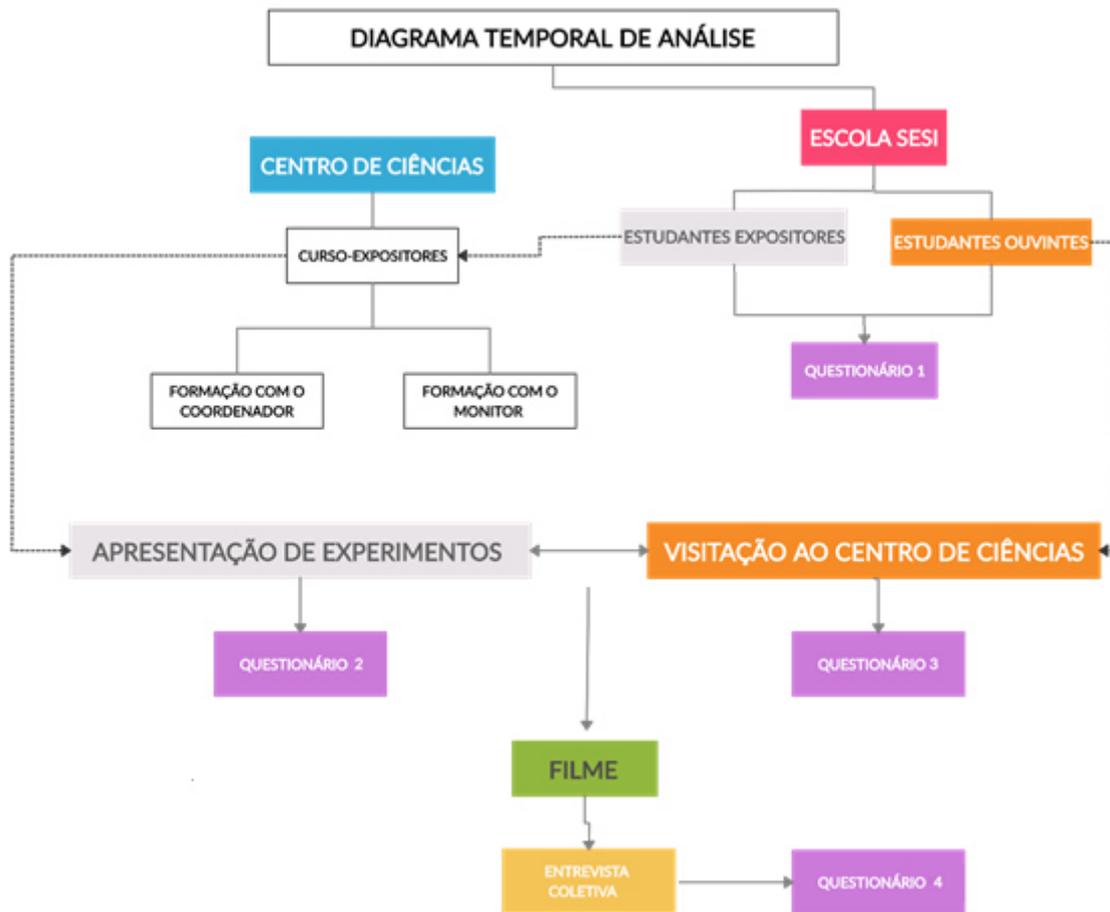
O processo de coleta, das entrevistas e dos questionários, foi realizado com a autorização do Centro de Ciências e da escola participante, essencial para adequação da pesquisa em conformidade com as normativas exigidas pelo Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisas da Unicamp, mediante Certificado de Apresentação para

Apreciação Ética (CAAE: 43078621.0.0000.8142). Seguindo as orientações desse Comitê, antes da aplicação dos questionários e das entrevistas, os responsáveis pelo Centro de Ciências (Apêndice I) e pela Escola participante (Apêndice J) receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). No caso dos estudantes, que eram menores de idade, com anuência da escola, foi encaminhado aos responsáveis o TCLE (Apêndice H), prestando esclarecimento a respeito dos objetivos da pesquisa realizada. Inclusive os estudantes igualmente assinaram um Termo de Assentimento de participação na pesquisa. Ademais, sublinhamos nesse Termo aos responsáveis, a preservação do anonimato dos entrevistados que foram participantes da pesquisa, portanto, para a identificação deles, optou-se por utilizar uma codificação de nomeação para todos os envolvidos.

Os processos de coleta das informações (entrevistas, questionários e observação) foram realizados nas dependências do Centro de Ciências, mesmo aqueles feitos digitalmente (por intermédio da plataforma do *Forms*) foram realizados na própria unidade escolar com a supervisão do pesquisador responsável por esta pesquisa. Optamos por essa medida, porque, após refletirmos sobre a relevância desses dados e considerarmos o quão prejudicial seria aos objetivos da pesquisa, sobretudo, àqueles referentes à aprendizagem dos sujeitos envolvidos, caso houvesse adulteração, que a realização digital se mostrou como a melhor solução. Primeiro, porque inibiu, ou ao menos minimizou qualquer natureza de consultas entre os entrevistados ou decorrentes de pesquisas online. Segundo, porque facilitou o mecanismo de transcrição dessas mesmas informações, já que poderiam ser convertidas em arquivos de *Word* ou planilhadas em *Excel*.

Destacamos que nesse estudo foram duas instituições de ensino envolvidas, a escola e o Centro de Ciências, entretanto a primeira não foi objeto de investigação e análises desta pesquisa. Como vimos e discutimos, são duas as modalidades de composição da análise (entrevista coletiva/questionários). Na Figura 5.2, apresentamos o diagrama temporal de análise, com a localização institucional e temporal de cada um dos instrumentos de análise, bem como a sequenciação de desdobramento dos eventos durante a coletada de dados. Na continuidade há um melhor detalhamento de cada um desses instrumentos utilizados.

Figura 5.2: Mapa geral de desenvolvimento da análise.



Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A partir da figura anterior, nota-se a existência de dois ambientes institucionais que concorreram para o processo formativo dos estudantes, a escola e o Centro de Ciências, configurando, cada qual, um quadro analítico específico. Embora a escola não seja objeto de investigação desta pesquisa, não podemos desconsiderar que os sujeitos participantes ainda vivenciam e participam de sua estrutura organizacional. Com seus objetivos de ensino formal, voltados ao currículo e ao projeto político pedagógico, busca, de alguma forma, preparar o estudante para o ingresso na universidade, no mercado de trabalho e, por último, prepará-lo para uma vida em sociedade. Essa perspectiva pedagógica refere-se, essencialmente, a escola participante. Sem dúvida, há outras instituições formais de Ensino Básico, sejam elas públicas ou privadas, alinhadas com essas perspectivas propedêuticas, mas com isso, não se está generalizando o ensino formal, apenas apresentando as peculiaridades de uma das instituições que participou deste estudo e, portanto, importante produtora de sentidos que convém desvendar.

De um outro lado institucional, tem-se o Centro de Ciências com uma proposta de ensino não-formal. Como anteriormente mencionado, o seu público não é exclusivamente escolar, outros visitantes igualmente frequentam o espaço. Dessa forma, as finalidades de ensino das atividades propostas não se modulam segundo os rigores de um currículo, ou muito menos aos objetivos de um projeto pedagógico, há flexibilidade. Primeiro, pela diversidade do público, amplamente distinto em entendimento ao que se busca apresentar, e, segundo, por sua própria característica lúdica e prática, exigindo essa flexibilidade. Por essa razão, essa instituição, com suas características próprias, configura-se como produtora de sentidos específicos que buscou-se investigar.

Como foi destacado nos objetivos desta tese, buscou-se avaliar o desenvolvimento do repertório científico cultural dos estudantes, em decorrência da sua participação nas atividades desenvolvidas junto ao centro de ciências, seja como expositor ou ouvinte. Para tanto, participaram desse estudo, duas turmas de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola participante. Como mostra a figura anterior, os estudantes foram divididos em dois grandes grupos, **“estudantes expositores”** e **“estudantes ouvintes”**. O grupo dos expositores foram aqueles que, no dia da visitação ao Centro de Ciências, assumiram o papel de monitores das atividades experimentais propostas. E os ouvintes foram aqueles que, no mesmo dia, visitaram o Centro de Ciências como qualquer outra pessoa poderia visitar.

A escolha desses dois grupos de estudantes (expositores e visitantes) foi opcional e aleatória, o professor responsável pela turma perguntou aos estudantes quais deles gostariam de participar da pesquisa e qual papel desejariam assumir, de expositor ou de ouvinte. Como eram duas turmas, em uma delas formou-se um grupo de quinze estudantes expositores, e na outra turma, reuniram-se 13 estudantes do grupo de estudantes ouvintes. Esta seleção foi intermediada previamente pelo pesquisador desta tese, que pontuou e esclareceu aos participantes sobre as finalidades da pesquisa, a atividade extraclasse que seria desenvolvida junto ao Centro de Ciências e as funções desempenhadas pelo estudante expositor e ouvinte no dia da apresentação. Por último, mas não menos importante, enfatizou-se aos estudantes que a participação era opcional e não obrigatória, caso optasse pela não participação, continuaria a desenvolver as atividades rotineiras da prática escolar. As duas turmas somavam em média 50 estudantes, destes, 28 estudantes decidiram participar da pesquisa, como expositor ou ouvinte.

Feita a seleção, conforme a Figura 5, foi aplicado o **“Questionário 1”** em ambos os grupos formados. A intenção deste questionário aberto foi mapear a compreensão dos

estudantes a respeito de alguns conceitos físicos que estariam presentes nas atividades experimentais propostas, tanto para o grupo dos expositores, que participariam da formação no Centro de Ciências, quanto para o grupo dos ouvintes, quando estivessem na posição de visitantes na mostra do Centro de Ciências. No caso do grupo de expositores, este questionário foi realizado oralmente com os estudantes durante a formação com o coordenador. Serviu de instrumento para identificar as concepções espontâneas e científicas dos expositores e modelar as discussões e sistematização dos conceitos.

Como descrito na Figura 5, os estudantes ouvintes não participaram de nenhuma outra atividade antes do dia da visitação. Diferentemente, os estudantes expositores receberam um treinamento no Centro de Ciências para prepará-los ao papel de expositor no dia do evento de visitação. O treinamento no Centro de Ciências foi elaborado pela própria instituição e em parceria com este pesquisador. Não apresentou nenhum alinhamento com o currículo escolar previsto para os estudantes naquele ano, mas ao contrário, muitos dos experimentos ali desenvolvidos de forma interdisciplinar, não eram comuns ao ambiente escolar, sobretudo, por articularem mais de uma disciplina escolar em seus fundamentos e terem natureza prática.

O “**curso-expositores**” no Centro de Ciências, deu-se em duas etapas, a “**formação com o coordenador**” e a “**formação com o monitor**”. A formação com o coordenador se caracterizou por uma discussão coletiva, abordando os principais conceitos físicos presentes nos experimentos (estes experimentos serão descritos no capítulo 7) que seriam utilizados na mostra. Essa discussão assumiu o caráter de uma exposição participativa, em que o mediador (coordenador) direcionou as discussões perspectivando o levantamento das preconcepções conceituais dos estudantes, a respeito dos conceitos físicos e, igualmente, procurou sistematizar, com a participação dos estudantes expositores, a definição de alguns conceitos físicos. Importante destacar que, o referido coordenador, atua igualmente como professor adjunto doutor do departamento de Física, na área de Ensino, da Universidade Estadual Paulista.

Em um outro momento, dando continuidade à formação, os estudantes expositores participaram da “**formação com o monitor**” do Centro de Ciências. Nesta etapa, o monitor fez o detalhamento teórico-prático de todos os experimentos e aparatos tecnológicos que compuseram a mostra no dia da apresentação. Todos os estudantes expositores envolveram-se na explicação de todos os experimentos. Por essa razão, dispunham de um conhecimento geral, o que facilitou a escolha de qual experimento ou aparato tecnológico gostariam de expor na mostra. Os estudantes expositores, em grupo ou individualmente, puderam optar por um

experimento de mais afinidade, por razões de entendimento ou de relevância para si mesmo. Esta decisão na época foi necessária, tendo em vista o significativo número de experimentos disponíveis, o pouco tempo de apresentação aceitável pelo público, e a dinâmica organizacional da mostra. Terminada esta última fase formativa, os expositores responderam o “**Questionário 2**”, com o objetivo de identificar a compreensão deles referentes aos conceitos discutidos nesta formação no Centro de Ciências. Importante, também, frisar que o monitor na época era discente da mesma universidade no curso de Licenciatura em Física.

No dia da mostra, os estudantes expositores apresentaram os experimentos segundo o processo formativo que fizeram, os estudantes ouvintes interagiram com os expositores conforme percorreram o circuito de sequenciação dos experimentos no Centro de Ciências. Esta interação social foi gravada em vídeo e transcrita para compor os quadros de análise, não consta na Figura 5. A visitação não foi feita aleatoriamente e individualmente, os ouvintes percorreram um circuito pré-definido pelo Centro de Ciências e caminharam sempre em grupos. O porquê desta dinâmica de organização, deve-se, em primeiro lugar, por favorecer as possibilidades de interação social entre estudantes, sobretudo, quando há a presença de “parceiros mais capazes” no grupo que se deslocam em conjunto. As interações sociais contribuem e se estabelecem como força motriz à aprendizagem, segundo a perspectiva sociointeracionista (VYGOTSKY, 1991). Em segundo lugar, houve a questão de o período da mostra não ser muito prolongado, ou seja, caso os ouvintes fossem em cada um dos experimentos individualmente, demandaria um tempo que não se dispunha.

Findada a mostra no Centro de Ciências, ambos os grupos de estudantes, expositores e ouvintes, responderam o “**Questionário 3**”. Este questionário teve por objetivo avaliar a compreensão dos estudantes como um todo em relação aos experimentos e aparatos tecnológicos expostos na mostra e suas diferentes percepções. Portanto, foram feitas questões abertas e pontuais a respeito de cada um dos experimentos visitados, com intuito de captar, não apenas a resposta correta, mas os seus discursos, ricos de significados quanto às vivências no Centro de Ciências. Ademais, o questionário buscou avaliar a percepção subjetiva de motivação dos estudantes, se ressignificou sua visão da ciência, se suscitou interesse de buscar compreender em mais detalhes os conteúdos abordados na mostra, enfim, as suas percepções positivas e negativas da vivência e participação num contexto de educação não formal.

A proposta da aproximação institucional entre a escola e o Centro de Ciências foi justamente a de oferecer aos estudantes, além do ensino formal, contextualizações dos

princípios básicos da ciência e da tecnologia em diálogo com o mundo em que vivemos hoje, favorecendo não apenas a sua educação científica, como também, estimulando o fundamentar dos seus raciocínios e decisões sociais, ambientais, políticas e eticamente responsáveis, ou seja, reconfigurando a sua cultura científica.

Nessa direção, por último, os estudantes foram envolvidos numa problemática mais ampla a respeito do papel da ciência na sociedade. Foi apresentado aos estudantes participantes da pesquisa o “**Filme**” chamado “*O menino que descobriu o vento*”. O filme faz parte da sequência de atividades propostas pelo CE. Em linhas gerais, o filme, baseado em fatos reais, narra a história de um menino africano que com suas iniciativas pessoais e curiosidades científicas muda a paisagem das severas dificuldades enfrentadas por sua comunidade de Malawi, um dos países mais pobres da África. Mais uma vez, o vilarejo se via diante da luta pela sobrevivência, numa região árida marcada pela seca, onde os governantes não tomam partido das dificuldades da população, mas ao contrário, buscam todos os meios de manter-se no poder, a fome se fazia presente e levava a situação beirar-se do caos. Ao lado das muitas doenças características daquela região, iniciaram os saques, os embates com o governo, a fuga de famílias inteiras, inúmeros conflitos. Em meio a esta significativa problemática social, ambiental, política e econômica, o menino não se entrega e busca, nos conhecimentos da ciência adquiridos na escola e do trabalho colaborativo, a solução para os problemas do seu povo. Como a escassez de água impedia o plantio, ele decide investir na construção de um moinho com o objetivo de fornecer água encanada usando a eletricidade.

Após o filme, os estudantes participam da “**Discussão coletiva**”. A entrevista foi conduzida pelo próprio pesquisador desta tese. De forma geral, buscou-se investigar como os estudantes produziam sentido mediante algumas questões, por exemplo: (i) o papel da ciência e da tecnologia na sociedade; (ii) como o conhecimento científico pode servir de agente transformador em problemáticas socialmente relevantes; (iii) a produção do conhecimento científico-tecnológico é neutra ou está a serviço de determinações econômicas e políticas; (iv) a ciência e a tecnologia sempre objetivam o progresso da sociedade; e outros questionamentos, centralizados numa visão da ciência e da tecnologia como sendo produções humanas, vinculadas a variados interesses, e como instrumentos de transformação do meio, conforme se estabeleceu no filme e que serviu de força motriz às discussões.

Por fim, a finalização da pesquisa deu-se com a aplicação do último “**Questionário 4**”. Foi solicitada aos estudantes, neste questionário aberto, a produção de uma resenha do filme e a resposta a algumas questões discutidas na última entrevista coletiva.

Importante ressaltar que o “mapa de análise”, com o sequenciamento das etapas de implementação da pesquisa e os instrumentos de coleta dos dados, objetivam, sobretudo, localizar o leitor quanto ao direcionamento seguido por este pesquisador na organização dos resultados deste estudo, do que essencialmente apontar os detalhes desse mecanismo de análise. O porquê disso, está no fato de que cada um dos momentos pesquisados envolvem uma maior complexidade, que serão explorados no próximo item.

6. O estudo do desenvolvimento de conceitos científicos na perspectiva de Vygotsky

Lev Semenovich Vygotsky nasceu em 1896 em Orsha, cidade localizada em Belarus. Sua família era judaica de classe média. Coursou direito na Universidade de Moscou, a partir de 1913. No ano seguinte, passou a estudar também história e filosofia na Universidade Shanavsky. Em 1917, após completar todos os seus estudos, passa a dedicar-se definitivamente a pedagogia e torna-se membro do Instituto de Psicologia Experimental, em Moscou, em 1929 assume como chefe do laboratório de pesquisa onde permanece até sua morte. Embora, o seu falecimento tenha sido com apenas 37 anos, Vygotsky deixou uma considerável e influente obra.

Em suas obras, de forma geral, investiga a forma como ocorre o desenvolvimento psicológico das funções superiores¹⁰ no ser humano. Importante destacar que, ele não estava apenas tentando entender a cognição humana, mas igualmente, compreender o cenário macro, como essas funções psíquicas se desenvolvem no ser humano. Uma das máximas de Vygotsky (1982) é que o homem não nasce humano, ele vai se humanizar. O meio social desempenha papel importante nesta humanização, na medida em que oferece as ferramentas necessárias para conquista da linguagem e do pensamento.

É assim então, que a criança em contato com a cultura, com o grupo social ao qual ela está inserida, vai desenvolver as suas funções psicológicas superiores. Nesse sentido, a investigação do desenvolvimento da criança, deve ser considerado a partir dos diferentes contextos em que ela pode estar inserida. Um jovem que viveu na década de 1990, certamente passou por experiências bem diferentes quando comparadas a um jovem que vive atualmente em 2021, cercado dos inúmeros avanços científicos e tecnológicos.

Todavia, para investigar o desenvolvimento dessas funções superiores decorrentes da relação do homem com o meio, Vygotsky serve-se de um método interpretativo da realidade, o método materialista histórico-dialético. Resumidamente, caracteriza-se como uma ferramenta de investigação da materialidade histórica da vida humana, na tentativa de compreender as leis fundamentais que presidem a maneira organizativa dos seres humanos durante a história da humanidade (PIRES, 1997). Avançando um pouco mais no entendimento da dialética, para pô-la em exercício, busca-se analisar o movimento dos contrários, em que, para cada premissa

¹⁰ As funções psicológicas superiores estudadas por Vygotsky não possuem uma forma definitiva. Normalmente são consideradas a linguagem, o pensamento, a memória, a imaginação, a percepção e a atenção (GASPAR, 2014).

verdadeira (tese), há uma premissa contrária (antítese), que acaba por resultar numa síntese. Entretanto, essa síntese não é simplesmente a conjugação da tese e da antítese, mas sim uma nova tese, que igualmente pode ser rejeitada em posteriores análises (MARX, 2004).

Para clarificar o raciocínio, segundo a abordagem vygotskyana, o ser humano é compreendido como um agente que modifica e é modificado nas relações que estabelece com uma determinada cultura. Ou seja, na sua relação com a realidade concreta, partindo dos princípios, crenças e visão de mundo que possui, age sobre o meio e o modifica. Todavia, nesta relação de transformação, também é transformado pelas inúmeras influências que o faz ressignificar suas concepções inatas. Sendo então todo esse processo interativo de natureza dialética, o que ocorre no seu desenvolvimento, não é uma somatória dos fatores inatos com àqueles que estão sendo assimilados do meio, mas sim, uma interação dialética que foi iniciada desde o nascimento e permanecerá por toda vida.

Vygotsky (1986) apresenta um ser humano histórico, social, cultural e geograficamente datado no tempo e no espaço. Portanto, não há possibilidade de considerar um modelo universalizado de criança, mas ao contrário, a de se pensar que existem crianças diferentes, porque existiram e existem contextos e circunstâncias de vida específicos para cada uma. Nesse sentido, o próprio espaço escolar com suas salas de aula pode ser repensado, sobretudo, quando se considera as diferenças de desenvolvimento da linguagem, do pensamento, da memória, da imaginação etc., destes estudantes. Assim, passa-se a valorizar mais a natural heterogeneidade desses grupos em detrimento da sua errática visão de uniformidade, reconhecendo que o auxílio entre os pares com experiências e visões de mundo distintas, torna-se elemento essencial ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores.

Para exemplificar, basta pensar no papel que os estudantes com mais experiência têm, quando se tornam mediadores de um determinado conhecimento aos seus colegas. No contexto de uma atividade experimental, quando se faz necessária a análise e o estudo do fenômeno observado, a socialização entre eles, ou mesmo com o professor, pode trazer contribuições no processo de desenvolvimento cognitivo deles, simplesmente por se reconhecer e oportunizar as interações sociais com àquele que ocupa, temporariamente, o papel do “parceiro mais capaz”¹¹, conforme destacou Vygotsky.

¹¹ O vocábulo “parceiro mais capaz” aparece com frequência nos estudos dos pesquisadores da teoria de Vygotsky. A partir de agora, iremos igualmente fazer uso. O termo faz referência ao colaborador que ensina determinado conteúdo na escola ou mesmo no dia a dia. Ele pode ser o professor, um adulto, muitas vezes um colega da mesma

Mas antes de continuar nesta investigação do papel das interações sociais na aprendizagem, faz-se necessário compreender como ocorre a aprendizagem do ponto de vista da teoria de Vygotsky, independente do processo de ensino que a oportuniza ou busca oportunizar. A compreensão do processo de ensino e de aprendizagem apresentada pelo pesquisador, fundamenta-se em duas ideias fundamentais: a aprendizagem como um elemento essencial do desenvolvimento da cognição e a relação entre pensamento e motivação (GASPAR, 2014, p.175).

Para investigar a cognição, mais especificamente, o desenvolvimento dos conceitos científicos na criança, ou em qualquer idade do ser humano, Vygotsky (2001) retoma uma série de pesquisas em psicologia que buscavam compreender esse processo. De maneira geral, aponta que a maioria dos estudos dedicados a formação dos conceitos estavam focados apenas naqueles assimilados pela criança fora do ambiente escolar, no seu cotidiano. Adotavam a premissa de que o desenvolvimento dos conceitos aprendidos na educação escolar não era distinto do desenvolvimento de todos ou outros conceitos que são formados na experiência individual de cada criança (VYGOTSKY, 2001, p. 242).

Dito de uma outra forma, a investigação do desenvolvimento dos conceitos aprendidos no ambiente escolar por uma criança ou adolescente podia ser considerado uma extensão da investigação dos conceitos assimilados no cotidiano. Todavia, havia estudos a respeito dos conceitos infantis, que se posicionavam com mais especificidade e clareza.

Apenas alguns dos mais perspicazes estudiosos modernos do pensamento da criança questionam essa extensão. Piaget traça uma linha nítida entre as ideias de realidade desenvolvidas pela criança por meio de seu próprio esforço mental e aquelas que são decisivamente influenciadas pelos adultos; ele chama as primeiras de espontâneas, as segundas de não espontâneas, e admite que estas últimas merecem uma investigação independente. A esse respeito, ele foi mais longe e mais profundo que qualquer outro estudioso dos conceitos infantis (VYGOTSKY, 1986, p.153. Tradução do autor.).

A esse respeito, embora Vygotsky confirme a perspectiva de Piaget e siga essa mesma classificação, o seu ponto de vista sobre a cognição é distinto. A seu ver, os conceitos espontâneos são aqueles assimilados pela criança durante suas experiências do dia a dia, inclusive a interferência dos adultos nesse processo, não apontado por Piaget. Já os conceitos científicos (não espontâneos) representam aqueles que a criança assimila por interferência da

turma, de mesma idade, ou até alguém mais jovem, o que é comum hoje em dia, em vista do domínio que os jovens possuem, por exemplo, das novas tecnologias e das mídias sociais e digitais.

educação escolar, ensino formalizado, com a participação de adultos na condição de professores ou outros profissionais da área.

Com o objetivo de buscar compreender o processo de desenvolvimento desses conceitos e como eles se estabelecem na mente das crianças ou mesmo dos adultos por extensão, Vygotsky implementou uma série de pesquisas. Após demoradas análises e investigações, chega a algumas conclusões importantes: i – a compreensão cognitiva dos conceitos científicos pela criança está normalmente à frente da compreensão dos conceitos espontâneos; ii – o desenvolvimento cognitivo da criança em relação aos conceitos espontâneos tem ligação direta com a aprendizagem dos conceitos científicos no ensino escolar.

Dessa forma, do ponto de vista de Vygotsky, a criança/adolescente vai se conscientizando dos conceitos espontâneos assimilados na medida que aprende os conceitos científicos no ambiente escolar.

A interdependência entre conceitos espontâneos e científicos decorre de relações específicas existentes entre o conceito científico e o objeto. Nos conceitos científicos que a criança aprende na escola, a relação com um objeto é mediada desde o início por algum outro conceito. Assim, a própria noção de conceito científico implica localizá-lo de certo modo entre outros conceitos. Temos a convicção de que os rudimentos de sistematização são adquiridos pela mente da criança por meio de seu contato com os conceitos científicos e então são transferidos para os conceitos cotidianos, mudando sua estrutura psicológica de cima para baixo (VYGOTSKY, 1986, p.172. Tradução do autor.).

Nesse sentido, o desenvolvimento dos conceitos científicos é dependente dos conceitos espontâneos. Um professor em sala de aula, apenas logra êxito no processo de ensino e aprendizagem dos seus estudantes, quando apresenta um conceito científico que tem uma relação correlata com algum conceito espontâneo pré-existente. Em outras palavras, a aprendizagem do estudante só ocorrerá se existir esta correspondência de compreensão conceitual, entre o que ele já conhece com o que está prestes a aprender.

Em uma aula de Física, por exemplo, em que se objetiva conceituar as diferentes modalidades de energia cinética, energia potencial elástica e energia potencial gravitacional, não basta apenas apresentar as terminologias com suas correspondentes conceituações físicas e expressões matemáticas, esperando que no término da aula os estudantes tenham aprendido os conceitos. É preciso que o professor leve em consideração possíveis analogias que façam correspondência com os conhecimentos espontâneos ou/e científicos que esses estudantes já dominam. Um caminho seria, por exemplo, associar a energia cinética com objetos que se movimentam e, portanto, dispõem desta forma de energia. Demonstrar empiricamente, se

possível, que essa forma de energia tem relação de proporcionalidade com a massa do corpo e com sua velocidade. Enfim, o domínio cognitivo dos novos conceitos científicos depende da familiaridade dos conceitos espontâneos do aprendiz.

Segundo Vygotsky (1986, p. 193) “o desenvolvimento dos conceitos espontâneos na criança tem sentido ascendente enquanto o desenvolvimento dos conceitos científicos tem sentido descendente”. A natural oposição entre os sentidos tem relação com a gênese de cada conceito. Os conceitos espontâneos emergem na mente da criança diante de uma situação concreta que ela enfrenta. Já os conceitos científicos, surgem na mente em decorrência dos processos de interação que ela estabelece com “parceiros mais capazes”.

Entretanto, Vygotsky enfatiza que não há oposição na assimilação desses conceitos.

Embora os conceitos científicos e espontâneos se desenvolvam em sentidos opostos, os dois processos estão intimamente correlacionados. O desenvolvimento de um conceito espontâneo deve atingir certo nível para que a criança seja capaz de assimilar o conceito científico a ele relacionado. Por exemplo, conceitos de história só podem começar a se desenvolver na criança quando o seu conceito espontâneo de passado estiver suficientemente diferenciado – quando sua própria vida e a vida daqueles que a rodeiam enquadrarem-se na generalização elementar “antes e agora”; seus conceitos de geografia e sociologia têm de se desenvolver a partir do esquema “aqui e em outro lugar”. No seu lento trabalho ascendente, o conceito espontâneo abre caminho para o desenvolvimento descendente do conceito científico. Ele vai criar uma rede de estruturas necessárias que lhe dão corpo e vitalidade. Os conceitos científicos, por sua vez, fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente em direção à sua conscientização e uso deliberado. [...] A força dos conceitos científicos reside no seu caráter deliberado e consciente. Os conceitos espontâneos, ao contrário, são fortes no que diz respeito a uma determinada situação, ao que é empírico e prático (VYGOTSKY, 1986, p. 201. Tradução do autor.).

6.1 O processo de aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo

Em continuidade com essas conclusões anteriores, Vygotsky busca estender a discussão para o entendimento de um objetivo muito mais amplo: estudar as relações entre o ensino formal e o desenvolvimento cognitivo da criança. Para tanto, empreende quatro séries de investigações relacionadas à aprendizagem da criança quando se encontra no contexto da educação escolar, com suas respectivas organizações do currículo, da disciplina e das estratégias de sequenciamento das atividades didático-pedagógica.

O objetivo da primeira série de estudo, foi investigar o nível de desenvolvimento cognitivo das funções psicológicas que a criança deveria apresentar para lograr êxito na aprendizagem de conteúdos relacionados, por exemplo, a leitura e escrita, gramática, aritmética,

ciências naturais e sociais. Seus resultados de pesquisa apontaram que essas funções cognitivas ainda não estavam totalmente amadurecidas na mente das crianças quando o aprendizado tinha início.

Nas suas análises investigativas, Vygotsky investiga o processo de aprendizagem da escrita e da gramática. Ele destaca a diferença de idades que acontecem o início da aprendizagem da fala e o início da escrita na escola, pontuando que a fala de uma criança de dois anos assemelha-se com a escrita de uma com oito anos de idade (VYGOTSKY, 1986, p.180). Sua justificativa para o lapso temporal e a discrepância entre a facilidade de a criança expressar-se verbalmente quanto à dificuldade de comunicar-se por escrito, encontra-se na organização complexa da cognição para exprimir-se pela escrita.

A escrita é a fala sem interlocutor, dirigida a alguém ausente ou imaginário ou a ninguém em particular – uma nova e estranha situação para a criança. O discurso escrito é um monólogo; é a conversa com uma folha de papel em branco. Por isso, a escrita exige dupla abstração: do som do discurso e da presença do interlocutor. Mas, assim como a aprendizagem de operações algébricas não reproduz o processo da aquisição de habilidades aritméticas, o desenvolvimento da escrita não reproduz o desenvolvimento do discurso verbal (VYGOTSKY, 1986, p.183, Tradução do autor).

Ainda sobre a aprendizagem da escrita, Vygotsky (1986, p.185) aponta que, o processo de aprendizagem da fala se estabelece espontaneamente, de maneira inconsciente e involuntária. Ao expressar-se pela escrita é necessário que a criança tenha consciência de uma ação que é abstrata e voluntária. Entretanto, nesta etapa de aprendizagem escolar da escrita, as funções psicológicas não estão consolidadas, ela “deve construir-se sobre processos ainda emergentes, imaturos” (VYGOTSKY, 1986, p.183).

Constatações idênticas foram encontradas com os conteúdos de ciências naturais e sociais, aritmética e gramática. Portanto, a conclusão dessa primeira dessa primeira série de pesquisas é de que, as funções psicológicas essenciais para aprender esses conteúdos, em nenhuma das investigações, apareciam presentes na mente das crianças quando se iniciava o processo de ensino.

Na segunda série desses estudos, o problema de pesquisa foi investigar o tempo necessário entre o ensino de um determinado conteúdo escolar e o desenvolvimento da estrutura cognitiva para aprender esse conteúdo. As investigações realizadas Vygotsky demonstraram que o ensino está sempre adiante do desenvolvimento da cognição. Para o pesquisador, é desnecessário aguardar a concretização de uma estrutura de pensamento na mente da criança para dar início ao ensino de determinado conteúdo. Haja vista que, será o aprendizado desse

conteúdo o responsável por desenvolver essa nova estrutura de pensamento (GASPAR, 2014, p.138).

A terceira série de investigações evidenciou que o desenvolvimento da inteligência humana não segue o sequenciamento da organização e compartimentação do currículo escolar. Conforme o processo de ensino avança, segundo as normativas específicas de sequência de conteúdo, quase sempre, baseada em critérios lógicos, a mente da criança começa a ser ativada de modos desconhecidos. De acordo com Vygotsky, “descobrir esses processos de desenvolvimento que podem ser estimulados pelo ensino é uma das tarefas básicas da psicologia da aprendizagem” (Op. cit., p. 186).

Os resultados das investigações concluem que, de uma perspectiva do desdobramento da cognição, todos os conteúdos constituintes da matriz curricular da escola, surgem como se fossem parte integrante de uma única disciplina formal, em que cada um torna-se um facilitador da aprendizagem de outros. Dito de outra forma, as contribuições da neurociência afirmam que, o cérebro não se fragmenta em compartimentos separados que podem ser acionados por conteúdos específicos, mas de uma maneira unificada todos os conteúdos podem tornarem-se agentes de estímulos das funções psicológicas (CLIFFORD, 1999).

Por fim, a quarta série de investigações foi a que trouxe as conclusões mais importantes para a compreensão do processo de aprendizagem. Vygotsky buscou estudar dois objetivos principais:

I – determinar o limite para a aprendizagem de novos conteúdos; e

II – definir como a aprendizagem ocorre;

O primeiro objetivo vem como resultado das pesquisas anteriores, as quais concluíram que o processo de aprendizagem é determinante para o desenvolvimento da cognição. A partir dessa premissa, pode-se concluir que, o ensino de conteúdos novos vem antes da formação das funções psicológicas essenciais à aprendizagem desses conteúdos na mente da criança. Haja vista, é através dessa nova aprendizagem que novas funções são formadas.

Mas, diante dessas considerações, resta-nos um questionamento importante: qual é o limite da antecipação da aprendizagem? Até que estágio do processo de aprendizagem se alcança sucesso ou fracasso de entendimento pelo estudante?

Para solucionar estas questões, Vygotsky (1986, p. 186) lança mão do teste de QI (quociente de inteligência) muito usado na época pelos psicólogos, para mapear o nível de inteligência das crianças. Entretanto, do seu ponto de vista, esse teste é incompleto, pois são resolvidos isoladamente pelas crianças e, portanto, apenas consegue mapear a parcela de desenvolvimento que está consolidada em termos de aprendizagem, deixando de lado o que ainda pode ser desenvolvido. Com vistas a esse entendimento, Vygotsky propôs uma nova abordagem, em que um parceiro mais capaz participasse na avaliação da performance da criança.

Tendo verificado que a idade mental de duas crianças era, digamos, de oito anos, nós apresentamos em seguida, a cada uma, problemas que elas não seriam capazes de resolver sozinhas e oferecemos alguma assistência: o primeiro passo para a solução, uma questão orientadora, ou outra forma de ajuda. Nós descobrimos que uma criança pode, em cooperação, resolver problemas destinados a crianças de doze anos, enquanto a outra não vai além de problemas de crianças de nove anos. A defasagem entre a idade mental real da criança e o nível que ela atinge resolvendo problemas com assistência indica a zona de seu desenvolvimento imediato; em nosso exemplo, essa zona é de quatro anos para a primeira criança e de um para a segunda (VYGOTSKY, 1986, p.186, Tradução do autor).

Como o teste de QI indicou para as duas crianças o mesmo nível de desenvolvimento intelectual, Vygotsky percebeu claramente a ineficácia desse instrumento com resultados que não demonstravam completamente a realidade. Com a experimentação realizada, não restou dúvidas da diferença de desenvolvimento mental entre as crianças. Suas pesquisas posteriores ainda constataram que crianças com maior zona de desenvolvimento imediato apresentavam melhor rendimento escolar.

As conclusões desse primeiro objetivo, a criança aprende melhor, quando atua em colaboração com um parceiro mais capaz, na região de alcance de sua zona de desenvolvimento imediato, serviram de base para compreensão do segundo objetivo. Buscando compreender esse processo de aprendizagem colaborativa, em que a criança consegue ir além do que iria caso estivesse aprendendo sozinha, levou a Vygotsky (2001, p. 328) propor que isso ocorre, simplesmente, porque ela atua por imitação.

A resposta pareça ser ilógica e mesmo constrangedora, especialmente para um grupo de pesquisadores em ensino de Ciências, que consideram a imitação como aquilo que há de ruim no ensino tradicional, haja vista que este processo, além de camuflar o entendimento do estudante, dificultaria para ele a construção do próprio conhecimento (GASPAR, 2014, p.142). Entretanto, essa rejeição não pertence a atualidade, existe desde a época de Vygotsky.

A antiga psicologia e o senso comum compartilhavam da opinião de que a imitação é uma atividade de natureza essencialmente mecânica. Por essa razão, Vygotsky define com objetividade e clareza o que estava chamando de imitação. Do seu ponto de vista, esta atividade não é uma atividade mecânica em que qualquer um fosse capaz de fazer se houvesse a quem imitar, como criam a grande maioria.

Para imitar é necessário possuir os meios para passar de algo que se sabe para conhecer algo novo. Com assistência, toda criança pode fazer mais do que faz por si só – mas só dentro dos limites do seu nível de desenvolvimento. Se a imitação não tivesse limites, qualquer criança seria capaz de resolver qualquer problema com a assistência de um adulto. Mas não é o caso. A criança é mais em sucedida resolvendo aqueles problemas que estão próximos daquele que ela consegue resolver sozinha; à medida que as dificuldades crescem, ao atingir certo nível, a criança fracassa, qualquer que seja a assistência fornecida. A facilidade com que ela é capaz de mover-se da resolução independente de problemas para a resolução assistida é o melhor indicador da dinâmica do seu desenvolvimento (VYGOTSKY, 1986, p.188).

Como destaca Vygotsky em suas pesquisas, a imitação mecânica é um processo característicos dos animais. Os quais, por mecanismos de condicionamentos conseguem adquirir habilidade novas e complexas, como a fala dos papagaios, todavia, são incapazes de se desenvolverem intelectualmente por intermédio da imitação. Dessa forma, no animal o processo pode ser considerado essencialmente mecânico, haja vista que, não proporciona o desenvolvimento da cognição e, portanto, não o leva à aprendizagem, mas sim ao adestramento.

No ser humano, ao contrário, o ensino e a imitação assumem papel fundamental. Despertam qualidades específicas na mente humana e proporcionam novos níveis de desenvolvimento. Na aprendizagem dos conteúdos disciplinares na escola, o mecanismo de imitação é essencial e indispensável. O que o estudante pode fazer hoje num processo de cooperação, ele poderá fazer posteriormente sozinho (VYGOTSKY, 1986, p.188).

Por fim, sintetizando as ideias discutidas, da perspectiva vygotskyana, pode-se afirmar que, a aprendizagem se deriva sobretudo do ensino, da cooperação e da imitação. O estudante tem maior êxito em aprender, quando conta com a assistência do professor ou do parceiro mais capaz, que ensinando permite ser imitado, e a aprendizagem só é possível onde há possibilidades de se imitar.

6.2 A Zona de desenvolvimento imediato (ZDI)

Retomamos o conceito de Zona de desenvolvimento imediato ou proximal¹². Na sequência utilizaremos apenas a sigla ZDI para referir ao constructo teórico. Esse conceito é o mais conhecido e bem aceito na teoria de Vygotsky. Segundo Gaspar (2004, p. 184), isso deve-se, sobretudo, à correspondência com a teoria dos estágios cognitivos de Piaget e igualmente as atividades pedagógicas propostas por ela, preconizando que o ensino de qualquer conteúdo deve estar alinhado ao nível cognitivo do estudante.

Embora exista a aproximação entre as duas propostas teóricas, há uma diferença importante entre elas. Enquanto a prática pedagógica, que leva em consideração a concepção dos estágios de desenvolvimento cognitivo de Piaget, deve apresentar os conteúdos que já estejam ao alcance das estruturas cognitivas efetivas na mente do estudante, a prática pedagógica que se orienta com base no conceito de ZDI deve apresentar conteúdos que estejam imediatamente a frente dessas estruturas Gaspar (2004, p. 185).

De uma perspectiva prática voltada a atividade de ensino desenvolvida na sala de aula, não existe diferenças muito significativas. O professor para iniciar um novo conteúdo, deve diagnosticar o nível de desenvolvimento cognitivo preexistente dos estudantes, com o objetivo de modelar e orientar sua atividade pedagógica. Quando esse docente, busca alinhar sua conduta de ensino dentro da ZDI dos estudantes, invariavelmente será conduzido a questão: como identificar quais são esses limites com os estudantes?

Diferentemente da proposta dos estágios cognitivos, que normatiza em intervalos etários bem definidos, para maioria dos estudantes, a apresentação dos diferentes conteúdos disciplinares com suas correspondentes complexidades para a organização curricular do Ensino Médio, a ZDI trabalha com limites fronteiriços mais flexíveis. Não existem orientações de intervalos etários para apresentar conteúdos e modulá-los em função de diferentes níveis de complexidade. Isso porque, não há bases ou mesmo justificativa psicológica para considerar que a ZDI de um estudante em um determinado conteúdo de Química seja correspondente a um

¹² Parte significativa dos estudos a respeito de Vygotsky, em português, utiliza a terminologia *proximal* ao invés de *imediato*, porque é desta forma que o termo é traduzido do original russo para o inglês. Entretanto, de acordo com Gaspar (2004), os dicionários em português apontam para um significado, do qual, a que ela não se pretende designar. Por se tratar de uma teoria que reconhece o valor do significado das palavras, seria uma imprudência designar a uma palavra um significado diferente do que se deveria. Por essa razão, adotamos o termo *imediato*, proposto pelo tradutor Paulo Bezerra, tradutor da edição brasileira (VIGOTSKI, L.S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001).

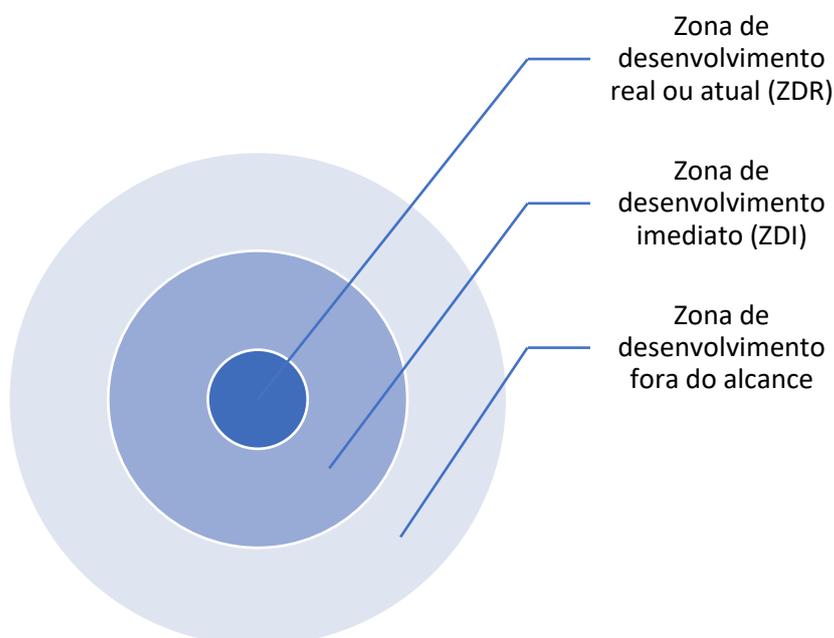
conteúdo de Física, ou mesmo para um outro conteúdo de Química. Afinal, cada estudante possui sua própria ZDI que pode ou não variar em relação ao conteúdo apresentado (VIGOTSKI, 2001, p. 229).

Outro aspecto importante, diz respeito a dependência entre os diferentes níveis cognitivos. Ao contrário da proposta piagetiana, que propõe uma vez alcançado um nível cognitivo pelo estudante não há possibilidade de ele raciocinar em níveis inferiores, a teoria vygotskyana, além de refutar esta premissa, reforça a instabilidade desse processo. Sendo na adolescência ainda mais expressiva esta instabilidade, visto intensificar nesta fase a crise e o amadurecimento do pensamento.

Por essa razão, ainda que fosse admissível ao professor mapear o nível real de conhecimento de cada estudante, bem como, a ZDI em relação a um determinado conteúdo. Não poderia se garantir de que, durante o processo de ensino desse conteúdo, os seus estudantes fossem fazer uso desse nível e permanecessem em sua ZDI no transcurso de todo momento pedagógico. Ainda mais por considerar no Ensino Médio, os estudantes estarem em maioria na adolescência.

Entretanto, esta não é a proposta de Vygotsky quando sugere a ZDI como caminho plausível à aprendizagem. Quando propôs o conceito de ZDI, tinha a preocupação de chamar à atenção de educadores e professores sobre a ineficácia de testes de QI (quociente de inteligência) como instrumento avaliativo, visto que, focam apenas no nível real de desenvolvimento mental do estudante. Embora os resultados desses testes sejam úteis para compreender o nível cognitivo atual, eles desconsideram um elemento fundamental da aprendizagem: a capacidade do estudante aprender conhecimentos que podem estar além do que já sabe, com a parceria de alguém que os dominem (VIGOTSKI, 2001, p. 327).

Figura 6.2: Zonas de desenvolvimento do estudante segundo a proposta de Vygotsky.



Fonte: Elaborado pelo pesquisador com base em Vygotsky (1986, 2001).

A Figura 6.2 ilustra as três zonas de desenvolvimento segundo a teoria vygotskyana para o processo de aprendizagem. A zona mais interna, a Zona de desenvolvimento real (ZDR), diz respeito ao conhecimento, às competências e às habilidades sobre as quais o estudante já possui domínio e controle. Isso significa que, as atividades que exijam esse rol de desenvolvimento, podem ser executadas invariavelmente sozinhas, sem a interação social com assistência do professor ou do parceiro mais capaz (FINO, 2001).

A área circular mais externa representa a zona de desenvolvimento que está fora do alcance de aprendizagem do estudante. Reúne todos os conhecimentos, competências e habilidades que ele teria tamanha dificuldade em adquirir que logo ficaria desmotivado e desistiria. Por mais que exista a presença colaborativa do professor ou do parceiro mais capaz não há possibilidade de aprendizagem, porque os próprios recursos comunicativos entre o que o estudante sabe e desconhece não permitem o estabelecimento de uma interação social efetiva, faltam ainda as estruturas cognitivas necessárias a compreensão de novos conceitos (ZANELLA, 2001, p.68).

Ademais, muito provavelmente nessa área mais externa, Vygotsky destacaria que, pode ser nela onde o papel da cultura e da habilidade linguística igualmente ocupariam função central. Esses novos conhecimentos que provavelmente o frustrariam na aprendizagem, podem

ser eventualmente os saberes não ou poucos valorizados por sua tradição cultural ou não fazem parte de sua experiência cultural, ou mesmo não compõem os seus recursos de saberes disponíveis (FINO, 2001).

Por fim, a área intermediária refere-se à Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI). Os conteúdos ou conhecimentos nesta zona estão além do domínio e da compreensão do estudante. Entretanto, podem ser aprendidos por intermédio da assistência de um parceiro mais capaz durante o processo de interação/instrução social, seja com o professor, um colega, ou um adulto com maior domínio naquela área específica. Dessa forma, o processo de aprendizagem torna-se possível, quando assessorado, mesmo estando fora da ZDR do estudante (ZANELLA, 1994).

Uma tese amplamente conhecida e indiscutível segundo a qual a criança orientada, ajustada em colaboração sempre pode fazer mais e resolver tarefas mais difíceis do que quando sozinha (VIGOTSKI, 1998, p.195).

Como destacamos anteriormente, para justificar as causas desse fenômeno, do estudante aprender com maior facilidade quando assistido por um parceiro mais capaz, Vigotski (1998) aponta o papel da imitação, apesar do conceito enfrentar muita resistência de aceitação. Segundo Gaspar (2004, p.195) a imitação representa o único percurso pelo qual a mente do estudante pode se ‘apropriar’ das estruturas mentais do professor, e ir capacitando-se assim a fazer aquilo que ainda não sabe fazer.

Assim, para que haja aprendizagem é importante que o professor conduza sua prática pedagógica no sentido de poder ser imitado. Por exemplo, ao resolver um novo problema de Física que esteja ao alcance da provável ZDI da maioria de seus estudantes, ele deve cuidar para que todos possam acompanhar sua resolução passo a passo, interagindo com eles na apresentação do enunciado, no encaminhamento da solução, na sugestão de procedimentos de análises e de cálculo e até na obtenção e discussão dos resultados. Em seguida, o professor deve propor a sua turma outros problemas semelhantes e cuja resolução não ultrapasse a provável ZDI de seus estudantes, reduzindo, assim, gradativamente, sua colaboração (GASPAR, 2004, p. 190).

Esse processo reiterado algumas vezes, com a prática de exercícios “longe” da supervisão do professor ou de outro parceiro mais capaz, vai contribuir para que a mente do estudante construa as novas estruturas de pensamento, as quais, com o decorrer do tempo, irão permitir a ele solucionar a nova modalidade de problema. Nessa direção, desde que suficientemente motivado, o estudante pode conseguir por intermédio da imitação, desenvolver e internalizar uma nova estrutura de pensamento próxima à do professor, capacitando-se a fazer o que o professor já sabe fazer.

Embora o estudante possa criar suas estruturas mentais e aproximá-las das do professor, destacamos que elas são diferentes. A nova estrutura mental formada pelo estudante por imitação, partiu da estrutura mental que já existia, a qual, seguramente, é distinta da estrutura mental do professor, haja vista que elas foram constituídas a partir da interação social com o meio, em momentos e ambientes distintos, cada qual no seu contexto cultural específico.

6.3 A interação social e a cooperação do parceiro mais capaz

A formação das estruturas de pensamento do ser humano não provêm da herança genética, constituem-se na sua vida de relação com o meio por intermédio da interação social. Dessa forma, todo o patrimônio cultural da nossa civilização, inclusive a conquista da própria linguagem, são formadas em nossa mente a partir das cooperações de parceiros mais capazes (NASCIMENTO e AMARAL, 2012).

Inicialmente essa cooperação assenta-se praticamente nas interações entre adultos e crianças, ou seja, é, normalmente, a partir da assistência das mães que as crianças vão aprender a comunicar-se segundo a língua característica de sua cultura. Entretanto, conforme as crianças crescem e vão para a escola, tendo contato com novos conhecimentos, o processo de ensino cooperativo passa a ter outros atores, além daqueles com os quais está habituada, sobretudo, no ambiente familiar e de convívio social (NASCIMENTO e AMARAL, 2012). À vista disso, outros parceiros mais capazes passam a se tornarem coadjuvantes no processo de formação social da mente da criança. O parceiro mais capaz, em uma interação social, refere-se a alguém com mais conhecimento ou habilidade em um determinado conteúdo.

De acordo com Gaspar (2004, p.195), a sistematização mais adequada a perspectiva vygotskyana de interação social foi apresentada por um grupo de estudiosos do Instituto de Psicologia de Belgrado¹³. De acordo com o coordenador do grupo de pesquisas, Ivan Ivic¹⁴, normalmente esse conceito é perspectivado apenas em sua dimensão de relação interpessoal, o que representa uma perda de originalidade da proposta vygotskyana.

¹³ IVIC, I. *Social interaction: social or interpersonal relationship*. In: Conferência Anual da Associação de Psicologia Italiana, Trieste, 27-30 set. 1989.

¹⁴ Ivan Ivic é doutor em Psicologia pela Universidade de Belgrado, onde atuou como professor do Departamento de Psicologia até o ano de 2002.

A seguir, apresentamos os principais apontamentos de uma compreensão mais assertiva da definição de interação social. Segundo esse grupo de estudiosos, ela apenas ocorre se os parceiros envolvidos no processo:

- i. ocupam diferentes funções sociais (professor e estudantes, pais e filhos, por exemplo);
- ii. podem fazer uso de distintos sistemas de comunicação (escrita, falada, simbólica etc.);
- iii. possuem distintos sistemas de conhecimento, valores etc.;

Ainda Ivic (1984) e seu grupo de estudiosos, colocam que na interação social verdadeira

O parceiro adulto aparece como o portador dos produtos culturais que a criança ainda não adquiriu. Essas formas de interação são necessariamente assimétricas e essa assimetria é a fonte de seu impacto no desenvolvimento (IVIC, 1984 *apud* GASPAR, 2004, p. 196).

6.4 Possíveis estratégias de utilização pedagógica

Para finalizar nossas discussões a respeito das implicações pedagógicas da teoria vygotskyana, iremos sintetizar a seguir, com base em Ivic (1984), Zanella (1994, 2001), Fino (2001), Nascimento e Amaral (2012) e Gaspar (2004), como essa teoria pode orientar, por exemplo, a seleção de conteúdos apresentadas aos estudantes pelo professor e as possíveis estratégias metodológicas para essa apresentação.

Quanto à seleção dos conteúdos, em meio ao volume presentes no currículo, o professor normalmente não dispende de tempo hábil para apresentar todos, em razão da própria carga horária, deve selecionar àqueles mais apropriados aos seus estudantes. Assim, duas diretrizes centrais da proposta vygotskyana, podem contribuir com o professor nessa seleção: considerar à ZDI dos estudantes e observar a relação entre conceitos científicos e espontâneos.

- I. Respeitar à ZDI, significa apresentar os conteúdos que os estudantes ainda não possuem uma estrutura de pensamento ainda formada. Com base na própria definição de ZDI, apresentada anteriormente, é possível estender a complexidade desses conteúdos, ampliando ainda mais o desenvolvimento

cognitivo, desde que as novas estruturas de pensamento a se formarem possam estar apoiadas em estruturas que já existem.

- II. A própria definição apresentada pela teoria de Vygotsky a respeito de conceitos espontâneos e científicos. Mesmo que seja útil ao professor mapear e ter conhecimento das concepções espontâneas dos estudantes, para orientar a sua prática de ensino, isso não deve ser uma preocupação essencial. Tendo em vista, que esses conhecimentos pré-existentes, sobretudo àqueles relacionados aos conteúdos científicos, estejam incorretos eles não iram competir com àqueles que o professor vai apresentar.

Quanto às possíveis estratégias metodológicas para apresentação desses conteúdos, como se sabe, não há nenhuma referência indicativa na obra de Vygotsky apontando em como fazer. Mesmo assim, é possível propor os itens fundamentais de uma prática pedagógica alinhada com sua teoria. Nesse sentido, os estudiosos de Vygotsky, apontam que as estratégias de ensino e de aprendizagem, devem estar alinhadas com o incentivo das interações sociais em sala de aula.

O professor, na condição de parceiro mais capaz, deveria alinhar sua prática para:

- I. considerar os limites da ZDI dos estudantes para que existam possibilidades de aprendizado;
- II. incentivar os estudantes, criando um clima de motivação, para que exista o interesse deles por aprender;
- III. permitir-se imitar por seus estudantes, para que eles possam iniciar o processo de aprendizagem.

Por fim, acreditamos que os pressupostos apresentados pela teoria de Vygotsky, sejam muito oportunos e esclarecedores para o entendimento do processo de aprendizagem dos estudantes durante a participação e visita ao Centro de Ciências.

7. O Centro de Ciências da UNESP de Guaratinguetá/SP

O Centro de Ciências que serviu de campo de investigação desta pesquisa, fica no “Centro de Inovação em Eficiência Energética – InovEE”. O InovEE é um núcleo de formação e pesquisa da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP, voltado ao desenvolvimento de pesquisas em eficiência energética e de educação para a eficiência energética, incluindo ações de formação para professores da Educação Básica e do Ensino Superior, construído a partir de uma parceria firmada com a Eletrobrás, como definido no termo ECV N° 291/2009.

Visando à integração da Universidade com a comunidade, promove a extensão universitária em suas múltiplas formas, por meio dos grupos de trabalho vinculados às linhas de pesquisa, através da prestação de serviços em parcerias com Secretarias Estaduais e Municipais de Educação, desenvolvendo:

- I – Cursos de formação continuada de professores de Ciências, Física, Química, Matemática e Biologia;
- II – Mostras científicas, a partir de visitas agendadas de escolas, bem como o público em geral, a um Centro de Ciências construído;
- III – *Shows* e palestras de cunho científico-tecnológico; e
- IV – Desenvolvimento e avaliação de materiais e novas metodologias educacionais para o Ensino de Ciências e para a conscientização do uso racional de energia elétrica.

O InovEE constitui-se de um edifício com 1900m², abrangendo espaços para a implementação de: salas de aula, sala de reunião, auditório, laboratórios, oficinas, *hall* de mostras (Centro de Ciências), biblioteca específica para a área de Ensino de Ciências, área de convívio social, salas de pesquisadores e de estudantes de mestrado e doutorado.

Ao visitar o InovEE, os estudantes da Educação Básica, bem como os professores e o público em geral têm acesso às duas áreas específicas: o auditório com capacidade para 120 pessoas, onde se realizam as *Lectures Demonstrations*, e o *hall* de exposição (Centro de Ciências) que contam com experimentos para a realização de demonstrações experimentais. A figura 7 (a) a seguir mostra uma planta tridimensional do InovEE.

Figura 7 (a)– Vista geral do prédio – InovEE



Fonte: Centro de Inovação em Centro de Inovação em Eficiência Energética (InoveEE).

Como destacam Monteiro *et. al.* (2004) e Taylor (1988), uma *Lecture Demonstrations* referem-se às atividades experimentais realizadas com dispositivos ou equipamentos experimentais específicos que auxiliam na explicação de um algum assunto durante uma palestra ou exposição. Essas palestras, apresentadas em escolas, teatros, estádios ou qualquer outro ambiente público por um conferencista que utiliza habilmente as demonstrações experimentais para suas explicações. Segundo esses autores, uma *Lecture Demonstration* tem semelhanças com um *show* ou peça teatral. Os experimentos, equipamentos ou projeções são coadjuvantes do espetáculo, cuja mensagem principal é divulgar a ciência.

Popularmente chamamos as *Lectures Demonstrations*, realizadas no InovEE, de “apresentações de Energia”. Essas atividades em torno da temática de energia/eficiência energética, têm por finalidade realizar apresentações com o intuito de aumentar o interesse dos estudantes pela Ciência, de modo particular, em relação aos conceitos científicos relacionados ao uso racional de energia. Esse tipo de evento pode atingir um grande público, em particular, estudantes das escolas de Ensino Fundamental e Médio.

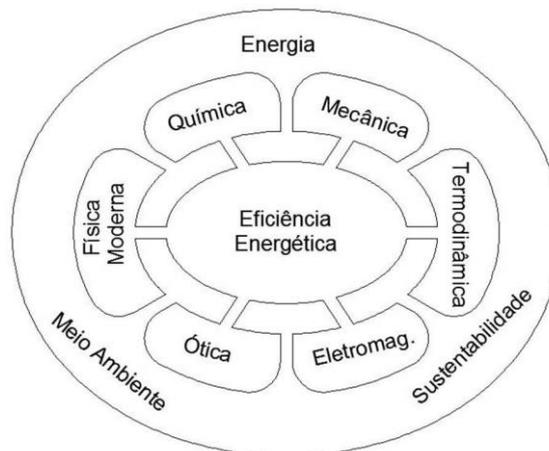
Essa atividade inclui uma palestra com intensa interatividade com o público, nas quais demonstrações experimentais de Princípios Científicos são apresentadas de forma lúdica, motivante e bem-humorada, com duração de, no máximo, 2 horas.

Nesse caso, além do aparelho de som, um computador portátil e um projetor multimídia, o palestrante pode dispor de, no máximo, 12 equipamentos para a apresentação das demonstrações, tendo em vista o limitado tempo disponível para a realização da atividade.

Os conteúdos a serem abordados na apresentação determinam o número mínimo de equipamentos a serem utilizados sem alongar demais o tempo de cada mostra/apresentação, fato que tornaria a atividade cansativa e enfadonha.

Os conteúdos abordados na apresentação são: Definição de Energia, Formas de Energia, Transformação de Energia, Produção de Energia Elétrica, Impactos ambientais e sociais na produção de Energia Elétrica e Uso Eficiente de Energia Elétrica. De maneira esquemática, podemos apresentar a lógica do conteúdo abordado a partir da figura 6 (b):

Figura 7 (b) – Esquema de como a energia é contextualizada nos shows



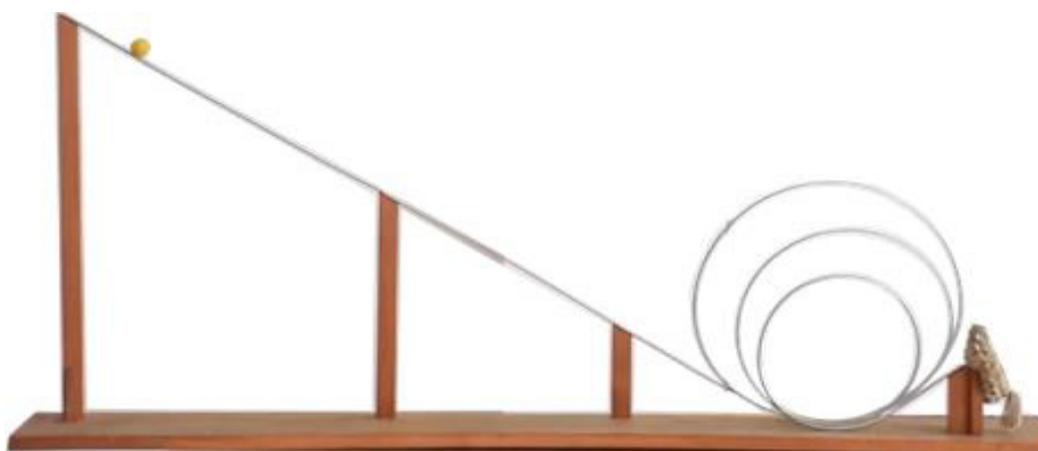
Fonte: Cento de Inovação em Centro de Inovação em Eficiência Energética (InoveEE)

Os experimentos de demonstração sugeridos na apresentação/mostra de Energia são:

7.1 – O *looping* de bancada

O objetivo do experimento consiste em demonstrar a transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética com reduzida dissipação de energia por intermédio do atrito entre as superfícies em contato. Para tanto utiliza-se de um plano inclinado acoplado a um *looping* conforme a figura 7.1.

Figura 7.1 – Experimento do *Looping* de bancada



Fonte: Elaborado pelo autor em parceria com o Centro de Ciências – INOVEE.

Ao soltar uma esfera de uma determinada altura na rampa de *looping*, se observa que ela consegue realizar a sequência de *loopings* por completo somente se sua energia inicial for o suficiente para o movimento. Na posição inicial, a certa altura da base, a esfera tem uma energia potencial gravitacional que se transforma no decorrer da queda em energia cinética e uma pequena parcela dela dissipasse em decorrência do atrito. Como a dissipação é mínima se pode desconsiderar para efeitos práticos (TIPLER e MOSCA, 2006, p.130 – 145).

Assim a soma das energias cinética e potencial gravitacional na altura máxima do *looping*, praticamente iguala-se com a energia potencial inicial, conservando a energia mecânica do sistema durante a trajetória. Portanto, a realização do *looping* está relacionada com a posição em que se solta a esfera, quanto maior for a energia potencial gravitacional fornecida, igualmente maior será a energia cinética para completar o *looping* (*opus cit.*, p.150).

7.2 – A cadeira humana

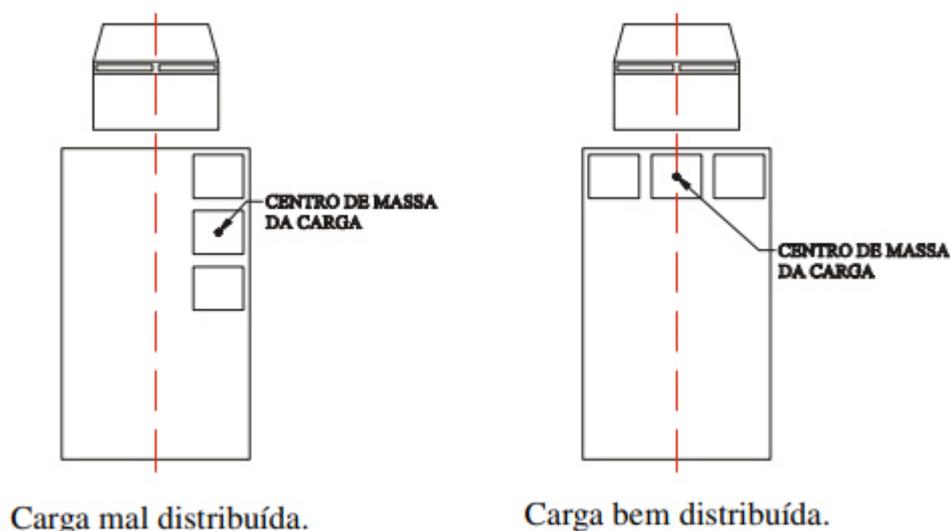
O objetivo do experimento “cadeira humana” é ilustrar, de maneira lúdica, o centro de gravidade do corpo humano a partir das noções de equilíbrio. O experimento não necessita de nenhum aparato físico a não ser o próprio corpo.

O experimento consiste inicialmente em agrupar os estudantes sentados em cadeiras em um formato quadrangular ou qualquer outro. Em seguida, cada estudante deita-se sobre as pernas de seu amigo, à medida que as cadeiras vão sendo retiradas e os estudantes precisam sustentar uns aos outros, sendo que no término quando todas as cadeiras foram retiradas e a sustentação se estabelece somente pelo esforço dos próprios estudantes, conforme a figura 7.2.

O centro de massa de um objeto está relacionado a distribuição de toda massa que o constitui. Resumidamente, o centro de massa representa o ponto no qual toda massa do corpo pode ser concentrada nele e quaisquer forças externas atuando podem ser consideradas sobre ele.

Para ilustrar o conceito, vamos considerar um caminhão de caçamba com duas distribuições para a carga pesada transportada, conforme a figura 7.2.1 a seguir. A localização e a organização da carga na caçamba alteram a posição do centro de massa. Quando a carga está “bem distribuída” na caçamba o centro de massa se localiza exatamente no eixo longitudinal do caminhão. Mas quando está mal distribuída, o centro de massa fica deslocado do eixo longitudinal do caminhão, a sua direita, o que pode interferir diretamente na possibilidade de tombamento na realização de curvas, sobretudo a direita (HALLIDAY,1996, p.125).

Figura 7.2.1 – Distribuição de cargas na caçamba de um caminhão



Fonte: Adaptado de Halliday (1996) e Goldstein (1981).

Outro conceito importante, na discussão do experimento da Estrutura Humana é o centro de gravidade. O centro de gravidade aparece no contexto da interação gravitacional entre o corpo e o planeta Terra, dito de outra forma, representa o ponto de aplicação da força gravitacional no objeto. Em alguns casos, dependendo da geometria simétrica do objeto e da distribuição de massa, o centro gravitacional e o centro de massa podem se coincidir, porém são conceitos físicos distintos (GOLDSTEIN, 1981. p.105).

Quando não há coincidência das suas localizações, é porque, dependendo da geometria espacial do objeto sobretudo quando há significativas variações verticais, como no caso de prédios muito altos, o vetor campo gravitacional pode sofrer variações significativas e com isso deslocar o centro de gravidade. Neste caso, o vetor campo gravitacional na parte mais alta do edifício é menor em relação ao seu valor na base do edifício, assim o centro de gravidade fica deslocado um pouco abaixo do centro de massa (ASSIS, 2008).

Nos casos de correspondência da localização em entre o centro de gravidade e o centro de massa, os objetos apresentam poucas variações das suas dimensões verticais, o campo gravitacional pode ser considerado praticamente uniforme e constante por toda sua extensão. Assim as variações do vetor campo gravitacional são igualmente mínimas o suficiente para serem desconsideradas.

Agora de uma perspectiva da distribuição de massa, em objetos homogêneos, como a massa tem uma distribuição uniforme, o plano de simetria passa pelo centro de gravidade do

corpo, considerando o campo gravitacional uniforme. Caso o objeto tenha uma distribuição de massa heterogênea, o centro de gravidade pode ser determinado pendurando esse corpo por alguns pontos. O centro de gravidade pode ser encontrado pela intersecção das linhas verticais com o ponto de sustentação. Lembrando que o centro de gravidade pode estar fora do corpo (GOLDSTEIN, 1981. p.115).

7.3 – A plataforma giratória

Este experimento demonstra o princípio de conservação do momento angular de um sistema, da mesma forma que contextualiza uma análise a respeito do momento de inércia de corpos em rotação. Exemplos como o de uma bailarina aumentando e diminuindo sua velocidade de rotação conforme abre e fecha os braços, ou mesmo a conservação da inclinação do eixo imaginário de rotação da Terra, podem ser contextualizados a partir da “plataforma giratória”.

A plataforma giratória é construída a partir de duas bases de madeira ligadas por um eixo com rolamento permitindo o movimento de rotação. Um estudante com dois halteres (5 kg cada um) levanta e abaixa seus braços e percebe a alteração de sua velocidade de rotação conforme realiza os movimentos. A Figura 7.3 ilustra a demonstração experimental.

De acordo com a Lei proposta por Newton para descrever o estado inercial dos corpos, sabe-se que um corpo tende a permanecer no estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme quando a somatória das forças que agem sobre ele é nula. O estado inercial de um corpo é alterado quando há uma força resultante não nula atuando sobre ele. Igualmente o princípio da inércia aplica-se a movimentos de rotação.

A propriedade que um corpo apresenta de oferecer resistência a modificações em seu estado de movimento rotacional é chamado de inércia rotacional, ou momento de inércia. Embora a inércia rotacional dependa da massa do corpo assim como a inércia linear, há uma outra variável relevante a ser considerada, a distribuição de massa em relação ao eixo de rotação. O valor do momento de inércia aumenta conforme for a distância entre a maior parte da massa e o eixo de rotação (AZEVEDO, 2015, p.45).

Para exemplificar, vamos considerar um corpo não homogêneo (com diferente distribuição de massa em sua geometria) e colocar o eixo de rotação em três posições distintas. Na primeira posição, o eixo está muito próximo a maior concentração de massa do corpo,

portanto, apresenta uma inércia rotacional pequena, não oferecendo dificuldade em o rotacionar no sentido horário ou anti-horário. Na segunda posição, o eixo de rotação encontra-se um pouco mais distante da concentração de massa do corpo, favorecendo o aumento do momento de inércia do corpo, dificultando um pouco mais a movimentação rotacional. Por fim, na terceira posição, coloca-se o eixo o mais distante possível da concentração de massa, configurando a maior inércia rotacional possível, nesta configuração o único movimento possível é o pendular.

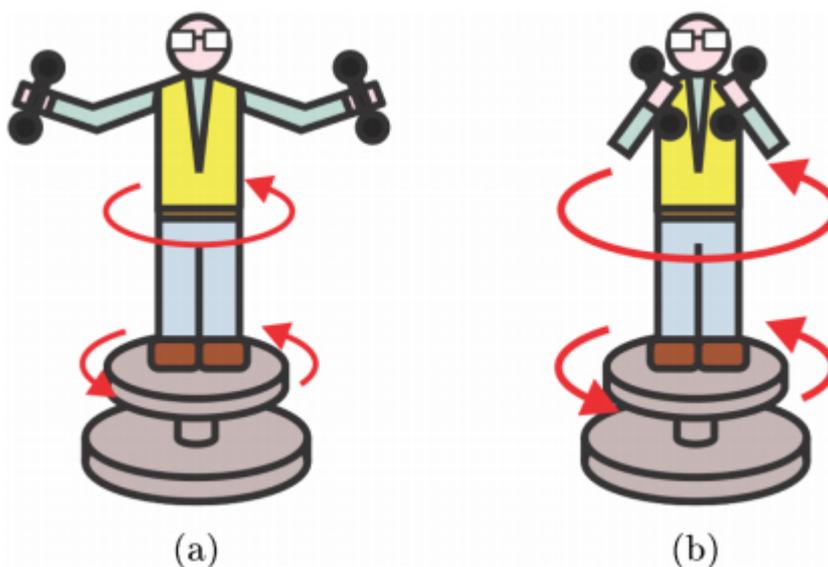
Quando alteramos o estado inercial de um corpo em movimento linear, o fazemos por intermédio de uma força que age no corpo. No caso do movimento racional, também podemos alterar o momento de inércia pela ação de uma força, entretanto a distância de ação da força em relação ao eixo de rotação deve ser considerada para modificar a inércia rotacional. Nesse caso, o “ente” físico que resulta do produto da força com a menor distância (braço ou alavanca) do eixo de rotação é chamado de torque. Então os objetos tendem a girar graças ao torque resultante não nulo (GOMES, 2018).

No movimento circular, assim como ocorre no movimento linear onde se define o momento linear, pode-se expressar o momento angular pelo produto do momento de inércia (I) com a velocidade angular (ω) do objeto. O momento angular ($L = I.\omega$) é uma grandeza vetorial que possui módulo, direção e sentido. E esse momento angular sofre alteração quando há a presença de um torque resultante diferente de zero.

Toda essa discussão conceitual a respeito do momento de inércia e do momento angular aplica-se ao experimento da plataforma giratória, sobretudo quando minimizamos a presença dos torques externos, e com isso se pode demonstrar a conservação do momento angular.

Na experiência proposta, há um participante sobre o centro de uma mesa giratória segurando um halter em cada mão. O experimento inicia-se colocando o participante para rotacionar com os verticalmente braços abertos (Figura 7.3.1a). No momento em que está girando, pede-se ao participante que feche os braços, aproximando os halteres do próprio corpo, e ao fazê-lo percebe que o movimento de rotação está mais rápido agora (Figura 7.3.1b).

Figura 7.3.1 – Movimento de aproximação e distanciamento dos halteres



Fonte: adaptado de Gomes (2018).

Do ponto de vista da Física, podemos afirmar que, ao aproximar os halteres do próprio corpo, os aproxima igualmente do eixo de rotação diminuindo o momento de inércia total I . Como há ausência de torques externos, o momento angular deve permanecer constante tanto com os braços abertos quanto fechados, quando se fecha os braços a velocidade angular aumenta de modo a manter constante o produto $I\omega$.

7.4 – A cadeira de pregos

O objetivo do experimento da cadeira de pregos é ilustrar o efeito da dimensão da área de ação de uma força na pressão exercida sobre um corpo. A cadeira tem em seu assento uma grande quantidade de pregos distribuídos uniformemente e muito próximos uns dos outros. Conforme a Figura 7.4 a seguir.

Figura 7.4 – Experimento da Cadeira de pregos



Fonte: Elaborado pelo autor em parceria com o Centro de Ciências – INOVEE.

O que ocorre nesse experimento da cadeira de pregos pode ser compreendido a partir do conceito de pressão. A pressão conceitualmente pode ser definida como sendo uma força aplicada sobre uma determinada área. Ou seja, quanto maior for a área de aplicação de uma determinada força, menor será a pressão exercida. Para exemplificar, podemos imaginar a situação de pressionar um prego com o dedo polegar e o indicador. Não há dúvidas que sentiremos mais dor no dedo que estiver pressionando a ponta do prego ao invés da cabeça. Isso porque, ao pressionar o prego estamos exercendo uma força de mesma intensidade em ambos os dedos, segundo a lei de ação e reação, porém as áreas de ação da força são distintas. A força aplicada na ponta do prego, uma área muito pequena, terá um valor de pressão muito maior quando comparada com a mesma intensidade de força exercida na cabeça do prego de maior

área. Esta última trará uma sensação de dor muito mais intensa (FEYNMAN *et. al.*, 1967, p. 65).

O mesmo raciocínio pode ser aplicado para a compreensão física da cadeira de pregos. Quando uma pessoa se senta na cadeira com muitos pregos, tem a sua força peso distribuída em muitos pontos de contato diferentes. Com isso, a sua área efetiva de contato pode ser representada pela somatória das áreas dessas várias pontas de prego. e reduz sua pressão, evitando que se perfure com os pregos. Dessa forma, a força peso atuando sobre esta área efetiva produz uma pressão não suficiente para perfurar quem se senta no assento.

7.5 – Os hemisférios de Magdeburg

O experimento consiste em demonstrar a existência da pressão atmosférica, por intermédio de dois hemisférios de cobre de aproximadamente 30 cm de diâmetro em formatos de discos, vedados com uma junta de borracha impedindo completamente a entrada ou saída do ar. Com o uso de uma bomba de vácuo, retira-se o ar do interior do disco esférico. A figura 7.5 representa o aparato utilizado.

Figura 7.5 – Experimento dos Hemisférios de Magdeburg



Fonte: Elaborado pelo autor em parceria com o Centro de Ciências – INOVEE.

A proposta do experimento consiste, após a retirada do ar, em fazer os estudantes puxarem em sentidos opostos cada hemisfério, aplicando uma força de tração nos fios presos

em cada disco, com o objetivo de separá-los. Nessa situação, ou o ar exerce uma pressão, ou há uma força de sucção agindo. Como foi retirado significativo volume de ar do interior dos hemisférios com a bomba a vácuo, a pressão interna reduziu significativamente, próximo do estado de vácuo, ou seja, ausência mínima ou nula de matéria. Portanto, a ideia da força de sucção interna não faz sentido, já que o nada não é capaz de exercer força alguma. Dessa forma, conclui-se que o que mantém os hemisférios unidos é a força peso do ar, ou seja, a pressão atmosférica (FEYNMAN, 1967, p. 70-75).

Podemos exemplificar a experiência comparando-a com a dificuldade em se abrir *freezer* ou refrigeradores após fechar suas tampas ou portas de vedação. Isso porque, ao abrir ocorre um aumento da temperatura interna e quando se fecha essa temperatura deve ser reduzida novamente. Como pressão e temperatura são grandezas diretamente proporcionais, com a diminuição da temperatura se reduz igualmente a pressão interna do refrigerador. A variação da pressão interna e externa ocasiona uma dificuldade para se abrir a porta uma vez que a pressão externa é maior. No entanto, após alguns momentos, a temperatura alcança o equilíbrio e passa a manter-se constante, por efeito as pressões se igualam reduzindo a dificuldade anterior para abrir a porta.

7.6 – A máquina de Winshurst

O experimento é constituído por dois discos de acrílico distanciados que rotacionam em sentidos contrários quando impulsionados por uma manivela acoplada a seus eixos, conforme a figura 6.6. Há nestes discos acrílicos fitas retangulares de alumínio dispostas sequencialmente em espaçamentos iguais, cobrindo uma faixa circular na extremidade do disco. Faz parte igualmente da estrutura, duas barras neutralizadoras fixas sobre o eixo de rotação do disco, além de terminais de descargas e coletores de carga estática.

Figura 7.6 – Experimento da Máquina Winshurst.



Fonte: Elaborado pelo autor em parceria com o Centro de Ciências – INOVEE.

O objetivo da máquina Winshurst é gerar eletricidade estática a partir de um processo de eletrização por atrito e posteriormente por indução. Em região próxima ao coletor, por estar em atrito com as fitas retangulares de alumínio, existe o surgimento de uma carga elétrica induzida. Esta fita eletricamente carregada induz uma diferença de potencial de natureza oposta na fita de alumínio disposta no outro disco. Conforme o disco se movimenta, paulatinamente as demais fitas de alumínio vão sendo eletrizadas por indução eletrostática, em um determinado momento, todas as fitas estarão submetidas a mesma diferença de potencial em decorrência do processo de indução. Quando o sistema estiver devidamente eletrizado, surgirá uma tensão nos terminais de descarga, que em razão do distanciamento entre os terminais produz uma faísca, que rompe a rigidez dielétrica do ar (NUNES e SANTOS, 2011, p. 20 -35).

Há algumas variáveis que interferem diretamente no processo de eletrização eletrostática da máquina de Winshurst. São eles, a quantidade de coletores assim como o distanciamento entre eles e a área superficial de exposição de cada um, a rigidez dielétrica do ar e a velocidade de rotação dos discos.

7.7 – O gerador eletrostático de Van de Graaff

O Gerador eletrostático de Van der Graff é um dispositivo experimental que tem por objetivo a geração de tensão de alta magnitude. Em linhas gerais, o experimento consiste em um voluntário, de preferência de cabelos lisos, sentado em um banco de plástico, coloca suas mãos na esfera do gerador, e quando ligado, tem os seus cabelos levantados e arrepiados em

decorrência de uma eletrização gerada pela máquina em razão de um campo elétrico gerado. A figura 7.7 ilustra a situação descrita.

Figura 7.7 – Experimento do Gerador eletrostático de Van der Graff



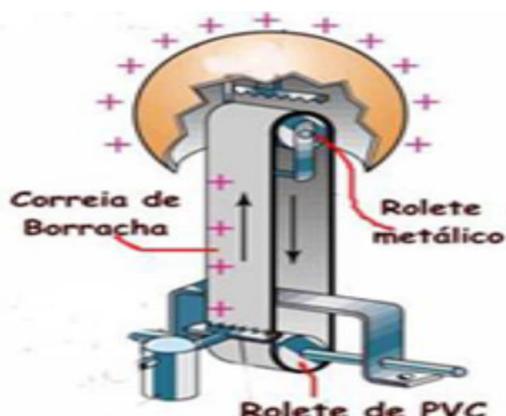
Fonte: Elaborado pelo autor em parceria com o Centro de Ciências – INOVEE.

O gerador é constituído de uma grande esfera oca apoiada em uma coluna cilíndrica isolante. No interior dessa coluna, há uma esteira de borracha que se movimenta impulsionada por um motor, na sua parte superior, ocorre a fricção da borracha com um conjunto de tiras de metal em formato de pente, ocasionando um significativo potencial negativo em relação ao solo. Como o campo elétrico no interior de um condutor tem o seu módulo sempre nulo, as transferências de elétrons que ocorrem no processo de atrito entre o pente metálico e a borracha, transfere significativa quantidade de elétrons para a superfície da esteira de borracha, que sequencialmente são conduzidos e transferidos para superfície da cúpula oca condutora (SAAD, 2010).

Como os elétrons se repelem uns aos outros, vão aos poucos se transferindo para a superfície externa da cúpula condutora, tendo em vista que as cargas eletrostáticas permanecem sempre na parte externa de qualquer condutor. Dessa forma, a parte interna permanece-se descarregada e então propícia a receber novo fluxo de elétrons transferidos pela esteira.

A esteira de borracha se movimenta sobre dois roletes cilíndricos, um de PVC e o outro metálico. Segundo a série triboelétrica, o PVC tem uma maior tendência de atração de elétrons em relação a borracha, por essa razão, no contato PVC-borracha, a superfície de PVC faz a captura dos elétrons da correia e fica com excedente de cargas negativas e a superfície interna da correia com excedente de cargas positivas. Esquema do gerador na figura 7.7.1

Figura 7.7.1 – Esquema do Gerador eletrostático de Van der Graff



Fonte: Instituto de Física – Unesp/Rio Claro – Experimentações em Física.

Considerando as áreas de superfície do rolete e das pontas metálicas em formato de pente e do próprio movimento da correia, a intensidade do campo elétrico é muito mais significativa na região entre o rolete e o pente metálico. Os elétrons livres das pontas são então repelidos até a carcaça do motor (região onde o pente está ligado) deixando as pontas carregadas positivamente.

As pontas metálicas têm a propriedade de gerar um campo elétrico em significativo em intensidade, conhecido como efeito das pontas – os elétrons se acumulam mais nas pontas – e, por essa razão, produzem o efeito conhecido como o” efeito corona” (ionização do ar) fenômeno de retirada de elétrons de algumas moléculas presentes no ar. Dessa forma, surge elétrons e íons positivos na região entre as pontas e o rolete inferior (PVC). De tal forma que os elétrons são atraídos pelas pontas metálicas e os íons positivos são atraídos pelo rolete negativo.

No rolete superior (metal) ocorre o processo inverso. No processo de contato entre o rolete metálico e a borracha, há uma migração espontânea dos íons positivos da correia para o rolete, deixando-o com cargas positivas e a superfície interna da borracha com cargas negativas. Como há significativo volume de cargas positivas no rolete metálico, as cargas positivas que estão na correia são então transferidas para o pente que está conectado com a cúpula de alumínio. Desse modo, as cargas espalham-se na cúpula de tal maneira que fiquem o mais distante possível já que há uma repulsão mútua entre elas (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p. 68).

Apenas a título de exemplo numérico, conforme se dá o funcionamento do gerador mais cargas vão sendo acumuladas, o que aumenta cada vez mais o potencial elétrico e o campo elétrico da cúpula esférica, alcançando o limite de 30 000 volts por centímetros quadrados, quando o ar inicia a sua ionização.

7.8 – A garrafa de Leyden

O dispositivo da Garrafa de Leyden usado no experimento é um capacitor, o qual tem por objetivo o armazenamento de energia elétrica, normalmente utilizado em diferentes circuitos eletrônicos. A proposta do experimento é reunir um grupo de participantes formando uma grande corrente humana, constituindo um circuito elétrico quando as extremidades se ligarem por intermédio da garrafa de Leyden. A figura 7.8 ilustra a proposta do experimento.

Figura 7.8 – Experimento da Garrafa de Leyden



Fonte: Elaborado pelo autor em parceria com o Centro de Ciências – INOVEE.

Simplificadamente podemos constituir um capacitor a partir de duas placas paralelas condutoras distanciadas por uma diminuta distância, de tal forma a não se tocarem. A garrafa de Leyden, igualmente se constitui mediante o mesmo princípio, as placas nesse caso

são o papel alumínio que envolve a garrafa e a barra de cobre. No entremeio, fazendo o papel de dielétrico, está a água.

Como o capacitor tem a função de armazenar energia elétrica, é preciso carregá-lo, e para fazê-lo basta conectar as placas a um aparelho carregador, por exemplo uma bateria, estimulando assim que os elétrons se transfiram de uma placa para outra. Essa movimentação de cargas elétricas se estabelece quando o polo positivo da bateria conectada a uma das placas, induz a movimentação dos elétrons com a criação de um campo elétrico, e conseqüentemente de força elétrica, forçando a movimentação dos portadores de carga elétrica. Esses elétrons transferidos pela bateria para o polo negativo por intermédio da segunda placa (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p. 28 - 30).

Esse mecanismo garante que as placas do capacitor adquiram cargas de mesma intensidade, porém com sinais opostos, a placa com carga positiva conectada ao polo positivo e a placa com carga negativa ligada ao polo negativo. Durante o carregamento, vai surgindo paulatinamente um vetor campo elétrico com módulo, direção e sentido entre as placas. No momento em que a diferença de potencial (d.d.p) entre as placas se iguala à d.d.p entre os polos da bateria, finda-se o carregamento da garrafa de Leyden.

Vale destacar, caso não exista nada entre as placas de um capacitor, o ar atua como o próprio dielétrico. Nesse processo de carregamento, com o passar do tempo o acúmulo de cargas no capacitor faz com que o campo elétrico atinja sua intensidade máxima, a d.d.p entre as placas pode ser suficiente para romper o meio dielétrico, estabelecendo um caminho condutor entre as placas. O objetivo do dielétrico é justamente o de dificultar a ruptura para o fluxo de elétrons entre as placas, dessa forma, o campo elétrico precisa alcançar um maior valor para conseguir romper o dielétrico, com isso se consegue melhores armazenamentos de cargas elétricas. Portanto, a energia armazenada em um capacitor é resultante do trabalho da força elétrica para carregá-lo. Assim, a energia fica armazenada no campo elétrico que surge entre as placas.

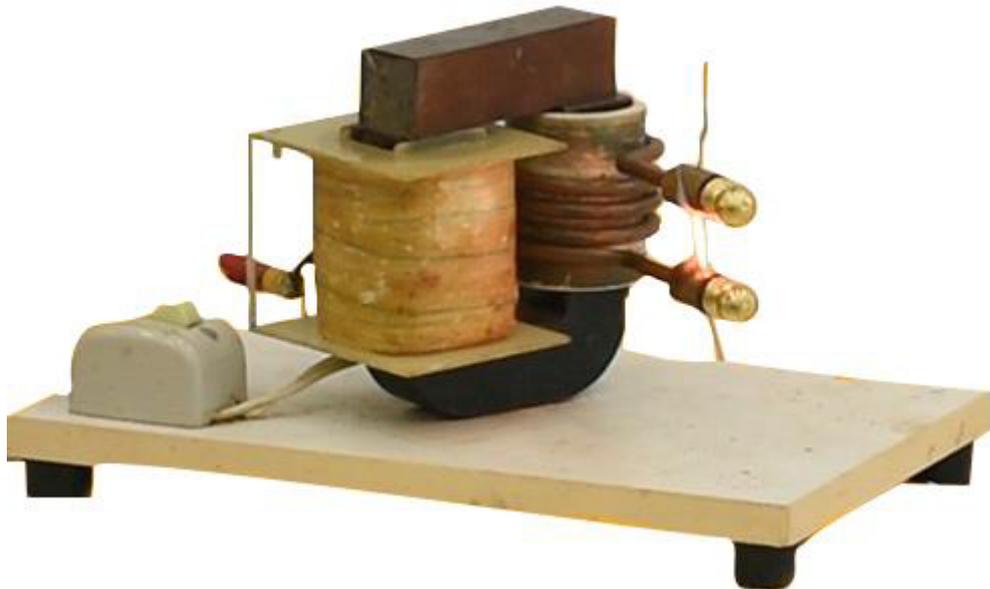
O mecanismo de descarregamento é justamente a ruptura do dielétrico, ou seja, criar um fluxo condutor de elétrons entre as duas placas. Isso ocorre, quando o grupo de participantes forma o circuito fechado com o capacitor, uma corrente contínua se estabelece dando a sensação do choque elétrico no grupo participante. A corrente elétrica contínua que se forma em decorrência da descarga do capacitor (garrafa de Leyden), não tem a intensidade e tensão

suficiente para que ocorra algum efeito fisiológico nocivo aos participantes da corrente humana, apenas sentem o choque elétrico.

7.9 – O transformador de baixa

O experimento consiste em ilustrar o transporte de energia elétrica não apenas por fios condutores, mas também transportar através do espaço com o auxílio de um transformador de baixa. Um participante nos terminais da bobina secundária do transformador e não percebe sensorialmente nenhuma ocorrência. Em seguida, utilizando uma lâmpada de tubo fluorescente, aproxima nos mesmos terminais do transformador e percebe o fluxo de elétrons rompendo a rigidez dielétrica do ar e acendendo a lâmpada. O mesmo fenômeno pode ser observado quando um fio de cobre, sendo percorrido pela corrente elétrica transportada, libera luz e calor. A figura 7.9 ilustra o aparato experimental do transformador de baixa.

Figura 7.9 – Experimento do Transformador de baixa



Fonte: Elaborado pelo autor em parceria com o Centro de Ciências – INOVEE.

Estruturalmente, o transformador de baixa é formado por duas bobinas, uma primária ligada a uma fonte de potência elétrica, e uma secundária responsável por liberar a tensão a um circuito elétrico. Caso circule uma corrente elétrica na bobina primária, embora não se estabeleça uma conexão direta entre as duas bobinas, surgirá um fluxo de elétrons

igualmente na bobina secundária, por um pequeno intervalo de tempo. Se interromper a corrente elétrica na bobina primária, se tem novamente um fluxo de elétrons na bobina secundária, porém agora em sentido contrário (SAAD, 2010).

O fluxo de corrente elétrica circulante na bobina primária, produz um campo magnético variável, que com o passar do tempo aumenta gradativamente. Em razão da próxima distância entre as bobinas, esse campo magnético provoca uma indução de força eletromotriz na bobina secundária. Todavia, essa indução é momentânea, dura enquanto a corrente e o campo magnético variam no tempo, quando se interrompe essa variação deixa igualmente de existir a força eletromotriz induzida na bobina secundária. Todo esse fenômeno é baseado na lei de indução eletromagnética de Faraday-Lenz (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p. 50).

É possível intensificar a intensidade do campo magnético produzido, colocando um núcleo de ferro no interior de ambas as bobinas. Com isso, as linhas de campo magnético produzidas pela bobina primária, na presença do núcleo, serão confinadas e conseqüentemente aumentará a intensidade do campo. O campo magnético intensificado age na bobina secundária produzindo um aumento temporário no fluxo de corrente elétrica. Lembramos que, para a produção de um campo magnético variável no tempo utilizamos uma fonte de corrente alternada ligada a bobina primária.

Para regular a tensão de entrada e de saída de um transformador, é preciso estabelecer relações de proporcionalidade entre o número de espiras de uma bobina em relação a outra. Por exemplo, duas espiras (primária e secundária) com o mesmo número de espiras irá produzir tensões alternadas de entrada e de saída equivalentes. Agora se o número de espiras for maior na bobina secundária em relação à primária, a tensão alternada produzida nesta bobina será maior do que a tensão resultante na bobina primária. Neste caso a tensão de saída foi elevada.

O caso inverso também é verdadeiro. Vejamos, em uma outra situação vamos considerar a bobina primária possuindo um maior número de espiras do que a secundária. A tensão alternada induzida na bobina secundária terá um valor menor quando comparada com a tensão na bobina primária. Nesta outra montagem entre as espiras das bobinas tem-se uma redução da tensão de saída do transformador.

Em todas essas situações anteriores, de manutenção, aumento ou diminuição da tensão induzida, deve-se considerar que a conservação de energia está regulando todo o processo de normatização das tensões. Assim, quando há uma combinação entre as bobinas que

induz um aumento na tensão induzida de saída, o fluxo de corrente elétrica na bobina secundária é menor do que aquele que circula na bobina primária, e o transformador no processo transfere a energia de uma bobina para a outra. Todavia, deve ficar claro que ocorre apenas a transferência da energia, sem a alteração do seu montante, conservando a energia utilizada pela bobina primária e pela bobina secundária. E essa taxa com a qual a energia vai sendo transmitida recebe o nome de potência elétrica (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p. 70).

A título de exemplo, os postes que encontramos em ruas e avenidas, ilustram bem a funcionalidade dos transformadores. Invariavelmente, são utilizados para adequar a corrente elétrica e a tensão vindas das linhas de transmissão segundo as necessidades dos consumidores, sejam eles domésticos ou industriais. Portanto, com o objetivo de atender a essas demandas de maior e menores valores nominais de tensão e corrente elétrica, a potência elétrica circulante deve permanecer constante, seguindo a expressão matemática $P = V.I$, em que I é a corrente elétrica que flui pelo condutor, V representa a tensão (d.d.p) e P é a potência elétrica.

Normalmente, para reduzir os desperdícios nos processos de transmissão de energia elétrica por intermédio dos fios, entre os geradores e os consumidores finais, a tensão tem o seu valor elevado e a corrente tem sua intensidade reduzida, mantendo a potência constante durante a transmissão. Se inverso fosse feito, alta corrente e baixa tensão os condutores se aqueceriam significativamente em razão do Efeito Joule, o que demandaria condutores de maiores calibres para reduzir a resistência elétrica à passagem do fluxo de elétrons, tornando a transmissão mais cara financeiramente e inadequada.

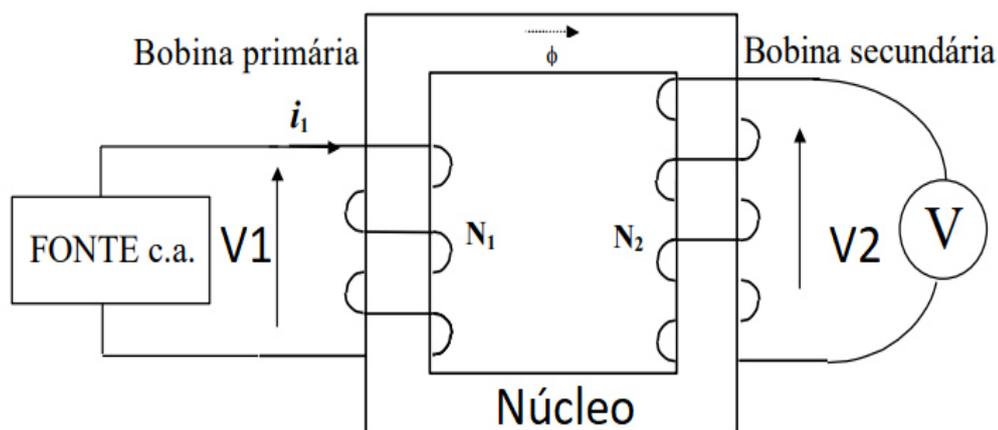
Portanto, considerando os custos de transmissão e menor dispêndio de energia, com um melhor rendimento de transporte de energia elétrica, foi necessário a implantação dos transformadores nas saídas dos geradores, com o objetivo de aumentar a tensão e reduzir a corrente, e dos transformadores nos postes com a finalidade de reduzir a alta tensão da transmissão e aumentar a corrente elétrica, para o consumidor final.

O transformador utilizado no experimento é um “transformador de baixa”, que tem a função de reduzir a tensão de entrada. Estruturalmente, possui uma bobina primária com 400 espiras, uma secundária com apenas 5 espiras e um núcleo de ferro e silício. A tensão da rede elétrica de 110 V é ligada a bobina primária. De acordo com a lei de conservação de energia, pode-se expressar a seguinte relação matemática para calcular a tensão de saída $V1/N1 = V2/N2$ ($V1$ tensão de entrada, $V2$ tensão de saída, $N1$ número de espiras da bobina primária, $N2$

número de espiras da bobina secundária), considerando durante o processo a potência de entrada e de saída como sendo equivalentes.

No momento em que se passa uma corrente elétrica pela bobina primária e, conseqüentemente, surge um campo magnético variável no núcleo de ferro e silício, as linhas de força do campo magnético alteram seu sentido na frequência de 60 vezes a cada segundo, seguindo a frequência da corrente alternada de 60 Hz, em decorrência, há a indução de uma tensão (força eletromotriz) na bobina secundária de 2,20 V. Não podemos esquecer que não há entre as bobinas nenhum condutor de conexão. Como já detalhamos anteriormente, a indução da corrente e da força eletromotriz na bobina secundária, caracteriza o fenômeno descrito pela Lei de Faraday Lenz. Esquema representado na figura 7.9.1.

Figura 7.9.1 – Esquema do transformador com as duas bobinas



Fonte: Adaptado pelo autor.

Além das *Lectures demonstrations*, os visitantes têm acesso ao *hall* de exposições, ou seja, o Centro de Ciências. Esse recinto é um espaço de 60 m² onde existem diferentes equipamentos experimentais expostos para a demonstração de diferentes fenômenos. A finalidade é, a partir da discussão com os visitantes os conceitos científicos que embasam o princípio de funcionamento dos equipamentos experimentais, promover a divulgação científica.

Dessa forma, cada um dos equipamentos experimentais apresentados nas exposições é reapresentado num contexto mais intimista, com um número reduzido de visitantes, já que estes se encontram distribuídos em torno dos diferentes experimentos.

Diferentemente da “apresentação de Energia”, no qual a fala é centralizada no palestrante que comanda a apresentação dos equipamentos para todo o público, na mostra, cada

experimento é explicado por um monitor específico para um grupo menor de visitantes. Nesse caso, a possibilidade de interações mais significativas, sejam elas de cada visitante com o monitor ou de cada visitante com o equipamento experimental, podem ocorrer.

8. A ESCOLA PARTICIPANTE DA PESQUISA

A escola participante tem uma das maiores redes de ensino particular, composta por 145 escolas, presentes em 112 municípios do Estado. Oferece as modalidades de ensino: Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Educação Profissional Técnica e Educação de Jovens e Adultos.

A proposta pedagógica da escola está vinculada ao uso e à otimização dos diferentes espaços, como maneira de subsidiar o processo de aprendizagem. Nas escolas há espaços como laboratório de informática educacional; laboratórios de física, química e biologia; biblioteca; sala multiuso; refeitório; e quadras poliesportivas, e outros que favoreçam as práticas pedagógicas.

Assim, o projeto educacional de ensino baliza sua ação pedagógica em fundamentos e pressupostos curriculares descritos em seu Referencial Curricular. Esse currículo tem como base uma concepção de educação que engloba o ensino, a aprendizagem e a pesquisa em uma abordagem sociointeracionista, que considera o diálogo como fator preponderante no processo de ensino e aprendizagem.

Esse tipo de organização curricular tem a interdisciplinaridade como princípio, não se restringindo a uma determinada área, de forma a se relacionar, também, com os componentes curriculares de outras áreas.

Isso significa que só é possível apreender a realidade em sua totalidade a partir de uma abordagem interdisciplinar do conhecimento, pois dessa forma aproxima-se a experiência escolar de situações e problemas reais. Por isso é tão importante que a interdisciplinaridade se apresente como um eixo básico da organização curricular e se concretize na ação em sala de aula com base na consolidação de práticas, posturas e atitudes interdisciplinares que se predisponham a olhar por diferentes perspectivas uma mesma questão (THIESEN, 2008).

A respeito de “apreender a realidade em sua totalidade”, Thiesen (2008) considera que esta apreensão é relativa, uma vez que ninguém, em nenhum lugar, tem condições de

apreender o conhecimento total de algo. Neste sentido, é mister afirmar que o ensino por meio da interdisciplinaridade não renuncia os conhecimentos específicos de cada componente curricular e área de conhecimento, mas valoriza o potencial de interlocução entre diversos campos de saberes.

Nesse contexto, buscando meios de articular a realidade externa a escola com a dinâmica pedagógica interna, ao mesmo tempo fazendo acontecer propostas intradisciplinar (alinhado com uma abordagem de ensino formal), interdisciplinar (abordagem de ensino não-formal) e transdisciplinar ¹⁵, o currículo da escola, em 2016, incorpora em sua estrutura a disciplina “Eixo Integradores Interáreas”. O Eixo Integrador é uma estratégia de interdisciplinaridade, onde os estudantes têm a oportunidade de conhecer, integrar e aplicar conteúdos e experiências numa perspectiva de diálogo e interação para a solução de desafios.

Além da interdisciplinaridade, outros dois elementos estruturantes são fundamentais na organização curricular do Eixo Integrador Interáreas:

a dialogicidade e a contextualização. O primeiro possibilita uma ação indagadora e argumentativa, em um movimento constante de análise e síntese da realidade. A contextualização, por sua vez, tem o papel de evidenciar o contexto da produção de determinado conhecimento, trazendo à tona os aspectos reais da vida pessoal, cultural, econômica e social (Referencial Curricular, 2016, p.50).

Assim, nos ensinos fundamental e médio, o Eixo Integrador Interáreas é proposto com o objetivo de ampliar a capacidade dos estudantes a olhar para a complexidade do mundo, a articular os conhecimentos dos diversos componentes no entendimento do mundo e na resolução de problemas.

Essa proposta curricular da escola, que considera os componentes curriculares das áreas do conhecimento a partir de uma perspectiva interdisciplinar, de maneira a considerar o estudante inserido numa realidade complexa, com múltiplas problemáticas passíveis de análises críticas, e que apenas uma proposta pedagógica integralizadora, faz sentido para auxiliá-lo na leitura crítica e na tomada de decisão no cenário dos problemas contemporâneos.

Sem dúvidas, esta compreensão do fenômeno educativo considera que outras formas de aprendizagens não escolares, igualmente podem somar o rol de conhecimento dos

¹⁵ Para além do trabalho intra e interdisciplinar, é necessária uma reflexão sobre uma visão transdisciplinar do conhecimento, termo, este, criado por Jean Piaget e que tem sido debatido e estudado por pesquisadores desde então. Segundo Basarab Nicolescu, um dos mais atuantes e respeitados físicos teóricos no cenário científico contemporâneo, a transdisciplinaridade “como o prefixo ‘trans’ indica àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento” (NICOLESCU, 1999, p. 16).

estudantes, e muitos desses conhecimentos, são adquiridos em processos não formais de educação, como é o caso das aprendizagens em Centros de Ciências. O conhecimento das Ciências não é exclusivo da formação escolar, outros espaços não formais contribuem como complementares ao processo formativo.

Este entendimento educacional, foi determinante para participação da escola nesta pesquisa. Inclusive, quando foi apresentada à proposta de envolver os estudantes do terceiro ano do Ensino Médio numa atividade extraclasse de visitação ao Centro de Ciências, a equipe gestora da escola afirmou o quanto tal atividade estava em consonância com os pressupostos teóricos e metodológicos da Rede de Ensino.

9. RESULTADOS DOS ELEMENTOS DE ANÁLISE

Esta tese tem como objetivo contribuir com o desenvolvimento do repertório científico-cultural dos estudantes em razão da participação em uma mostra no Centro de Ciências, localizado no campus da UNESP da cidade de Guaratinguetá\SP. Para tanto, 23 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola privada, foram envolvidos em uma atividade de visitação e participação no Centro de Ciências.

Neste capítulo apresentamos os resultados coletados no processo de pré-análise e exploração do material (fase de organização e codificação). Os processos foram realizados para as respostas dos questionários e da discussão coletiva. Buscamos com esse processo, interpretar os sentidos produzidos pelos estudantes expositores e ouvintes, nas três fases de desenvolvimento da atividade: a formação no centro de ciências, a exposição científica e a discussão coletiva. Entretanto, antes de participarem das atividades propostas junto ao centro de ciências, os estudantes foram divididos em dois grupos (expositores e ouvintes) com base em seus próprios interesses. Na sequência, apresentamos as razões que levaram os estudantes a optarem por um desses dois grupos e a motivação deles em participar da atividade desenvolvida com o centro de ciências.

9.1. A seleção dos estudantes expositores e ouvintes

Neste subcapítulo apresentamos uma breve descrição da seleção dos estudantes expositores e ouvintes, com algumas observações registradas pelo pesquisador durante este processo. Em seguida, expomos as respostas coletadas no “Questionário 1” referente à compreensão dos estudantes expositores a respeito de conceitos físicos que estariam presentes nas atividades experimentais propostas na mostra do Centro de Ciências.

Objetivamos, em seguida, realizar o levantamento das unidades de análise (referenciação dos índices, elaboração de indicadores e recortes em unidades de contexto e de registro). No término, vamos categorizar os discursos encontrados.

Os estudantes foram convidados pelo professor de Física a participarem voluntariamente de uma atividade de visitação ao Centro de Ciências. Esta visitação aconteceu em uma formatação distinta daquela comumente realizada em experiências de ensino não-formal fora do ambiente escolar, a qual, normalmente, coloca os visitantes em papéis passivos sem maiores intera es, com exceção daqueles normalmente organizados pela institui o ou espaço visitado. A seguir consta uma descrição da justificativa apresentada aos estudantes durante o processo de seleção.

Embora as contribui es dessa forma de vivência sejam ainda muito oportunas, sobretudo, por despertar o interesse dos visitantes para as temáticas científicas e tecnológicas apresentadas nesses espaços não formais, acreditamos que, em termos de aprendizagem, os seus efeitos podem ser menos expressivos por inúmeras razões.

Não iremos aqui detalhar todas estas razões, a título de exemplo, citamos algumas: o tempo de visitação comumente sendo bem reduzido; a quantidade de conhecimentos e informa es apresentadas sequencialmente sem o tempo necessário de maturação e entendimento; a impossibilidade de intera o com um monitor ou um parceiro mais capaz para esclarecer dúvidas e questionamentos; a ludicidade muitas vezes exagerada em algumas apresenta es, distorcendo a imagem da ciência e da própria produção do conhecimento científico; enfim, práticas não-formais que muitas vezes se melhor trabalhadas podem apresentar resultados mais expressivos de aprendizagem para o público que frequenta esses espaços.

Nessa direção, e ciente dessas dificuldades normalmente enfrentadas, organizamos e aplicamos em parceria com o Centro de Ciências uma prática de ensino não-formal, com uma proposta diferenciada das comumente praticadas em uma visitação normal a esses espaços. Esta atividade de educação não formal proposta, não foi elaborada, superficialmente, tomando por referência somente as dificuldades citadas. Partimos de importantes estudos na área de educação não formal, apresentados nos capítulos anteriores, em que apontamos suas perspectivas para o desenvolvimento de práticas de ensino não-formal e a forma de articular esta modalidade de educação com o ensino formal, característico do ambiente cotidiano dos estudantes e sujeitos desta pesquisa.

Ademais, buscamos estruturar e organizar os objetivos pedagógicos da atividade proposta aos pressupostos da cultura científica e da teoria histórico-cultural proposta por

Vygotsky. Esta última, servindo como dispositivo de compreensão do processo de ensino e de aprendizagem dos discursos produzidos pelos estudantes durante a visitação.

Portanto, de maneira resumida, a atividade proposta foi organizada em três fases distintas, são elas:

- i. a formação dos estudantes expositores no Centro de Ciências e a apresentação no dia da mostra;
- ii. a visitação dos estudantes ouvintes no dia da mostra; e
- iii. a socialização coletiva dos estudantes expositores e visitantes, com base em discussões de natureza tecnocientíficas e suas relações com a sociedade, economia, meio ambiente etc.

Após essa breve descrição apresentada aos estudantes realizamos o processo de seleção. Foram feitas três perguntas aos estudantes. (1) Você tem interesse em participar de uma visitação ao centro de ciências? (2) Caso sim, deseja participar como um estudante expositor ou ouvinte? Por quê? (3) Você tem afinidade com a área de Ciências da Natureza?

Os estudantes expositores e os estudantes ouvintes foram selecionados com base no próprio interesse pela participação. Apresentamos a proposta de atividade que seria desenvolvida junto ao Centro de Ciências a todos os estudantes do 3º ano do Ensino Médio, e a necessidade da formação de dois grupos de estudantes (expositor e ouvintes) para participação da atividade. Esclarecemos que, a participação não era obrigatória e cada estudante teria a liberdade de optar por qual dos grupos gostaria de participar. Caso optasse por não participar da visitação ao Centro de Ciências, ficaria igualmente desimpedido das atividades previstas para esses dois grupos, entretanto, no dia da visitação desenvolveria as atividades pedagógicas normais propostas pelo currículo escolar.

De forma geral, a participação dos estudantes deu-se quase que na totalidade, apenas dois deles optaram pela não participação por conta de razões pessoais. Quanto à formação dos grupos ficaram em média o mesmo número de estudantes para cada grupo (expositor e ouvinte). Apesar de não termos realizado uma pergunta direta no questionário do porquê da escolha deste ou daquele grupo, observamos no dia que as escolhas foram baseadas em afinidades com as áreas de Ciências da Natureza e em função da permanência de grupos pré-existentes do convívio em sala de aula. Nós não interferimos nas escolhas dos estudantes, apenas observamos suas justificativas ditas direta ou indiretamente.

Mesmo que essas escolhas fossem tomadas por sentimentos de afinidades entre os estudantes ou mesmo por uma correspondência com a área de ciências, isto representa um dado importante para compreender o desenvolvimento cognitivo do estudante. Normalmente, no contexto educacional a motivação dos estudantes representa um desafio considerável que se deve enfrentar. Sobretudo, por estar relacionada diretamente com a qualidade do comprometimento do estudante com o processo de ensino e de aprendizagem (ALCARÁ e GUIMARÃES, 2007). De acordo com Vygotsky (1986), um elemento importante para o processo de aprendizagem é a motivação daquele que aprende. Um estudante motivado naturalmente busca novos conhecimentos e meios de adquiri-los, demonstrando comprometimento com as experiências de aprendizagem e participando com entusiasmo dos desafios propostos.

Por essa razão, gravamos em vídeo a apresentação para registrar os estudantes mais motivados em participar das atividades que seriam propostas. No decorrer das análises, iremos investigar se há uma relação causal entre a motivação inicial com a área das ciências e o envolvimento do estudante com as atividades propostas para a aprendizagem dos conteúdos apresentados no Centro de Ciências; e se há uma correspondência entre a motivação do estudante por ocupar a função de estudante-expositor com um melhor desempenho no processo de assimilação dos conhecimentos científicos apresentados.

9.2 A motivação dos estudantes em participar da atividade

Para referenciar os estudantes participantes desta pesquisa, vamos adotar nomes fictícios. Dessa forma, o grupo dos estudantes-expositores são: *Marcela, Jorge, Camila, Michele, Laura, Roberta, Daniel, Rafael, Ana Flávia e Patrick*. O grupo de estudantes-ouvintes são: *Daniela, Fernanda, Deivid, Miguel, Valquíria, Estefani, Andréia, Junior, Patrícia, Lucas, Gustavo, Luana e Fábio*.

De início, destacamos os estudantes *Jorge, Laura, Patrick e Ana Flávia* que escolheram atuar como expositores por afinidade com a área de ciências. Os estudantes *Roberta, Daniel, Rafael, Michele e Camila* optaram por atuar como expositores, justamente, por conta da curiosidade e vontade de ocuparem essa função no dia da mostra. Diferentemente do outro grupo, estes estudantes-expositores estavam visivelmente motivados por participarem das atividades que seriam desenvolvidas no Centro de Ciências.

A concepção de motivação deve ser tratada com muito cuidado, em razão da sua popularidade no cotidiano, nos debates midiáticos, nas literaturas tão divulgadas de autoajuda, em suma, por estar fortemente presente no conhecimento comum. Para conceituar a motivação e, por conseguinte, o estado de motivação dos estudantes, partimos do constructo de Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI) proposto por Vygotsky. Com o auxílio da ZDI torna-se possível perspectivar dois horizontes de entendimento da motivação (relacionada ao processo de aprendizagem). O primeiro deles, quando o estudante participa de uma comunicação de conhecimentos e ideias que extrapolem os seus conhecimentos reais e imediatos, ou seja, quando a fala ocorre em um nível além da ZDI do estudante. Nesta situação, há fortes indícios de uma comunicação incompreendida, muito provavelmente, despertando o desinteresse e, por fim, a desmotivação do estudante.

Um segundo horizonte, se estabelece quando a comunicação do interlocutor está na Zona de Desenvolvimento Real e/ou Imediato do estudante. Neste caso, a fala se dá acerca de temas que o estudante já compreende ou tem o potencial para assimilá-lo com a presença de um parceiro mais capaz. Assim, em uma conversa com este nível de correspondência de ideias e pensamentos, poderíamos pensar em um estudante motivado e interessado com os temas discutidos. Portanto, a ZDI delimita, de maneira geral, uma região segura onde se pode comunicar conhecimentos e ideias e existir nesse processo razoáveis chances de estar presente a motivação dos estudantes. Claro que essas relações não são mecânicas, haja vista, tratarmos de um processo significativamente intersubjetivo.

Nessa direção de entendimento, classificamos os estudantes como motivados pelo interesse que demonstraram com as atividades propostas, pelos questionamentos a respeito dos experimentos que seriam desenvolvidos, pelas indagações sobre as funções a serem executadas pelo expositor, pela curiosidade de participar mais ativamente com o Centro de Ciências, enfim, indagações essas que expressaram interesse e motivação. Da perspectiva vygotskyana, ela surge em decorrência da compreensão comunicativa entre a ZDI desses estudantes e a fala do pesquisador, apresentando os temas e encaminhamentos da atividade proposta.

Quanto aos estudantes que optaram em participar como ouvintes, com exceção dos estudantes *Fábio, Daniela e Fernanda*, os demais demonstraram interesse por participar das atividades. Esses estudantes desmotivados, praticamente não propuseram questionamentos de qualquer natureza a respeito das atividades que foram propostas naquela ocasião, tanto em relação à ida ao centro, quanto às atividades que seriam propostas naquele ambiente. Por essa

razão, classificamos eles como desinteressados ou desmotivados com a atividade de visitação ao Centro de Ciências. Nesse sentido, segundo a perspectiva vygotskyana, há indícios de que a fala do pesquisador não alcançou correspondência nas zonas de desenvolvimento real e imediato desses estudantes, provocando possivelmente um desinteresse e desmotivação.

Entretanto, temos a ciência de que esta classificação não pode, e muito menos deve, ser considerada absoluta. Pois, podem existir outras variáveis de naturezas afetiva e/ou emocional que corram para a tomada de decisão desses estudantes, afetando o seu comportamento. A título de exemplo, podemos ter um estudante que, embora não faça perguntas sobre os temas discutidos, possa estar bem interessado com a atividade, mas por interferência de um sentimento de falta de confiança em si não consiga expressar o que pensa. Assim, por falta de recursos para compreender a subjetividade de cada estudante, optamos por observar apenas o seu comportamento exterior, segundo as orientações vygotskyanas.

Com o objetivo de investigar a motivação e interesse dos estudantes em participar das atividades propostas junto ao centro de ciências, organizamos a Quadro 9.2 a seguir, que traz as percepções motivacionais aos três questionamentos iniciais (1 - Você tem interesse em participar de uma visitação ao centro de ciências? 2 - Caso sim, você deseja participar como um estudante expositor ou ouvinte? Por quê? 3 - Você tem afinidade com a área de Ciências da Natureza?).

Quadro 9.2 – Respostas dos estudantes para os questionamentos iniciais.

<i>Perguntas</i> <i>Estudantes</i>	<i>1 - Você tem interesse em participar de uma visitação ao centro de ciências?</i>	<i>2 - Você deseja participar como um estudante expositor ou ouvinte?</i>	<i>3 - Você tem afinidade com a área de Ciências da Natureza?</i>
Laura	Sim	Expositor	Sim
Estefani	Sim	Ouvinte	Sim
Andréia	Sim	Ouvinte	Não
Roberta	Sim	Expositor	Sim
Fábio	Não muito	Ouvinte	Não muito
Rafael	Sim	Expositor	Sim
Camila	Sim	Expositor	Sim
Michele	Sim	Expositor	Sim
Lucas	Sim	Ouvinte	Sim
Daniela	Não muito	Ouvinte	Não muito
Ana Flávia	Sim	Expositor	Sim
Marcela	Sim	Expositor	Sim
Daniel	Sim	Expositor	Sim
Luana	Sim	Ouvinte	Não muito
Valquíria	Sim	Ouvinte	Sim
Jorge	Sim	Expositor	Sim
Deivid	Sim	Ouvinte	Não muito
Gustavo	Sim	Ouvinte	Não
Junior	Sim	Ouvinte	Sim
Patrick	Sim	Expositor	Sim
Patrícia	Sim	Ouvinte	Não muito
Fernanda	Não muito	Ouvinte	Não

Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente, da tabela acima, com a primeira pergunta, pode-se inferir que houve uma significativa aceitação dos estudantes em participar das atividades desenvolvidas no centro de ciências. Dos 23 estudantes participantes desta pesquisa, vinte deles afirmaram que desejavam participar da atividade extraescolar, verbalizando oralmente suas impressões e questionamentos. Quanto ao interesse de participar como estudante-expositor ou estudante-ouvinte, dez deles optaram por participar como expositor e treze assumindo o papel de ouvinte. Outro dado importante, em relação ao grupo de expositores, é que todos eles afirmaram ter afinidade com a área de ciências da natureza. Enquanto o grupo de ouvintes, apenas três estudantes dizem ter interesse na área. Os demais, cindo declararam não ter muito e três não têm afinidade nenhuma com a área de ciências.

Destes três últimos estudantes, embora afirmaram não ter afinidade com a área de ciências da natureza, a Andréia e o Gustavo, respondem estar interessados em participar de uma atividade em um local onde se discutirá basicamente temas de ciências. Já a terceira estudante, a Fernanda, não tem muito interesse em participar.

Na Quadro 9.3 a seguir, selecionamos algumas unidades de contexto, que são as respostas dos estudantes para a primeira pergunta. Não julgamos oportuno trazer as falas de todos os estudantes. Após a leitura flutuante de todas elas e a organização do material, selecionamos aquelas unidades de contexto que representassem todas as variações possíveis de discursos.

Quadro 9.3 – Respostas para a pergunta “*you tem interesse em participar de uma visitação ao centro de ciências?*”

Estudante	Resposta (unidade de contexto)
Laura	Poucas vezes tive a oportunidade de participar de alguma atividade fora da escola. A única atividade foi uma visita feita ao zoológico, quando estava no ensino fundamental. Mas isso não foi com a escola. Quero muito ir ao centro de ciências, gosto da área, já li muitos livros de ficção científica. Não faço ideia do que existe lá. Como não é um museu, provavelmente, não deve ser coisas antigas. Talvez tecnologias atuais, não sei dizer...
Rafael	Gosto bastante de fazer experimentos. Vejo vídeos no Youtube e documentários na internet de experiências e descobertas. Vamos fazer experiências lá (refere-se ao centro de ciências)? Quais experimentos vamos fazer? Tem algum de energia elétrica? Tenho muita curiosidade por essa área e por gravitação. Acho muito legal as descobertas de Newton quando fala da mecânica dos astros.

Camila	Vai ser muito positivo sair um pouco da escola. Não que seja ruim o ambiente, mas acho que outras experiências podem nos ajudar a aprender mais e melhor. Estou animada para ir ao centro de ciências e atuar como expositora. A gente vai apresentar os experimentos? Será que vamos conseguir? Já fui antes em outros lugares, como o planetário em São Paulo e um centro de ciências também, mas nunca vi nenhum estudante apresentando nada. Vai ser bem legal a experiência.
Michele	Estou motivada em ir ao centro de ciências. Acho que a escola nunca levou. Será muito legal ir e participar. Acho que normalmente não participamos como vocês (pesquisador e professor) estão propondo. Vamos só uma vez? Por mim iríamos sempre a excursões com a escola. Acho que agrega muito na nossa cultura geral.
Lucas	Apesar de não conseguir participar (se refere a atuar como estudante-expositor) diretamente por conta do meu serviço no período da tarde, estou interessado em ir. Acho que só vi sobre os centros de ciências em alguns canais da Discovery e no Youtube. Já sei que lá mostram vários experimentos legais que mexem com a nossa cabeça. É muito top!
Ana Flávia	Eu faço estágio em uma fábrica aqui da região e uma vez fomos até o local (refere-se ao espaço do centro de ciências) para apresentar alguns equipamentos que produzimos. Era uma feira realizada pela engenharia, senão me falha a memória. O lugar é muito bonito. Na época não pude participar de nenhuma atividade feita no centro de ciências. Na verdade, nem sabia que lá era um centro de ciências. Estou bem interessada em retornar para ver os experimentos que são feitos. Não podemos fazer os experimentos no dia da apresentação para os outros alunos? Quero muito fazer. Não temos laboratório na escola, então, vai ser bem legal participar.
Deivid	Para falar a verdade não sei nem o que é um centro de ciências, nunca ouvi falar. Mas, estou curioso para saber o que tem nesse lugar e o que podemos aprender de novidade científica. Nosso professor de Física é muito bom, tem muito conhecimento e faz bastante experimentos na sala de aula, ele nos disse que será uma boa experiência participar.
Patrícia	Quando penso em uma excursão ao centro de ciências, penso que, vamos ver e participar de temas relacionados com ciências. E isso é um problema. Porque, eu não vou bem nas disciplinas de Física e Química. Então, acho que não vou gostar dos assuntos por não entender. Mesmo assim, quero ir para sair um pouco da escola, tudo o que fazemos é dentro da escola. Talvez aprender alguma coisa de Física e Química, sei lá. Quem sabe lá eu consiga compreender. Por isso que estou empolgada .

Fonte: Elaborado pelo autor.

Este Quadro 9.3 traz um recorte das falas dos estudantes que se posicionaram com interesse e motivação para participar da vivência no centro de ciências. Negritamos, propositalmente, os termos (*quero muito, gosto bastante, vai ser muito positivo, estou motivada, estou interessado, estou curioso, estou empolgada*) que atestam explicitamente o interesse e a motivação dos estudantes. Segundo essas respostas, notamos um elemento importante e que

contribuiu com a motivação por participar, é o fato desta atividade assumir um caráter inovador para eles, visto ser realizada fora do ambiente escolar.

Esse fato, se confirma nas falas da Laura “*poucas vezes tive a oportunidade de participar de alguma atividade fora da escola*”, da Michele “*acho que a escola nunca levou*”, do Deivid “*não sei nem o que é um centro de ciências, nunca ouvi falar*” e da Patrícia “*tudo o que fazemos é dentro da escola*”, participar de uma atividade extraescolar representa um evento incomum, ao que estão rotineiramente acostumados.

Tanto é verdade, que retomamos aqui, inclusive, a fala de alguns diretores e coordenadores pedagógicos, de escolas públicas e particulares, às quais visitamos buscando parceria para implementar esta pesquisa e não conseguimos. Estes dizeres podem auxiliar a compreender o porquê de não ser comum a realização de atividades não-formais de educação. Quase que consensualmente, estes dirigentes escolares, apontam as dificuldades da falta de recurso financeiro para logística e alimentação, das complicadas autorizações dos pais, por se tratar de jovens menores de idade, da disponibilidade de profissionais que devem acompanhar as excursões. E ainda, do lado das escolas particulares visitadas, seus representantes somam nesta lista o tempo dispendido com a excursão, o que compromete a sequência dos conteúdos disciplinares, tão necessários para a aprovação do estudante no vestibular, enfim, são variados argumentos.

Portanto, a fala destes estudantes reflete um cenário comum as instituições escolares, sejam elas públicas ou privadas, cada uma com suas justificativas. Afirmamos isso, com base na própria experiência que vivenciamos durante a busca de parceria escolar, na tentativa de proporcionar aos estudantes uma vivência não-formal de ensino no centro de ciências. Este é um dado importante que julgamos pertinente apresentar para atestar uma realidade.

Em continuidade com as análises do Quadro 9.3, destacamos as estudantes Daniela e Fernanda, que não formularam nenhuma resposta, mesmo quando procuramos conversar com elas individualmente. Portanto, foram classificadas como desinteressadas e desmotivadas. Todavia, reforçamos que essa classificação não exclui a possibilidade das respostas delas terem sido feitas apenas em nível mental sem uma verbalização oral.

A seguir, no Quadro 9.4, selecionamos algumas unidades de contexto, que são as respostas dos estudantes para a segunda pergunta. Optamos por não trazer todas as falas de todos os estudantes. Após a leitura flutuante de todas elas e a organização do material, selecionamos àquelas unidades de contexto que representassem todas as variações possíveis de discursos.

Quadro 9.4 – Respostas para as perguntas: “*you desire participate as a student expositor or listener?*” e “*you have affinity with the area of Sciences of Nature?*”.

Estudante	Resposta (unidade de contexto)
Laura	Normalmente <u>tenho facilidade para falar em público</u> , pelo menos acho que sim. Vou escolher participar como expositor. Além disso, <u>gosto de ciências</u> e acredito que não vou ter dificuldade para falar dos experimentos. <u>Quero também fazer o curso no centro</u> , acho que vou <u>aprender bastante coisa diferente</u> .
Roberta	Escolho ser expositora, porque <u>vou bem nas apresentações de seminários</u> aqui da escola e gosto de ciências. Fazemos bastantes apresentações orais na escola, acredito que muitos alunos estejam preparados para apresentar como expositor. Eu <u>conheço bastante coisas de ciências que não ensinam na escola</u> . Lá vamos ver esses assuntos? Por exemplo, as descobertas da radiação de fundo, a teoria das cordas do universo e a gravitação de Einstein. Me amarro nesses assuntos, já assisti muitos vídeos e programas. Muitas vezes, faça algumas perguntas para o professor das dúvidas que fico.
Rafael	Na última apresentação de eixo integrador (disciplina interdisciplinar da escola), que teve a característica de uma feira de ciências, apresentei dois experimentos. Um deles de conservação de energia e o outro da força de empuxo. Tive <u>facilidade para apresentar</u> . Por isso, vou ser expositor. E outra coisa, acho que a gente normalmente quando visita um centro de ciências não tem uma <u>oportunidade como essa, de você mesmo fazer os experimentos e apresentar eles</u> .
Fábio	<u>Não mando muito bem nas matérias de exatas do colégio</u> . Minhas médias sempre são abaixo de 5,0. Vou melhor na área de humanas. <u>Não tenho tanta afinidade por ciências</u> . Gosto mais de artes e literatura. Por isso, para evitar algum desastre de eu explicar alguma coisa errada, prefiro ser ouvinte. Como eu disse, mesmo não gostando tanto de ciências, estou querendo vivenciar uma experiência diferente. Por isso, vou ser ouvinte apenas.
Michele	<u>Eu sou bem tímida, mesmo assim vou tentar ser expositora</u> . Parece incoerente minha decisão, mas não é. Acho que a timidez eu consigo vencer, mas uma <u>oportunidade como essa, de ir ao centro de ciências e fazer um curso</u> não aparece a todo momento. Além disso <u>gosto muito da área de ciências da natureza</u> .
Lucas	Vou ter que escolher ser ouvinte, porque <u>trabalho no período da tarde fazendo estágio</u> . Além disso, acho que nos dias que vou estar livre no período da tarde, tenho avaliação no curso técnico. Mas, minha vontade era ser expositor. Fica para uma próxima.
Marcela	Eu quero ser expositora. Vou prestar faculdade para direito, acho que <u>vai ser um bom treino falar em público</u> . A área de direito que pretendo seguir é a

	investigativa da polícia civil, que trabalha com casos criminais. Usa muita ciência forense para descobrir os crimes. Pensei nessas coisas quando tomei a decisão.
Luana	Eu <u>trabalho no shopping no período da tarde e não gosto muito de ciências</u> . Tenho muita dificuldade de entender aquelas fórmulas malucas. Vou preferir ser ouvinte.
Valquíria	Vou escolher ser ouvinte. Vou bem nas disciplinas de Física e Química da escola, mas já tenho muitos compromissos depois da escola. Se eu assumir mais não vou dar conta. E, provavelmente, <u>esse curso vai exigir umas coisas para se preparar</u> .
Jorge	<u>Ciências é minha área preferida</u> . Sempre fui bem nessas disciplinas, minhas notas são sempre acima de 9,0. <u>Já apresentei trabalhos em feiras científicas</u> , inclusive no COTEC ¹⁶ . Lá fomos montar uma ponte com macarrão, ganhamos em primeiro lugar. Nossa ponte aguentou a carga máxima de sustentação. Apresentei dois trabalhos já também na UNISAL. Quero atuar como expositor, acho que vou bem. <u>Tem relação com o curso de engenharia que vou fazer</u> . Não vou prolongar mais.
Junior	Gostaria de ser expositor, mas vou ter que escolher ser ouvinte. Mesmo assim estou animado em participar. <u>Faço curso técnico no período da tarde e as datas vão se coincidir</u> . Admiro muito a Física e a Química, leio várias matérias que tratam de temas relacionados a elas. <u>Futuramente, vou prestar engenharia mecânica na UNESP</u> .

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 9.4 podemos observar os porquês (optamos por sublinhá-los) da escolha dos estudantes em atuar como expositor ou ouvinte, e da relação que possuem com a área de ciências da natureza. Os principais indicadores encontrados e que servem como justificativas para escolha da função de expositor, são:

i – a facilidade para comunicar-se em público (“*tenho facilidade para falar em público*”, “*vou bem nas apresentações de seminários*”, “*facilidade para apresentar*”, “*vai ser um bom treino falar em público*”, “*apresentei trabalhos em feiras científicas*”);

ii – a afinidade com a área de ciências da natureza (“*gosto de ciências*”, “*eu conheço bastante coisas de ciências que não ensinam na escola*”, “*gosto muito da área de ciências da natureza*”, “*ciências é minha área preferida*”);

iii – a correspondência da atividade proposta com a área de profissionalização (“*tem relação com o curso de engenharia que vou fazer*”, “*a área de direito que*”);

¹⁶ Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá "Prof. Carlos Augusto Patrício Amorim".

pretendo seguir é a investigativa da polícia civil (...) usa muita ciência forense”).

e,

iv – a oportunidade de fazer uma formação no centro de ciências (*“quero também fazer o curso no centro”, “não tem uma oportunidade como essa, de você mesmo fazer os experimentos e apresentar eles”*).

Em continuidade, os principais indicadores encontrados e que servem como justificativas para escolha da função de ouvinte, são:

i – a dificuldade de compreensão das disciplinas de ciências da natureza (*“não mando muito bem nas matérias de exatas do colégio”, “tenho muita dificuldade de entender aquelas fórmulas malucas”*);

ii – a falta de interesse com a área de ciências da natureza (*“não tenho tanta afinidade por ciências, “não gosto muito de ciências”*);

iii – o compromisso profissional ou o curso técnico no contraturno (*“trabalho no período da tarde fazendo estágio”, “no período da tarde, tenho avaliação na tarde o curso técnico”, “eu trabalho no shopping no período da tarde”, “faço a período da tarde”, “tenho muitos compromissos depois da escola”*).

Como observamos nos discursos dos estudantes, de forma geral, a maioria se interessou pela participação na atividade com o centro de ciências. Isso demonstra que, propostas de educação não-formal em ciências, fora do ambiente escolar, podem contribuir com o despertar do interesse e da motivação do estudante para aprender temas relacionados às ciências da natureza. Mesmo não sendo uma prática comum nas instituições escolares, não deixa de ser bem recebida e aceita pelos estudantes.

Um dado recente do INEP (2019), do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) para as escolas brasileiras, aponta que, a menor pontuação dos estudantes nas cinco grandes áreas avaliadas, tem sido em Ciências da Natureza. Neste último ano de exame (2019), por exemplo, além da média cair ainda mais em relação ao ano anterior (de 493,8 para 477,9), foi um dos piores resultados já registrado. Para analisar melhor o significado dessas pontuações médias, podemos destacar o seguinte critério: a média em Ciências da Natureza para que um estudante possa atestar certificação no ensino médio é de 450 pontos. Em outras palavras, com uma média de 477,9, observa-se que, aproximadamente, 44% das instituições de ensino de educação básica do país alcançaram um desempenho médio inferior a pontuação mínima para

que o estudante possa obter certificação em ciências da natureza (INEP, 2019). E, quais são as causas dessa problemática?

Dentre as inúmeras justificativas para a insuficiência dessa competência em ciências da natureza, acreditamos que estão as deficiências das propostas pedagógicas e didáticas que se esquecem da importância da motivação no processo de ensino e de aprendizagem, como enfatiza Vygotsky. Um estudante interessado e querendo aprender, no caso as ciências da natureza, terá mais facilidade de criar as estruturas de pensamento necessárias para assimilar o novo conteúdo. Conforme citamos nos capítulos anteriores, citando pesquisas corroborando este fato, as aulas de Física e Química, normalmente, seguem o modelo tradicional de ensino, colocando o estudante em uma postura completamente passiva e desconsiderando a sua ZDI. Dentre as consequências estão o desinteresse e a desmotivação dos estudantes para aprender.

Esta pesquisa, então, vem ao encontro dessa problemática, na medida em que propõe uma atividade de ensino não-formal, que dentre seus objetivos pedagógicos, procura considerar e trabalhar a motivação e o interesse do estudante. Não estamos com isso, afirmando que esta proposta de pesquisa irá solucionar a problemática da insuficiência da competência dos estudantes em ciências da natureza. Entretanto, pode ser uma perspectiva para se pensar propostas educacionais que possam ao menos minimizar os seus efeitos e melhorar o rendimento dos estudantes, na medida em que, vai oferecer meios para tornarem-se mais interessados e motivados pelas ciências da natureza.

10. A FORMAÇÃO NO CENTRO DE CIÊNCIAS

A formação dos estudantes-expositores no centro de ciências foi proposta em duas etapas: a formação com o coordenador e a formação com o monitor. Na primeira etapa, o objetivo foi identificar os conceitos espontâneos e científicos pré-existentes dos estudantes, segundo a teoria de Vygotsky. Em seguida, buscou-se também sistematizar definições de conceitos físicos (Questionário 1) que seriam importantes para a compreensão dos aparatos experimentais disponíveis no centro de ciências. Dessa forma, sistematizou-se os conceitos de centro de massa, de pressão, de trabalho exercido por uma força, de energia cinética e potencial gravitacional, de energia mecânica e sua conservação, de quantidade de movimento, de eletricidade etc.

A formação foi realizada coletivamente. O coordenador adotou uma estratégia didática dialógica, permitindo aos estudantes a exposição de suas concepções e ideias a respeito dos temas durante a discussão. Interessante observar que se partiu da compreensão de que não existe antagonismo entre as concepções espontâneas e científicas dos estudantes, segundo a interpretação vygotskyana. O coordenador em momento algum procurou tratar as pré-concepções dos estudantes como incorretas, ou que estivessem competindo com aquelas em sistematização. Pelo contrário, um dos cuidados tomados no processo de ensino foi exatamente considerar a ZDR e a ZDI dos estudantes, visto que, trazem entendimentos e concepções de mundo distintas.

10.1 Categorias metodológicas orientadoras do processo formativo

De forma geral, partimos do entendimento de que o coordenador assume o papel do parceiro mais capaz na apresentação desses conteúdos, portanto, com base nas indicações da teoria de Vygotsky, adotamos as seguintes estratégias metodológicas de ensino, com vistas a criar um meio para o processo de aprendizagem dos estudantes-expositores.

O coordenador, na condição de parceiro mais capaz, procurou alinhar sua prática para:

- i. considerar os limites da ZDI dos estudantes para que existam possibilidades de aprendizado;
- ii. incentivar os estudantes, criando um clima de motivação, para ocorrer o interesse deles por aprender;
- iii. permitir-se imitar por seus estudantes, para que eles possam iniciar o processo de aprendizagem.

Dessa forma, realizamos os recortes em unidades de contexto do discurso do coordenador e dos estudantes durante a primeira fase da formação. Este material foi selecionado após uma leitura flutuante de todos os registros coletados. Buscamos com essa organização agrupar temas semelhantes e classificá-los a partir de cinco categorias, elaboradas segundo as orientações teóricas de Vygotsky e os estudos de Zanella (1994, 2001), Fino (2001), Nascimento e Amaral (2012) e Gaspar (2004), para o processo de ensino e de aprendizagem. São elas:

Quadro 10.1 – Categorias metodológicas do processo de ensino e aprendizagem.

<i>Categorias</i>	<i>Definição</i>
<i>Definição da situação</i>	O parceiro mais capaz apresenta ao estudante a temática que será discutida. Com o objetivo de direcionar a sua atenção para os conteúdos a serem sistematizados.
<i>Levantamento das concepções espontâneas e científicas</i>	Por intermédio de questionamentos e interações dialógicas com o estudante, o parceiro mais capaz faz o levantamento das principais ideias de senso comum ou mesmo científica a respeito do tem em discussão.
<i>Motivação</i>	Criar situações que possam despertar o interesse e a motivação do estudante para que ele queira a aprender o conteúdo apresentado.
<i>Adequação do ensino aos limites da ZDI</i>	Ensinar os conteúdos levando em consideração o que o estudante já conhece a respeito, ou seja, partindo de suas concepções prévias. Propor questionamentos e problemas que estejam ao alcance dele conseguir compreender e responder sozinho ou com a assistência de um parceiro mais capaz a partir de interações sociais.
<i>Deixar-se imitar</i>	Cabe ao parceiro mais capaz apresentar os conteúdos, de modo que o estudante tenha condições de acompanhar. Sempre que necessário deve-se retomá-los com vistas a suprimir as dificuldades de compreensão. Ademais, é importante propor atividades extraclases para serem realizados em casa. Apenas dessa forma, será possível ao estudante criar estruturas mentais de compreensão do conteúdo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na sequência, segundo as categorias anteriores, realizamos a classificação das falas do coordenador e dos estudantes, para o processo de ensino e de aprendizagem. Durante essa fase, seguidamente estão as interpretações e inferências desses dados.

10.2 Análise das produções de sentido dos estudantes-expositores

Para iniciar a discussão, o coordenador já de início convida os estudantes a participação, destacando que todas as ideias são bem-vindas e não serão classificadas como certas e erradas.

Eu queria conversar com vocês um pouco, não tem uma preocupação de certo e de errado. A ideia é a gente conversar aqui sobre o que vocês sabem o que vem na cabeça quando a gente fala algumas coisas. Não necessariamente você precisa dizer: eu tenho que me preocupar com a definição que está no livro, ou a definição certa, não. Fale a definição que está na sua cabeça, o que você entende. Esse é o ponto e depois a gente vai ver como é que a monitora articula essas coisas lá embaixo com os experimentos. Aí depois vocês vão ver, mas a ideia é que a gente possa entender como vocês pensam nessas questões para que possamos aproveitar melhor a fala da monitora e organizarmos todo o processo de formação a partir dessas ideias. (Coordenador).

Inicialmente, observa-se que o coordenador faz a *definição de situação* com relação a forma como irá avaliar os dizeres dos estudantes. Deixando claro para todos os estudantes, que a participação é elemento fundamental no decorrer da discussão. Todas as ideias apresentadas são consideradas, sem a preocupação de avaliá-las como certa ou errada segundo a definição formal presente no livro didático. Este posicionamento do coordenado, alinha-se com a proposta vygotskyana de considerar os conhecimentos espontâneos e científicos dos estudantes para elaborar as estratégias de ensino.

Outra característica importante na fala do coordenador, diz respeito a sensação de tranquilidade que passa aos estudantes ao dizer “*fale a definição que está na sua cabeça, o que você entende*”. Normalmente, os estudantes podem ter o receio e a preocupação de expressar suas ideias por julgá-las incorretas, ou mesmo desnecessárias, já que o professor irá definir corretamente os conceitos. Essa postura é bem característica do modelo tradicional de ensino. As aulas sendo essencialmente expositivas, acabam por inibir o protagonismo dos estudantes, colocando-os em uma postura passiva diante da responsabilidade de construir o próprio conhecimento. Dessa forma, o professor na posição dominante do saber, procura ensinar sem ter conhecimento do nível de cognição para o qual transmite suas ideias.

Dessa perspectiva, o coordenador, além de estimular a participação dos estudantes, convidando-os a interação, valoriza suas concepções espontâneas e científicas que trazem na sua bagagem cultural. Essa ação, inclusive, pode despertar o interesse e a *motivação* dos estudantes para discutir e aprender os conteúdos apresentados.

Por fim, justifica aos estudantes, que essa participação é fundamental para realizar o mapeamento das suas ideias prévias. Com base nesse conhecimento que ele e a monitora irão direcionar as suas práticas e estratégias de ensino, tendo em vista, partirem do que os estudantes já conhecem e o que ainda falta ser discutido e definido para melhor compreensão dos conceitos.

Na sequência, fala um pouco a respeito do significado de algumas palavras que são usadas no cotidiano e na física apresentam significados diferentes.

Tem muita coisa, muita palavra, muito termo na língua portuguesa que tem um determinado significado, com um determinado uso na língua portuguesa, no uso diário, mas quando chega na física, ela tem significados muito diferentes. Então, por exemplo, se eu, com a ideia de trabalho, por exemplo, se você pensa no trabalho do dia a dia é um conceito, se você vai à definição, vou daqui a São Paulo e volto, algumas pessoas podem dizer: olha, você realizou trabalho. Na física, se eu fui e voltei o trabalho é zero, não tem o mesmo significado do trabalho usado no cotidiano. Portanto, o negócio é meio esquisito, porque apesar da palavra ser a mesma o significado é diferente. São coisas que se modificam e tudo mais. Outro exemplo é a palavra energia, que tem um determinado significado na física, e outro no dia a dia. Enfim, existem coisas diferentes. Então a ideia é entender como é que vocês pensam esses significados e ver quais deles se aproximam e quais deles ficam distantes dos experimentos que vamos discutir. E a partir disso, a monitora vai entendendo como é que ela vai usar essas questões. (Coordenador).

Importante destacar, nesta fala do coordenador, a distinção entre o sentido e o significado das palavras, segundo a abordagem vygotskyana. Para o pesquisador, o significado está associado aos sistemas de significação que foram elaborados no decorrer da história cultural e social das civilizações. Já o sentido, se constitui a partir da experiência pessoal e social de cada pessoa, sendo usado em cada ação discursiva. O primeiro, acordado institucionalmente, é normalmente fixo, embora sofra alterações com o tempo. O segundo, contrapondo-se por sua dinamicidade, se constitui e reconstitui nos processos discursivos em todos os momentos (VYGOTSKY, 1987).

Nessa direção de entendimento, compreendemos que a criança, desde o nascimento, participa de um meio cultural significativo, constituído de significações cultural e socialmente definidas e codificadas nas circunstâncias e objetos que compõem o ambiente material da criança, por intermédio das atividades dos que vivem com ela. São estas significações que vão orientar o processo de desenvolvimento cognitivo e motor da criança, entretanto não de forma

determinista, servindo igualmente de referência para ela e para os demais nas suas interações sociais. Todavia, o processo de internalização das significações culturais demanda da criança a sua ressignificação, segundo as suas próprias orientações semânticas (PINO, 1991). Esta ação é nomeada por Vygotsky de sentido pessoal das palavras, contrapondo ao significado construído socialmente. Assim, no contexto do meio cultural estruturado (com seus significados) e personalizado (preenchido de sentido) a criança em processo de desenvolvimento vai imaginar, inventar, ou reinventar por imitação, maneiras novas de agir e de pensar, donde só irão permanecer aquelas selecionadas pela criança e pelo seu ambiente social.

Dessa perspectiva, fica claro, que a compreensão do processo de assimilação dos significados até as fases ininterrupta das produções de sentido, pela criança, ou pelo o adolescente, é elemento fundamental para entender os processos discursivos e, igualmente, o entendimento dos processos cognitivos.

Quando o coordenador faz o comparativo entre palavras idênticas com significados diferentes, seja no seu uso cotidiano (o sentido pessoal ou de senso comum) e nas definições formais proposta institucionalmente, ele valoriza os sentidos construídos pelos estudantes, demonstrando ter consciência de que este processo ainda se encontra em permanente construção. Com isso, enquanto exemplifica esta diferenciação de significados, citando a palavra trabalho, com sua significação científica e sua compreensão de senso comum, ou mesmo também por um sentido próprio segundo a intersubjetividade de cada um, convida aos estudantes a observarem as novas possibilidades de significação, agora de uma perspectiva científica.

Esse convite aos estudantes, então, vai dar ensejo a exposição do sentido pessoal atribuído aos diferentes conceitos apresentados no decorrer da discussão. No Quadro 10.2, a seguir, recortamos algumas unidades de contexto destes discursos produzidos à medida que as palavras eram colocadas em discussão.

Quadro 10.2 – Discussão do coordenador com estudantes a respeito da temática de equilíbrio e centro de massa

<i>Unidades de contexto</i>	<i>Categorização</i>
Coordenador: Bom, queria perguntar a vocês, para começar, quando falamos em equilíbrio, a palavra equilíbrio, o que vem à cabeça de vocês? Como é que vocês relacionam a palavra equilíbrio?	Definição de situação
Jorge: Quando um objeto, por exemplo, as forças que atuam sobre ele estão justamente em equilíbrio, tendo o mesmo valor, nenhuma tende a ir nem para um lado nem para o outro e sim tendem a se manter no centro.	Atribuição de sentido pessoal sobre equilíbrio (concepção espontânea e científica).
Coordenador: O Jorge falou me conserte se eu estiver errado, se eu falar alguma coisa que você não falou. Ele falou que a ideia de equilíbrio para ele, é uma ideia em que um objeto está submetido à força de igual intensidade, de mesmo valor, aplicadas no centro. Se essas forças aplicadas no centro tem o mesmo valor, o corpo então está em equilíbrio. Equilíbrio para ele são forças aplicadas no objeto na posição central. É isso?	Adequação do ensino aos limites da ZDI do estudante.
Coordenador: Mais alguém quer falar, discordar, concordar, quer dizer mais alguma coisa para complementar?	Levantamento das concepções espontâneas e científicas.
Patrick: Eu me lembrei da palavra estabilidade na minha cabeça, como se não fosse algo em excesso e algo em falta.	Atribuição de sentido pessoal sobre equilíbrio (concepção espontânea e científica).
Coordenador: Isso. Alguma coisa que fica no meio termo, entre o excesso e a falta. Eu queria explorar um pouquinho mais a palavra meio/centro que ele usou. Centro do que? O que é centro do meio? O que é centro para você? Ele disse que as forças devem estar aplicadas no centro. No centro de quem? No centro de onde? O que é centro? Porque pode ser um centro de pesquisa, o português é fogo né.	Adequação do ensino aos limites da ZDI
Jorge: O centro de massa, por exemplo, é a parte do objeto X onde, é como se fosse o meio do objeto, mas não precisa ser necessariamente o meio. Por exemplo, uma pessoa se olhando, não dá para ver o meio da pessoa, mas temos o centro de massa. É um centro de equilíbrio, de peso, é um meio mesmo.	Concepção científica a respeito do centro de massa de um corpo.
Marcela: Eu acho que é algo que estabiliza a pessoa, como ele usou o exemplo, que te deixa em pé.	Atribuição de sentido pessoal sobre o centro de massa de um corpo. (concepção espontânea e científica).
Rafael: Eu acho que é meio de um ponto zero. Tem um equilíbrio, uma igualdade de todos os lados e tem onde as duas se encontram, um ponto zero.	Atribuição de sentido pessoal sobre o centro de massa (concepção espontânea e científica).
Coordenador: Rafael, você falou em distância. O que me vem à cabeça é um centro geométrico, metade. Temos essa mesa, qual é o centro da	Adequação do ensino aos limites da ZDI

<p>mesa? Pegamos a metade desse comprimento, marcamos um ponto, passamos uma linha, achamos a metade desse centro, passamos uma linha e aonde essas duas linhas se cruzarem achamos a metade da mesa. É isso? Isso seria o centro geométrico. Mas, ele falou de centro de massa, centro de massa é a mesma coisa que centro geométrico?</p>	
---	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo a categorização proposta no Quadro 10.1, observamos que o coordenador, atuando como o parceiro mais capaz, contempla os passos necessários para que o estudante tenha condições de assimilar a temática em discussão (o significado físico de equilíbrio e de centro de massa).

Seguindo esta ordem, a definição de situação, o levantamento das concepções espontâneas e científicas, e a adequação do ensino aos limites da ZDI dos estudantes, o coordenador faz uma avaliação diagnóstica a respeito da compreensão dos estudantes sobre equilíbrio e centro de massa.

O Jorge ao falar o que entende por equilíbrio, externaliza o sentido pessoal atribuído ao termo. Para defini-lo, ele faz uso das palavras força e centro. Afirmando que o corpo estará em equilíbrio quando as forças que agirem sobre ele, no centro, por possuírem módulo iguais, vão se anular. Este raciocínio, traz a premissa de que o equilíbrio está associado as forças que atuam em um corpo e a partir delas é possível compreender este estado de equilíbrio. Dessa forma, quando elas possuem os módulos iguais, não permitindo o movimento, colocam o corpo em equilíbrio. Portanto, do seu ponto de vista, para existir o estado de equilíbrio o corpo deve estar em repouso.

Esta definição reflete a concepção de senso comum assimilada, associando o equilíbrio apenas ao estado de repouso. O que não está incorreto, porém incompleto de uma perspectiva física do termo. Porque há o equilíbrio estático e o dinâmico. Em ambos os casos de equilíbrio a somatória das componentes vetoriais das forças se anulam. No caso do equilíbrio estático, o corpo está em repouso com velocidade e aceleração vetoriais nulas, em relação a um referencial inercial. Ademais, não há torques capazes de rotacionar o corpo. Já no equilíbrio dinâmico, o corpo encontra-se em movimento retilíneo uniforme (MRU), com a sua velocidade vetorial não nula, entretanto sempre constante pela ausência da aceleração vetorial (NUSSENZVEIG, 2002, p. 51-77). Os equilíbrios, ainda, podem ser classificados em três tipos distintos: estável, instável e indiferente. Estas formas são discutidas e sistematizadas durante a formação, a partir da compreensão dos conceitos de centro de massa e centro de gravidade

A fala do Jorge sobre força, então, não contempla um entendimento vetorial da grandeza, apenas uma equivocada visão escalar. Portanto, ao afirmar que os módulos das forças devem ser apenas idênticos, para explicar o estado de equilíbrio de um corpo, exclui um entendimento vetorial da grandeza. De acordo com Gaspar (2014), a discussão e a sistematização dos conceitos de grandeza vetorial e de vetor no Ensino Médio, normalmente, é inexistente ou são evitadas pelos os professores de Física, por duas razões principais: são conceitos abstratos, que comumente estão além do nível de cognição dos estudantes, e algumas grandezas vetoriais, como força, velocidade e deslocamento estão presentes no repertório cultural dos estudantes, nas suas concepções espontâneas, o que pode dificultar o entendimento das operações vetoriais realizadas com estas grandezas.

Por fim, embora o discurso do Jorge apresente algumas pré-concepções incorretas segundo a física, pode-se destacar a presença de terminologias características da linguagem científica. A sua produção de sentido sobre o significado de equilíbrio e de centro de massa, aproximam-se significativamente das definições conceituais propostas pela ciência. Inferimos, então, que a zona de desenvolvimento real e imediato deste estudante apresenta maior alcance, em razão do seu nível cognitivo, quando comparada com os demais estudantes. Com base neste fato, o coordenador ou um outro parceiro mais capaz, pode propor problemáticas com maior grau de complexidade, visto o desenvolvimento intelectual pré-existente.

Encontramos significações da palavra equilíbrio mais voltadas ao seu uso cotidiano, nos discursos do Patrick “eu me lembrei da palavra estabilidade na minha cabeça, como se não fosse algo em excesso e algo em falta” e da Marcela “eu acho que é algo que estabiliza a pessoa, como ele usou o exemplo, que te deixa em pé”.

Isso não significa que estes estudantes apresentam uma ZDR e ZDI de menor alcance. Apenas indicam ao coordenador, de que eles não estão considerando a semântica da palavra equilíbrio pela perspectiva física, mas sim da sua significação cotidiano e pessoal. Aliás, como destacamos na Quadro 9.1.1, estes dois estudantes afirmaram ter apreço pela ciência e bom rendimento nas disciplinas de exatas. Entretanto, o coordenador precisa modelar o seu discurso segundo o feedback dos estudantes.

E ele faz isso muito bem, criando discursos personalizados para cada estudante. Para o Jorge ele constrói uma fala bem mais elaborada de terminologias físicas com base na própria construção discursiva do estudante. “A ideia de equilíbrio para ele, é uma ideia em que um objeto está submetido à força de igual intensidade, de mesmo valor, aplicadas no centro”.

No momento em que o coordenador toma ciência do alcance da ZDI do Jorge, modela os seus questionamentos de forma a aproximá-los mais das definições científicas. “Eu queria explorar um pouquinho mais a palavra meio/centro que ele (Jorge) usou. Centro do que? O que é centro do meio? O que é centro para você? Ele disse que as forças devem estar aplicadas no centro. No centro de quem?”

No caso do estudante Rafael, notamos uma adequação e um direcionamento do discurso do coordenador, completando a fala do estudante com termos como distância, massa e centro geométrico. Embora estas terminologias não apareçam explicitamente no discurso do estudante, há ideias que a elas são fundamentais para compreensão do conceito de centro de massa. Com a intenção sistematizar o conceito de centro geométrico, para que todos os estudantes acompanhem seu raciocínio, realiza uma demonstração prática objetivando localizar o centro geométrico de uma mesa retangular. Destacamos a relevância deste momento interativo e expositivo para oferecer meios aos estudantes desenvolverem suas estruturas mentais subsidiárias da assimilação dos significados científicos dos termos.

Por outro lado, para o Patrick e a Marcela, o coordenador elabora o seu discurso de forma coerente com o nível de entendimento destes estudantes, servindo-se de uma linguagem mais informal segundo as perspectivas científicas. A ação de modular o processo de ensino conforme as ZDI dos estudantes é fundamental para a aprendizagem. Um discurso personalizado tem a vantagem de inserir-se, com mais precisão, na zona onde o estudante consegue aprender assistido por um parceiro mais capaz. Todavia, esta modulação pedagógica apenas torna-se exequível após uma avaliação diagnóstica das concepções espontâneas e científicas dos estudantes. A qual foi muito realizada com sucesso pela articulação didática do coordenador.

Não vamos pontuar, nesta pesquisa, todas as discussões estabelecidas durante o processo formativo. Analisamos o recorte anterior com a intenção de exemplificar os caminhos percorridos durante as interações estabelecidas na formação dos estudantes com o coordenador. O diálogo mais completo está no Apêndice F.

Na sequência apresentamos outras unidades de contexto que evidenciam as concepções espontâneas e científicas dos estudantes para os diferentes conceitos discutidos na formação com o coordenador. A seguir, o Quadro 10.3 reúne os sentidos produzidos pelos estudantes para alguns conceitos físicos discutidos na formação.

Quadro 10.3 – Sentidos produzidos pelos estudantes para os diferentes conceitos físicos.

Estudante- expositor	<i>O que você entende por ...?</i>				
	<i>Equilíbrio</i>	<i>Centro geométrico/ Centro de massa e Gravidade</i>	<i>Pressão</i>	<i>Energia</i>	<i>Eletricidade/ Corrente Elétrica</i>
<i>Jorge</i>	Quando um objeto, por exemplo, as forças que atuam sobre ele estão justamente em equilíbrio, tendo o mesmo valor, nenhuma tende a ir nem para um lado nem para o outro e sim tendem a se manter no centro.	O centro de massa, por exemplo, é a parte do objeto X onde, é como se fosse o meio do objeto, mas não precisa ser necessariamente o meio. Por exemplo, uma pessoa se olhando, não dá pra ver o meio da pessoa, mas temos o centro de massa. É um centro de equilíbrio, de peso, é um meio mesmo.	A pressão é quando você comprime algo até que os átomos vão se apertando e tendo seu movimento inibido até o momento em que você solta, e eles vão passar de uma vez, por isso que o ar sai em velocidade do compressor.	Existem vários tipos de energia né, energia elétrica, energia mecânica, cinética, se nem a ciência explicar como que você vai explicar. (...) A energia térmica ela vai ser separada através do calor, a cinética através do movimento. (...)ele tem carboidrato, e quando o carboidrato entrar no seu organismo, ele vai fazer a síntese e vai gerar energia, como se fosse um combustível.	Eu falei choque porque é a primeira coisa que veio na minha cabeça, mas a energia elétrica ela é como se fosse um combustível, pra mim, porque vai estar enviando esse combustível através de uma organização cinética e vai passar pelo fio de cobre...e pra luz por exemplo vai transformar essa energia em menores, e vai chegar na geladeira, e é isso como transformar em energia elétrica, como se fosse um combustível.
<i>Laura</i>	Eu acho que quando a soma das forças se anula, o corpo fica em equilíbrio, porque se você tem muita coisa de um lado, eu vou tender a cair para o outro.	Não falou a respeito.	É difícil de falar, mas eu concordo com ela, que o ar é comprimido.	Não falou a respeito.	Eu penso o movimento.

<i>Michele</i>	Eu concordo com elas. Em questão como a Camila falou, o equilíbrio é determinado principalmente por conta da altura. A questão do peso não seria necessariamente, considerável. A massa seria mais determinante nesse caso.	Não falou a respeito.	Eu acho que também está ligado a essa questão do ar comprimido, tipo, você tem uma garrafa e ela tá fechada e quando você abre você escuta o barulho da pressão, então eu acho que tá relacionado a essa questão de compressão.	O Nescau possui um nutriente que vai, de certa forma, gerar um combustível para o ser humano, então, não é uma energia em si, seria um nutriente substituir a energia.	Eu penso luz.
<i>Patrick</i>	Eu me lembrei da palavra estabilidade na minha cabeça, como se não fosse algo em excesso e algo em falta.	Não falou a respeito.	Eu não sei se está certo, mas pra mim são as moléculas batendo contra uma parede, mas eu não sei se é velocidade, se é força.	Faz sentido, a única coisa que tá fazendo sentido sua frase é o tempo, porque corpo vai demorar pra digerir, fazendo que o Nescau se torne energia. (...) A faísca vai ser um start pra uma reação, e essa reação vai liberar energia térmica, eu não sei se é um gás sólido ou mais gases, mas essa energia térmica vai esquentar o gás e vai exercer uma energia cinética, e depois vai retornar de novo e vai movimentar os carros.	Pensa num fio, tem dois pontos, um ponto vai faltar elétron e o outro está sobrando elétron, aí a corrente vai ter a passagem, a passagem do fio até os elétrons.
<i>Rafael</i>	Eu acho que é meio que um ponto zero. Tem um equilíbrio, uma igualdade	Não falou a respeito.	Eu acho que é quando você exerce sua força nele	Não falou a respeito.	Eu penso na organização dos elétrons.

	de todos os lados e tem onde as duas se encontram, um ponto zero.		e ele vai tá pressionando ele.		
<i>Daniel</i>	Não falou a respeito.	Não falou a respeito.	Eu concordo com a definição deles porque, quando a gente fala de pressão, o que vem a minha cabeça é a panela de pressão que a gente tem em casa. Quando a panela já não suporta mais a pressão que tem lá dentro, ela sai. Então pressão seria você comprimir ao máximo o ar dentro de um determinado objeto.	Não falou a respeito.	Não falou a respeito.
<i>Roberta</i>	Não falou a respeito.	Eu não lembro exatamente da existência de um centro de peso, mas na minha cabeça ele se relaciona como se fosse o resultado das forças que atuam sobre aquele objeto. Então eu penso que seria tipo isso.	Quando eu ouço essa palavra geralmente vem à mente o espaço e a quantidade de ar que está naquele espaço, então eu penso mais na força que está exercendo pra que esses átomos, naquele espaço, fiquem coladinhos uns aos outros, impedindo de se movimentar.	Luz, calor...	Não falou a respeito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 10.3 estão algumas unidades de contexto produzidas pelos estudantes expositores que participaram mais ativamente das discussões com o coordenador. Dentre os conceitos discutidos, a representação de sentido pessoal da palavra equilíbrio foi a que provocou maior engajamento dos estudantes, demonstrando a familiaridade com o uso do termo. As palavras mais frequentes nas falas dos estudantes a respeito de equilíbrio foram a força, a massa, a estabilidade e a distância. De certa forma, os sentidos produzidos pelos estudantes aproximaram mais das significações físicas do conceito ao invés dos seus significados no cotidiano. Por essa razão, este tema foi o mais explorado pelo coordenador, com experiências demonstrativas, esquemas desenhados na lousa e diferentes formas de sistematização do conceito. Mesmo os estudantes que não expuseram suas concepções, acenaram positivamente confirmando entendimento das ideias discutidas.

Quanto aos temas de centro geométrico, centro de massa e centro de gravidade identificamos como sendo os assuntos de menor compreensão dos estudantes, em razão da mínima participação deles. Os questionamentos feitos sobre estas temáticas provocaram nas feições fisionômicas dos estudantes completo desconhecimento. Dentre as justificativas possíveis apontamos duas principais. A primeira diz respeito ao repertório cultural destes estudantes, as suas concepções espontâneas, muito provavelmente, em relação a estas palavras foram poucas vezes ou não trabalhadas no seu cotidiano, não criaram assim nenhuma referência de conhecimento para servir de base de correlação com uma abordagem científica das terminologias. A segunda refere-se a não inclusão deste tema no material curricular da escola. Procuramos no material didático as referências sobre estes assuntos e não encontramos.

Como discutimos anteriormente, a constituição do repertório científico-cultural acontece, também, no ambiente escolar, no contexto das disciplinas específicas. Não há dúvidas de que as mídias digitais popularizam a ciência e democratizam o seu acesso, com documentários, séries e matérias sobre as temáticas científicas, contribuindo significativamente com este repertório científico. Entretanto, a aproximação destes temas, segundo uma imagem mais fidedigna da ciência e da sua produção de conhecimento, passa pela escola, dentre as suas inúmeras atribuições formativas, está o exercício da função de mediação e transposição do saber popular ao saber científico para os estudantes. Nesse caso, então, fica claro um dos papéis da educação não formal, o de complementar a educação formal desses estudantes. Se não houvessem participado desta formação, muito provavelmente, completariam o Ensino Médio desconhecendo o significado de centro geométrico, centro de massa e centro de gravidade.

Todavia, enfatizamos o papel fundamental do parceiro mais capaz (o coordenador) para minimizar essas lacunas conceituais e auxiliar o processo de aprendizagem. Assim que identificou a incompreensão dos estudantes procurou sistematizar as temáticas com mais riquezas de detalhes, procurando atuar na zona de desenvolvimento imediato dos estudantes. Na continuação, apresentamos algumas unidades de contexto do discurso do coordenador na sistematização destas terminologias.

Existe um centro geométrico claro, e existe igualmente um centro de massa. Já repararam em alguns homens que fazem musculação? Que têm as pernas muito finas em relação ao resto do corpo? Eles são fortões, só que eles não gostam muito de treinar perna. A perna cansa muito, dá muito trabalho, então ele fica todo musculoso nos membros superiores e as pernas ficam fininhas. É claro que, se for colocar em uma balança vai contar o peso total dele, mas não há dúvidas de que ele pesa mais da cintura para cima, do que da cintura para baixo. Portanto, se for ver a massa dele, ele tem mais massa pra cima da cintura do que para baixo, ok? Então é claro que o centro de massa dele é diferente do centro de gravidade, ok? Vamos pensar em outro exemplo. Se você pegar um tijolo, em que todo o material é muito bem distribuído, se você localizar o centro geométrico dele vai perceber que é igual ao centro de massa, isto por conta de a massa ser distribuída uniformemente. Agora se você considerar esta chave de fenda, se você localizar o centro dela, vamos supor que o centro esteja aqui, será que a massa não vai ter mais massa desse lado do que do outro? Então o centro de massa provavelmente vai estar deslocado, tudo bem? Tudo certo? Ok. Então de fato o centro de massa é diferente do centro geométrico ok?

(...)De fato o centro geométrico é o centro da peça, o centro de massa vai depender, se a peça é mais gordinha para cima ou é mais gordinha para baixo ou ela é gordinha no todo ou é magrinha no todo. Como é que a massa vai se distribuir aí vai depender se ela for mais gordinha para o lado de cima ela tende a pender, se ela for mais gordinha para o lado de baixo ela tende a descer, quer dizer ao invés dela subir ela vai tender a cair, tá certo? É a característica dela, deu para entender isso? Certo? Então, ou seja, a gente vai conseguir pensar nessa característica aqui, entretanto, e aí de fato quando eu penso em equilíbrio, se eu penso em corpos homogêneos, lembra quando o professor de vocês falou sobre corpos homogêneos ou heterogêneos? Se o corpo é homogêneo, o corpo é feito de um único material só da mesma substância. Agora imagina que eu digo para você assim, a metade de cima é feita de chumbo e a metade de baixo é isopor, eu equilíbrio de maneira igual isso? Não. Por que esta parte tem mais massa do que essa parte de cima, concorda? Então este corpo não é homogêneo, portanto, o centro de gravidade, o centro geométrico não vai ser igual ao centro de massa, a massa vai estar mais para cima do que para baixo. Concordam comigo? Perfeito, agora o que vai acontecer, então, ou seja, se eu tentar equilibrar esse corpo eu tenho que colocar segurar no centro geométrico ou eu no centro de massa? (...) Se para equilibrar o corpo seguro no centro de massa percebam se o centro de massa estiver aqui, vamos chamar de ponto de sustentação, se o ponto de sustentação estiver acima do centro de massa sempre vai estar em equilíbrio, este é o equilíbrio estável, o corpo vai estar feliz e dificilmente se você tentar mexer no corpo ele volta para a posição inicial, se eu pegar esse vaso aqui, trazer para cá, o que ele vai fazer? Ele vai voltar para cá, se eu pegar esse corpo aqui e colocar para cá ele volta para cá, esse é o equilíbrio estável. Se eu colocar o vaso no centro de massa dele, centro de massa e não centro geométrico, o que vai acontecer? Se eu pegar o vaso e girar o vaso para cá ele fica, se eu pegar o vaso e virar o vaso para cá ele fica e é um equilíbrio instável, porque uma vez você mexido ele fica, ele não volta mais para a posição que estava antes, ele fica na nova posição. Agora se você colocar esse aqui no ponto C qualquer coisinha o corpo caí, então perceba que quanto mais alto tiver o ponto de sustentação em relação ao centro de massa maior a estabilidade, quanto mais baixo foi o centro, por exemplo, você tem um carro, você quer que o carro corra ganha muita velocidade,

a possibilidade de você fazer uma curva com tranquilidade, você consegue, se você fizer uma curva sem capo (Coordenador).

Outras definições foram propostas, com vistas a suprimir as deficiências de compreensão dos estudantes, entretanto, sempre esclarecendo a eles que estas definições compõem o rol de entendimento da ciência, outras podem existir e coexistir sem a necessidade de competirem mutuamente. Uma ideia central na concepção vygotskyana é a proposta da imitação como estratégia de ensino e de aprendizagem, o professor deve deixar-se imitar. Em outras palavras, o professor (ou o parceiro mais capaz) deve apresentar os conteúdos de sua disciplina de tal forma que os estudantes tenham condições de acompanhá-los e retomá-los, quantas vezes possíveis, para alcançarem um nível de entendimento razoável. Claro que esta assimilação conceitual demanda tempo e esforço do estudante para sua maturação. Entretanto, um dos passos essenciais, para favorecer o processo de aprendizagem, deve ser a preocupação com apresentação de um sólido conhecimento, alinhado as prerrogativas científicas. Assim, quanto maior for este conhecimento, maiores são as chances de eles acrescentarem a esse conhecimento suas contribuições individuais (GASPAR, 2014, p.202 – 207).

Observamos no percurso de sistematização do coordenador exatamente este cuidado com a apresentação de um sólido conhecimento. Ao definir o conceito de centro de massa e de centro geométrico, parte das contribuições dos estudantes, das suas concepções espontâneas, e procura contextualizar as definições com exemplos próximos da realidade deles. Esta estratégia de ensino insere duplamente o estudante no assunto em discussão, favorecendo o processo de assimilação do conteúdo. Para conceituar o centro geométrico e o centro de massa, utiliza uma chave de fenda para problematizar a questão da distribuição da massa dos corpos. Por apresentar uma massa não distribuída uniformemente, tem o seu centro geométrico deslocado da posição do centro de massa. Em contrapartida, para o caso de distribuição uniforme da massa e de uma forma espacial geometricamente simétrica, traz o exemplo do tijolo. Onde os centros geométrico e de massa estão na mesma posição espacial. Ainda para facilitar a visualização, esquematiza na lousa, com auxílio dos estudantes, as possíveis posições desses centros, tanto para a chave de fenda quanto para o tijolo. Por fim, define que “de fato o centro geométrico é o centro da peça, o centro de massa vai depender da distribuição de massa do corpo, pode ser entendido onde a massa está concentrada em um único ponto”.

Ainda na sequência, aborda a questão do equilíbrio dos corpos para sistematizar o conceito de centro de gravidade. Destaca a existência de três possibilidades de equilíbrio:

estável, instável e indiferente. Se consideramos os corpos apoiados em uma base, propõe que para ele permanecer em equilíbrio é necessário que a linha de seu centro de massa não saia da base do corpo. Assim, para exemplificar, discute o caso de um sólido, em formato de prisma retangular, formado por chumbo em uma de suas metades e a outra de isopor. Neste caso, como o corpo não é homogêneo, o centro de gravidade e o centro geométrico não estão na mesma posição do centro de massa, há um deslocamento. Portanto, se o ponto de sustentação está acima do centro de massa ou do centro de gravidade, o corpo permanece em equilíbrio estável. Qualquer deslocamento de sua posição inicial faz com que ele retorne novamente para ela.

No caso do equilíbrio instável, o ponto de sustentação está abaixo do centro de massa e do centro de gravidade do corpo, se deslocado o corpo se afasta de sua posição e não retorna. E, por fim, no equilíbrio indiferente, se deslocado o corpo ele permanece na nova posição. Esta sequência de sistematização com a participação dos estudantes foi seguidamente repetida com maior ou menor ênfase para os demais conteúdos discutidos. Optamos por trazer esse exemplo, porque ele representa a forma como foi conduzido o processo de ensino dos conceitos sistematizados ao término de cada momento interativo. As demais conceituações seguiram a mesma estratégia metodológica, os passos percorridos seguiram as orientações vygotskyana.

Ao retornar para o Quadro 10.3, observamos que os termos pressão e energia despertaram significativo interesse de participação dos estudantes. Ao produzirem sentidos a respeito da definição de pressão algumas palavras apareceram com mais frequência nos seus enunciados: compressão, átomos, moléculas, força, espaço e ar. Interessante destacar que os sentidos produzidos por eles se aproximaram significativamente da definição científica de pressão. Encontramos as definições de pressão como: a força exercida por alguma coisa sobre algo; a ação de comprimir ou pressionar; a colisão entre partículas (átomos e moléculas) transferindo momentos de uma para outra e com a parede do recipiente; e, a compressão do ar.

De forma geral, as definições foram coerentes com as concepções físicas. Inclusive a participação do coordenador foi mais moderada, buscando apenas questioná-los a respeito das definições apresentadas. Isto indica que o uso da terminologia pressão é frequente no cotidiano destes jovens. Como destacamos anteriormente, muitos deles estavam cursando o técnico de eletromecânica no curso técnico. O Jorge, em uma de suas falas, afirma ter apresentado um trabalho recente sobre o tema de pressão na disciplina de pneumática. Muitos dos estudantes-expositores também estavam no mesmo curso técnico. Portanto, os temas coincidentes com as

disciplinas do técnico são bem argumentados por eles, demonstrando razoável conhecimento prévio.

O mesmo interesse de participação também se fez presente nas temáticas de energia e eletricidade, demonstrando concepções espontâneas bem próximas das significações científicas. Ademais, por se tratar de uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, muitos temas estavam sendo revisitados na escola, uma espécie de revisão geral de todas as áreas, para prepará-los para os exames de pré-vestibular e de ENEM. Por essa razão, acreditamos que em alguns conteúdos, por conta desta dinâmica escolar e pela influência do curso técnico, eram discutidos com mais facilidade em função do repertório científico já existente. Entretanto, mesmo assim, o coordenador retoma algumas definições revendo as concepções incorretas dos estudantes.

Durante todo o momento formativo dos estudantes com o orientador, a monitora do centro de ciências estava presente. Observando, registrando e anotando as concepções espontâneas e científicas dos estudantes para os diferentes temas discutidos e sistematizados. Na segunda etapa da formação no centro, foi ela quem conduziu e apresentou todas as experiências disponíveis para o dia da mostra. No próximo capítulo, apresentamos esta etapa formativa dos estudantes com a monitora e analisamos os resultados coletados desse processo formativo.

11 A FORMAÇÃO COM A MONITORA E OS EXPERIMENTOS

A monitora do centro de ciência já atuava nesta função há mais de três anos. Tinha familiaridade com os experimentos constituintes do espaço do centro. Organizou e participou de inúmeros eventos produzidos pelo centro, como feiras de ciências, shows de energia, mostras escolares e para público em geral etc. No momento da formação com os estudantes, ainda estava como universitária do curso de Física da UNESP, no ano de conclusão. Então, além da experiência prática com os diferentes aparatos experimentais, possuía também formação acadêmica adequada para explicar os diferentes conceitos físicos presentes, visto a correspondência de área. Tratava-se, portanto, de uma monitora bem-preparada para conduzir o processo formativo dos estudantes junto aos experimentos.

Para a apresentação dos experimentos e a orientação das atividades práticas aos estudantes-expositores, partimos da compreensão de que a observação direta de um experimento, sem os necessários conhecimentos prévios a respeito, não pressupõe a caracterização como fenômeno, nem mesmo, a identificação enquanto problema passível de análise e investigação. Menos ainda, evolui para uma testagem de hipóteses pelas vias da experimentação, na busca de conclusões. Nada disto é possível, se desconsiderar alguns elementos fundamentais dos indivíduos que participam direta ou indiretamente e concorrem para este fim. Quando observamos o mundo, o fazemos a partir da cultura, das crenças, dos valores, dos interesses subjetivos, dos conhecimentos de que dispomos e etc. Se alterarmos aquele que observa, alterar-se-á com ele, o rol de saber que concorre para as observações (MORTIMER; CARVALHO, 1996). Assim, o estudante ao desconhecer a lei que rege o fenômeno, por mera observação, não saberá sequer o que deve observar e nem mesmo problematizar, porque ignora os seus princípios científicos (HANSON, 2014, p. 11).

Com base neste entendimento e orientados segundo as indicações da teoria de Vygotsky, para a realização das atividades, organizamos em parceria com a monitora a seguinte sequência formativa:

- i. a exposição de seus objetivos e de seus conceitos teóricos;
- ii. a descrição da montagem do aparato experimental (em alguns dispositivos foi necessária a execução da montagem para realização do experimento, em outros não);

- iii. o procedimento de apresentação do experimento ao público (problematizações, questionamentos, interações com os ouvintes e escuta das ideias e opiniões);
- iv. a análise dos fenômenos produzidos; e,
- v. as considerações finais sobre os fenômenos observados segundo os seus conceitos teóricos.

Na exposição dos objetivos e conceitos teóricos dos experimentos, a monitora procurou partir das concepções espontâneas e científicas destes estudantes, retomando a formação realizada com o coordenador e as definições lá sistematizadas. Destacamos que durante todas estas etapas, independente das estratégias pedagógicas utilizadas, tomamos o cuidado para promover as interações sociais assistidas pelo parceiro mais capaz, no caso a monitora. Os estudantes-expositores, então, foram estimulados a participar de todas as exposições.

Após o término do processo formativo com a monitora, conhecendo agora todos os experimentos, desde seus objetivos e conceitos físicos envolvidos, até a montagem e a realização da atividade, cada estudante escolheu um dos experimentos disponíveis para expor no dia da mostra. Em toda a formação, eles interagiram em grupos e sempre estiveram assistidos pela presença de um parceiro mais capaz, orientando o processo de aprendizagem. Pois acreditamos nas indicações de Vygotsky, quando afirma que a aprendizagem acontece essencialmente de cooperação, ensino e imitação.

Como já descrevemos anteriormente, não nos referimos a uma imitação mecânica, a qual, é um processo característico dos animais. Nos animais a imitação não conduz ao desenvolvimento cognitivo e, portanto, não leva à aprendizagem, mas sim ao adestramento. A imitação humana, diferentemente, promove o desenvolvimento intelectual pela aprendizagem. Para imitar é necessário dispor de um certo nível de conhecimento, para passar daquilo que já se sabe para assimilação de alguma coisa nova. Entretanto, se a imitação não tivesse limites qualquer estudante seria capaz de resolver qualquer problemática com a assistência de um parceiro mais capaz, o que sabemos não ser verdade. O estudante tem mais sucesso, quando soluciona problemas mais próximos daqueles que ele consegue resolver sozinho. Ao passo que, conforme surjam as dificuldades, por atingirem um certo nível de complexidade além da sua compreensão, ele começa a não ter sucesso, mesmo com a assistência de um parceiro mais

capaz. Portanto, a melhor régua de medida para o educador é avaliar a fronteira entre o que o estudante pode fazer sozinho e o que necessita de assistência (VYGOTSKY, 1986, p. 188).

Com base nesse pensamento, a aprendizagem vai se fazendo presente à medida que o estudante se torna cada vez mais independente no processo de imitação. Em um primeiro momento, ele precisa estar em cooperação direta, para compreender o enunciado de um problema e seus conceitos envolvidos, precisa seguir atentamente os passos de uma resolução até o encaminhamento da sua solução final. E, embora no término do processo possa julgar ter assimilado completamente o conteúdo e a resolução, se o professor solicitar que faça um problema semelhante, muito provavelmente, não irá conseguir. Ele entendeu, mas não aprendeu. Isto ocorre porque a mente do estudante, apesar de compreender as estruturas de pensamento necessárias para solucionar a problemática, ainda não dispõe das suas próprias estruturas, apenas o tempo de prática constante irá oportunizar esta construção.

Para aprender é necessário tempo e repetição incessante do processo. Nesse sentido, as tarefas de casa são muito bem-vindas, pois oportunizam ao estudante a prática sozinha. A motivação nestes momentos deve caminhar lado a lado das suas práticas individuais, para que nos momentos de fracasso e desilusão, o interesse fale mais alto. Por essa razão, o professor deve atentar-se para que os problemas propostos não ultrapassem a ZDI do estudante, de tal forma que ele consiga prosseguir com maior independência em seus estudos. Com o passar do tempo, naturalmente, ele vai desenvolver as novas estruturas de pensamento necessárias para conseguir resolver sem ajuda a nova modalidade de problemas. Em síntese, para passar da imitação direta, para imitação sozinha e, por conseguinte, alcançar a capacidade de fazer sozinho o que o professor ou o parceiro mais capaz faz, o estudante precisa construir e interiorizar uma nova estrutura de pensamento (GASPAR, 2014, p.190).

Com base nessa concepção vygotskyana, propomos aos nossos estudantes-expositores o estudo a respeito das temáticas discutidas e dos experimentos apresentados. Eles, então, foram para casa e tiveram tempo para refletir e buscar assimilar algumas das discussões e sistematizações propostas no curso. Para tanto, responderam ao Questionário 2 (A formação no centro de ciências). Na sequência iremos apresentar as respostas dos estudantes para algumas questões propostas neste questionário.

No Quadro 11 a seguir, apresentamos as respostas referente a escolha dos experimentos e os seus porquês.

Quadro 11 – A opção pelo experimento e o seu porquê.

Estudante	Experimento	Por que optou por este experimento?
<i>Maria Julia</i>	Pêndulo de Newton.	Este experimento me chamou muita atenção, pois nunca olhei ele no lado da física, mas sim como um brinquedo qualquer, então despertou em mim uma vontade de mostrar que não é simplesmente jogar a bolinha, mas sim ver toda a energia que passa por ela.
<i>Jorge</i>	Plataforma giratória	Pois eu fui a "cobaia" do experimento e achei muito interessante e divertido, seria legal passar o conhecimento sobre ele aos meus outros colegas.
<i>Camila</i>	Cadeira Humana	Achei muito interessante e acredito que chamaria atenção de quem estaria no evento por ser bem dinâmico, mas não fugir do mesmo objetivo que outros experimento, que é transmitir conhecimento para quem vai conhecer a feira.
<i>Michele</i>	Transformador de baixa	A maneira como o clips serviu como um condutor me surpreendeu.
<i>Laura</i>	Gerador de Van de Graaff e garrafa de Leyden	Por afinidade e pelo fato de achar muito interessante os conceitos envolvidos nestes, sendo em três anos de colegial uma das matérias das quais eu tive mais empenho em aprender.
<i>Roberta</i>	Bobina de Tesla	Optei por esse experimento por ter me interessado de forma a querer saber mais sobre o funcionamento, e por ser um experimento interativo e bastante visual ao conseguirmos enxergar a eletricidade saindo da bobina até a lâmpada, o que causa uma comoção interna nas pessoas.
<i>Daniel</i>	Escada de Jacó (chispador)	Porque eu achei interessante como a eletricidade rompe a resistência do ar.
<i>Rafael</i>	Máquina de Wimshurst	Todos os experimentos eram bem interessantes, porém este me chamou mais a atenção, e pelo fato de eu já ter estudado um pouco de elétrica no curso.
<i>Ana Flávia</i>	Cadeira de Pregos	É interessante saber como uma pressão age e como ela consegue fazer com que alguém não se machuque sentando-se em pregos
<i>Patrick</i>	Looping	Porque ele está envolvido com conceitos que eu gostaria de me envolver como atrito e dissipação de energia, e principalmente com o conceito de energia.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre as justificativas apresentadas para a escolha dos experimentos, pelos estudantes, pode-se citar:

- i – o interesse por explicar o fenômeno a partir dos conceitos físicos** (“mostrar que não é simplesmente jogar a bolinha, mas sim ver toda a energia que passa por ela”, “seria legal passar o conhecimento sobre ele aos meus outros colegas”; “achei muito interessante os conceitos envolvidos neste experimento”).
- ii – a ludicidade e a interatividade do experimento** (“fui a “cobaia” do experimento e achei muito interessante e divertido”; “achei muito interessante e acredito que chamaria atenção de quem estaria no evento por ser bem dinâmico”; “a maneira como os clips serviu como um condutor me surpreendeu”, “um experimento interativo e bastante visual ao conseguirmos enxergar a eletricidade saindo da bobina até a lâmpada”; “Porque eu achei interessante como a eletricidade rompe a resistência do ar”).
- iii – a motivação para conhecer em mais detalhes o experimento** (“por ter me interessado de forma a querer saber mais sobre o funcionamento”, “é interessante saber como uma pressão age e como ela consegue fazer com que alguém não se machuque sentando-se em pregos”).
- iv – a relação do experimento com a área de interesse** (“está envolvido com conceitos que eu gostaria de me envolver como atrito e dissipação de energia, e principalmente com o conceito de energia”; “por afinidade com uma das matérias das quais eu tive mais empenho em aprender”).

Os porquês apresentados confirmam o interesse e a motivação destes estudantes pela área de Física. De forma geral, os estudantes não apresentaram dificuldades para realizar a escolha dos experimentos após a formação com a monitora. Não vamos analisar aqui, os discursos produzidos pela monitora (Apêndice F) para explicar os diferentes experimentos e os seus fenômenos. Isto porque, estaríamos desviando dos objetivos desta tese, cujo foco central está no processo de aprendizagem dos estudantes. Entretanto, esta aprendizagem igualmente se torna possível pela ação pedagógica da monitora, favorecendo o desenvolvimento das estruturas mentais necessárias para uma possível imitação da explicação do fenômeno observado. Como sublinhamos anteriormente, o ato de aprender passa pela cooperação, ensino e imitação. Mesmo

a monitora assumindo uma função de coadjuvante nesse processo, ele não existiria ou não alcançaria os mesmos resultados de aprendizagem sem a sua presença.

Por essa razão, apresentamos recortes de suas falas, as unidades de contexto, ao lado dos sentidos produzidos pelos estudantes-expositores no dia da visitação, enquanto apresentavam e explicavam os experimentos aos estudantes-ouvintes. Como detalhamos na metodologia desta tese, antes da apresentação na mostra, foi sugerido aos estudantes-expositores um estudo mais aprofundado em casa, objetivando fornecer tempo e oportunidade de reflexão para a compreensão dos principais conceitos envolvidos nos experimentos, que foram apresentados e sistematizados pelo coordenador e pela monitora.

No roteiro de estudo proposto aos estudantes-expositores (Questionário 2) foi proposta uma pergunta (o que aprendi sobre o experimento?) solicitando a descrição do resultado dos seus estudos individuais. Observamos em algumas respostas, a presença de cópias parciais ou completas de textos disponíveis em sites da internet. Este aparente plágio, de uma perspectiva vygotskyana, pode até representar uma primeira etapa de assimilação de um conteúdo pela imitação direta. Em que os parceiros mais capazes seriam os conteúdos expostos em um artigo, uma matéria, um vídeo etc. Entretanto, como não dispomos dos instrumentos necessários para avaliar se foi ou não um plágio, e mesmo que tenha sido, se ocorreu algum processo reflexivo de entendimento do texto copiado. Ou simplesmente se foi apenas uma cópia decorrente da busca de termos no Google. Enfim, por essas razões, julgamos prudente “descartar” estas produções de sentido e substituí-las por aquelas produzidas oralmente no dia da exposição na mostra.

Na próxima seção, apresentamos algumas produções de sentido dos estudantes-expositores na apresentação dos experimentos no dia da mostra. Iremos fazer as análises tomando também por base os discursos produzidos pela monitora no dia da formação no centro de ciências.

12 A APRESENTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS NO DIA DA MOSTRA

A mostra no centro de ciências foi realizada com a apresentação dos experimentos pelos estudantes-expositores. Os estudantes-ouvintes compareceram no dia para participar das exposições. Normalmente, a visitação a um centro de ciências não restringe os modos de circulação pelo espaço e não prescreve a formação de grupos para interação com os experimentos. A partir das orientações da teoria vygotskyana, propusemos a formação de grupos para circulação dos estudantes-ouvintes no espaço do centro de ciências. Partimos da premissa de que esta formação oportuniza as interações entre os visitantes, podendo contribuir para a compreensão dos fenômenos e, seguidamente, facilitar o processo de aprendizagem dos conceitos científicos apresentados.

As interações sociais são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. São nesses momentos interativos onde ocorrem o compartilhamento de conhecimentos e experiências que interferem nos processos de amadurecimento da cognição de cada estudante. As parcerias estabelecidas entre o coordenador e os estudantes, a monitora e os estudantes e, no dia da mostra, entre os estudantes expositores e os estudantes ouvintes, podem favorecer no desenvolvimento do repertório científico destes estudantes. Na sequência apresentamos a exposição de quatro experimentos escolhidos aleatoriamente (A plataforma giratória, A máquina de Wimshurts, Os Hemisférios de Magdeburg, A bobina de Tesla e o Transformador de baixa). As produções de sentido apresentadas e analisadas foram coletadas no Questionário 3 e na gravação das exposições no dia da mostra. Por fim, apresentamos as percepções registradas pelos estudantes expositores por participarem da formação no centro de ciências e atuarem como monitores no dia da mostra.

12.1 A exposição da plataforma giratória

A seguir apresentamos as produções de sentido decorrentes da exposição do experimento da Plataforma Giratória pelo estudante-expositor Jorge. Após a leitura flutuante, exploração do material e seleção dos discursos produzido pelos estudantes, separamos para análise algumas unidades de contexto do diálogo de exposição.

1. **Jorge:** Bom, e aí pessoal, beleza? Esse aqui é um experimento que vai falar de momento angular e de centro de massa. O que vocês entendem de momento angular? E centro de massa?
2. **Deivid:** O centro de massa é meio que um ponto de equilíbrio.
3. **Jorge:** Então, momento angular é uma grandeza que tem a ver com a rotação do corpo, então esse experimento aqui, envolve os dois. O Centro de massa do corpo humano ele fica em volta do umbigo e quando você deita ele vai passar para o peito, mas aqui o que importa é o umbigo. Bom, sabe quando a bailarina vai fazer uma apresentação? Ela começa a girar assim e vai descendo rápida. Então, é basicamente o que vai acontecer aqui. Quando vocês subirem vão segurar os halteres e vão levantar e abaixar os braços. Observem o que acontece com o movimento de rotação do corpo. Vamos fazer antes, quem quer ser a cobaia?
4. **Junior:** Eu vou.
5. **Jorge:** Sobe aí, pode subir. Afasta o pé, tá equilibrado?
6. **Junior:** Tô suave.
7. **Jorge:** Segura. Abre o braço eu vou girar você, quando eu falar você abaixa e levanta o braço. Abaixa os dois braços.
8. **Junior:** Nossa.
9. **Jorge:** Levanta os dois braços.
10. **Junior:** Nossa.
11. **Jorge:** Vou explicar para vocês, aí depois faço a demonstração. Então, como eu falei para vocês o centro de massa do corpo fica em volta do umbigo, então quando você está com os braços levantados a massa do corpo está mais distribuída, então, você vai girar mais devagar. Além disso tem o atrito que vai ter como se fosse o paraquedas. Quando você está em um carro super-rápido e abre um paraquedas, mais ou menos isso que vai acontecer só que não numa escala tão grande. Aí o corpo vai desacelerar por causa do atrito com os braços e a massa vai estar mais distribuída, não vai estar tão concentrada aqui embaixo, então ele vai mais devagar. Quando ela está aqui, a massa está bem mais concentrada, bem mais concentrada aqui no centro de massa e tem menos atrito, então, esse experimento dá para fazer de várias maneiras, não precisa nem usar os pesos se quiser. Quer fazer sem halter?
12. **Junior:** Não, estou tonto ainda.
13. **Jorge:** Só vai evidenciar mais o que está acontecendo, vai aumentar a velocidade quando você abaixar a mão porque vai ter mais massa, então, e também dá pra fazer, você me viu fazendo no curso técnico, em uma cadeira dessas que gira, só que não fiquem em pé na cadeira, não sejam burros, se não vocês morrem, senta-se na cadeira e dá um impulso, de imediato vai abrindo os braços e as pernas e fechando vai acontecer a mesma coisa. Seu corpo tem um eixo e tem o centro de massa dele quando a mão está mais próxima do centro de massa, tem mais massa, ela está mais concentrada no centro de massa o que faz com que ele gire mais rápido, fazendo com que o momento angular seja maior, e quando você afasta a massa vai estar mais distribuída e o momento angular vai ser menor, a velocidade será menor. É isso, vocês querem fazer?
14. **Junior:** Eu tenho uma pergunta. O que você abrir e fechar o braço tem a ver com o momento de inércia?
15. **Jorge:** Então... Calma aí me deixa refletir. Bom, quando você tá... Você já vai girar desde o começo, quando você abaixar o braço o momento de inércia vai ser maior, pois terá menos

atrito, sendo assim o corpo fica com mais velocidade e quando você abrir o braço vai ter mais atrito e aí perde inércia, eu acho que é isso não tenho certeza.

- 16. Deivid:** Se você continuar abrindo e fechando o braço, você continua girando?
- 17. Jorge:** Você vai freando, perdendo velocidade, fazendo em partes.
- 18. Deivid:** Mas você só perde velocidade, não tem como ficar em um momento constante assim, você vai ficar mantendo a velocidade ou só vai diminuir?
- 19. Jorge:** Eu nunca testei, quer testar aqui?
- 20. Deivid:** Só não gira tão forte.
- 21. Junior:** Ele me empurra.
- 22. Jorge:** Ele não vai ter tempo para embalar, vai ficar oscilando a velocidade.
- 23. Fábio:** Eu tenho uma pergunta, se abrir o braço gera atrito para parar o movimento, que diferença faz pegar o peso mais pesado ou ficar sem nenhum peso na mão?
- 24. Jorge:** Aí já não está mais relacionado com o atrito, tem a ver com a massa concentrada.
- 25. Junior:** Mas se você frear não tem nada a ver com o atrito.
- 26. Jorge:** Quanto mais peso tiver, mais massa vai concentrar aqui perto do abdômen, maior vai ser o movimento angular. Quando você abrir menos massa vai ter e o movimento de inércia vai diminuir.

No parágrafo 1, o Jorge faz a definição da situação aos estudantes-ouvintes, apresentando os conceitos físicos presentes no experimento, o centro de massa e momento angular. Ele questiona aos ouvintes sobre o que pensam a respeito destes conceitos, buscando descobrir suas concepções espontâneas e científicas.

O Deivid responde afirmando que o centro de massa está relacionado com a ideia de equilíbrio. Interessante observar nesta correspondência entre conceitos, o mesmo pensamento presente nos estudantes-expositores durante as discussões estabelecidas com o coordenador na formação. Muitas sistematizações físicas foram exploradas e propostas naquela oportunidade, inclusive, a relação entre centro de massa e centro de gravidade e como eles determinam situações de equilíbrios estável, instável e indiferente. Enquanto o centro de massa, representa um ponto hipotético no qual toda a massa do corpo está concentrada, sendo uma propriedade inerente ao corpo. O centro de gravidade é um ponto onde é aplicada a resultante das forças peso, por essa razão, depende da ação gravitacional. Se o corpo estiver sob a ação de um campo gravitacional homogêneo, estes pontos se coincidem (FEYNMAN; LEIGHTON, 2005, p. 45).

Todas estas definições foram apresentadas no processo formativo, porém não foram exploradas e abordadas no discurso do Jorge, quando o Deivid relaciona o centro de massa ao equilíbrio. Muito provavelmente, a compreensão do conceito de centro de massa e centro de

gravidade ainda não esteja muito clara para ele. O que levou a silenciar-se diante da fala do Deivid.

No parágrafo 3, traz a definição de momento angular como sendo uma grandeza relacionada a rotação do corpo. Apesar de correta a definição, faltou mencionar tratar-se de uma grandeza física de natureza vetorial e relacionada a velocidade angular do corpo e ao seu momento de inércia. O momento angular pode ser representado pela expressão matemática $\vec{L} = I \cdot \vec{\omega}$. Em que \vec{L} é o momento angular, I é o momento de inércia e $\vec{\omega}$ é a velocidade angular do corpo (FEYNMAN; LEIGHTON, 2005, p. 56).

Como o momento de inércia depende da distribuição de massa do corpo, ele não apenas vai variar de um corpo para outro, como igualmente terá módulos distintos para um mesmo corpo, dependendo da escolha do eixo de rotação. Em casos de sistemas de massas em movimentação dinâmica, como é o caso da plataforma giratória, o momento de inércia altera-se conforme modifica-se o posicionamento dos braços. Isto porque, a massa se distribui de formas distintas com os braços abertos e fechados. Antes de continuar com mais detalhes a respeito do entendimento físico de conservação do momento angular, vamos analisar como o Jorge explica aos estudantes-ouvintes o porquê do aumento da velocidade rotacional da plataforma quando os braços estavam fechados e a sua diminuição quando os braços estavam abertos.

No parágrafo 3, ele faz uma comparação do movimento de rotação executado pela bailarina e a demonstração da plataforma giratória. Inclusive, para abordar a temática de centro de massa, usa do exemplo do corpo humano, afirmando que a localização desse ponto hipotético modifica-se dependendo da posição, em pé fica na região do umbigo e deitado no peito. Estas exemplificações trazem consigo uma evidência do processo de imitação como forma de assimilar novos conhecimentos. A monitora, quando explicava aos estudantes sobre os fenômenos físicos envolvidos no experimento, exemplificava de forma muito similar.

O experimento é similar ao que as bailarinas fazem em suas apresentações abrindo e fechando os braços, aumentando e diminuindo a velocidade do giro, não se trata apenas de estética e sim de física. Todo corpo possui um centro de massa, e no corpo humano e fica na região do umbigo e passa para o peito ao nos deitarmos (Monitora).

Como destacamos, segundo a perspectiva vygotskyana, a imitação representa o primeiro passo em busca da criação de estruturas mentais que oportunizem a assimilação posteriormente. Para imitar é necessário partir de algum conhecimento prévio disponível e

correlacioná-lo com o objeto de discussão. Apesar de ser o mesmo exemplo, agora o Jorge já sabe utilizá-lo com um sentido mais próximo de uma base científica, relacionando o conceito de momento angular e centro de massa como formas explicativas para o fenômeno. Portanto, estas produções de sentido demonstram formas incipientes de aprendizado, porque agora ele vai se tornando capaz de fazer sozinho, aquilo que antes ele precisava da presença de um parceiro mais capaz. O domínio dos conceitos só se estabelecerá com o tempo e esforço próprio do estudante, à medida que for construindo as estruturas mentais que lhe permitam esta compreensão.

Em continuidade, no parágrafo 11, o Jorge apresenta sua explicação do fenômeno. Enquanto fala a respeito da massa do corpo estar mais distribuída com os braços abertos e, por essa razão, ocasiona uma diminuição da velocidade rotacional da pessoa, está correto de uma perspectiva física. No entanto, afirma que a causa da diminuição da velocidade da plataforma deve-se ao atrito dos braços com o ar. Como acontece nos carros de corrida, quando lançam paraquedas como forma de criarem atrito com ar para reduzirem as altas velocidades. Então, a origem da redução de energia cinética rotacional está associada a dissipação de energia pela presença de atrito.

Este pensamento está incorreto e demonstra uma assimilação mais imediata de senso comum, baseada estritamente na sensação dos sentidos humanos. De fato, existe a resistência com o ar, e isso pode ser percebido diretamente quando participamos da experiência. Não há nada a mais além do ar oferecendo resistência a movimentação rotacional. Assim, os sentidos nos apontam que as variações de velocidades são provocadas pelo contacto dos braços com o ar. Quando abertos funcionam como paraquedas que ampliam a superfície de contato, aumentando assim o atrito e reduzindo a velocidade rotacional. Quando fechados, esta resistência diminui e o corpo gira com maior velocidade rotacional.

Este equívoco conceitual, não aparece somente na produção de sentido do Jorge. A seguir, recortamos uma fala da monitora enquanto explicava o fenômeno observado da plataforma giratória.

Ao abrir os braços o eixo de simetria se distancia do centro de massa, assim a energia dissipa-se por conta de atrito com o ar e tudo mais, dissipando energia a velocidade diminui. Ao aproximar o braço do corpo a massa se concentra próxima ao eixo do centro de massa, assim a energia conserva-se e a velocidade aumenta (Monitora).

Como o estudante aprende inicialmente por um mecanismo de imitação, observamos no discurso do Jorge a produção de sentido da monitora, a respeito da força de atrito interferindo na alteração da velocidade rotacional da pessoa na plataforma.

Na verdade, de uma perspectiva física, o fenômeno de variação da velocidade rotacional (angular) com o abrir e fechar dos braços, pode ser compreendido a partir da conservação do momento angular. Ao considerar a pessoa mais a plataforma como um sistema isolado, isto é, os torques resultantes das forças externas ao sistema como nulo, pode-se afirmar que o momento angular total do sistema se mantém constante.

Quando o estudante está sobre a plataforma com os braços abertos rotacionando com uma determinada velocidade angular ($\vec{\omega}$) e seguidamente os fecha, a massa do sistema concentra-se no eixo de rotação, diminuindo sua distribuição. Neste momento, o momento de inércia (I) se reduz e a velocidade angular ($\vec{\omega}$) aumenta para conservar o momento angular do sistema (\vec{L}). Assim percebemos que quando o estudante abre os braços, ocorre o inverso. A distribuição de massa se afasta do eixo de rotação e aumenta o I . A $\vec{\omega}$ se reduz para manter constante o \vec{L} . O mesmo processo acontece com a bailarina (FEYNMAN & LEIGHTON, 2005, p. 62).

Interessante observar que, no parágrafo 14, o estudante-ouvinte Junior, não concordando com a explicação do Jorge, o questiona a respeito da relação do momento de inércia com as variações de velocidades observadas. Esta pergunta leva o expositor a reflexão e a pensar sobre a explicação dada. Apesar da provocação do Junior, o Jorge ainda associa as variações de velocidade ao atrito. Do seu ponto de vista, o único agente capaz de reduzir a velocidade angular da plataforma é a presença de forças dissipativas, no caso a força de atrito.

Na sequência o Deivid (parágrafo 18) faz um questionamento interessante a respeito da conservação do momento angular. Ele propõe um movimento rotacional cada vez mais acelerado, com o abrir e fechar dos braços. Como se fosse possível dar uma espécie de torque adicional ao sistema e aumentar constantemente sua velocidade de rotação. Eles fazem o teste (parágrafos 19 a 22) e percebem que não há possibilidade de aumentar a $\vec{\omega}$ do sistema além daquela alcançada no primeiro fechar de braços. Independente de quantas vezes repitam o processo o delta de variação da $\vec{\omega}$ se mantém constante. Indiretamente, eles provaram que, na ausência de torques provocados por forças externas, o momento angular do sistema se conserva constante.

Enfim, embora ocorreu um equívoco conceitual da explicação do fenômeno rotacional, ele não foi decorrente de uma má interpretação do estudante-expositor, mas sim, de um equívoco de ensino da monitora do centro de ciências. Caso a definição física estivesse correta, no dia da formação, muito provavelmente, o Jorge apresentaria a explicação correta do fenômeno, dada a sua capacidade de assimilação de conceitos relacionados a disciplina de Física, como ficou evidente na sua significativa participação em todo processo formativo.

Como observamos, no dia da filmagem das interações entre os estudantes na mostra, a motivação e o interesse deles quando viam que a velocidade rotacional da plataforma aumentava e diminuía apenas com a movimentação dos braços com os halteres. Muitos demonstravam aparência de perplexidade e admiração diante do fenômeno, mesmo não expressando opiniões, observávamos em suas expressões fisionômicas estas respostas emocionais. Como observamos, na apresentação do Jorge, estas posturas dos estudantes-ouvintes foram pouco exploradas e trabalhadas, não houve muito espaço para participação do público.

Esta interação que estamos analisando foi a primeira de quatro realizadas por cada estudante-expositor, durante o tempo de mostra. Por ser a primeira, observamos nervosismos e inseguranças na fala de alguns deles. Interagiam pouco com os estudantes-ouvintes, fazendo poucas provocações e limitando a participação deles na construção das possíveis explicações. De uma apresentação para outra, destinamos um momento para diálogo com a monitora, com vistas a adaptações e melhorias nos discursos produzidos para a explicação dos conceitos envolvidos no experimento e estratégias de interação com o público. Apesar de não termos os registros transcritos destes momentos interativos, realizamos algumas anotações das dúvidas e questionamentos dos estudantes-expositores e sugestões da monitora.

No caso do Jorge, a monitora propôs que ele deveria permitir mais que os estudantes-ouvintes participassem e externalizassem suas concepções sobre o fenômeno observado. Para que o momento interativo fosse igualmente oportuno para o processo de aprendizagem deles. Se possível, deveria tentar responder as dúvidas apresentadas e partir delas para a construção da explicação do fenômeno observado. Usar de exemplos do cotidiano deles foi mais uma sugestão da monitora.

Para finalizar, registramos um questionamento do Jorge a respeito da explicação do fenômeno com base no atrito. Ele perguntou a monitora que não fazia muito sentido o atrito ser responsável por aquela drástica diminuição de velocidade. Primeiro porque não havia vento no

local para redução da velocidade. E segundo, o atrito da plataforma com o eixo de rotação parecia ser quase nulo. Apesar destas indagações, a monitora permanece com a tese das forças dissipativas como responsáveis pelas alterações de velocidade.

Apesar do equívoco conceitual da monitora no experimento da plataforma giratória, não encontramos outras incoerências explicativas de uma perspectiva científica para os demais experimentos. Portanto, isso não compromete a sua credibilidade como formadora do centro de ciências. Pontuamos o caso do Jorge, porque não fez muito sentido o seu equívoco conceitual, tendo em vista, a sua assimilação dos conceitos físicos apresentados nas discussões estabelecidas durante o processo formativo e sua significativa participação. Durante a formação, demonstrou conhecimento prévio em muitos conceitos apresentados, além da sua vivência prática com a parte operacional de muitos instrumentos tecnológicos no curso técnico.

12.2 A exposição da Máquina de Wimshurst

O experimento da Máquina de Wimshurst foi apresentado pelo estudante Rafael. A atividade consiste em demonstrar a geração de cargas elétricas a partir de um processo de indução e polarização de cargas elétricas em condutores. A seguir apresentamos as produções de sentido decorrentes da exposição do experimento. Após a leitura flutuante, a exploração do material e a seleção dos discursos produzido pelos estudantes, separamos para análise algumas unidades de contexto do diálogo de exposição.

1. **Rafael:** Para quem não me conhece, meu nome é Rafael. Hoje vou apresentar sobre a máquina de Wimshurst. Vocês sabem o que seria a eletrostática?
2. **Junior:** Não.
3. **Rafael:** Bem, a eletrostática é o estudo das cargas elétricas em repouso. Essa máquina vai mostrar para vocês o que ocorre quando se tem excesso de cargas em repouso. A máquina é composta por dois discos isolantes e nesses discos se têm fitas metálicas e limalhas. São nelas onde a carga é gerada. As limalhas com as fitas metálicas vão estar em atrito o que acaba gerando a carga elétrica. A carga é armazenada em capacitores e, então, chega ao ponto em que se tem tanta carga elétrica armazenada que provoca o fenômeno de rompimento da rigidez dielétrica do ar. Dessa forma, é possível se ver a descarga elétrica e estará girando o curto-circuito onde veremos os raios. A carga é gerada por indução, uma parte desse disco gira para o sentido horário e a outra para o anti-horário, por causa disso ela vai gerar uma carga positiva que vai girar em sentido horário sendo armazenada no capacitor e conforme for aumentado o potencial ocorre à descarga.
(*Demonstração do experimento*)
4. **Junior:** Tá, mas você não levou choque.

5. **Rafael:** É que quanto maior for à máquina, maior será a descarga, mas como essa é pequena acaba gerando uma descarga bem baixa. Como ocorre a descarga vocês sabem?
6. **Deivid:** Mas você não falou sobre a descarga elétrica.
7. **Rafael:** É eu disse a rigidez dielétrica. A rigidez dielétrica é quando um material isolante deixa de ser um isolante e passa ser um condutor, no caso aqui é o ar. A rigidez dielétrica dele é por volta de 3000 W/mm. Essa máquina ela gera cerca de 100.000 W, porém a corrente dela é baixa.
8. **Junior:** Mas é baixo o suficiente pra você colocar o dedo ali?
9. **Rafael:** Então, você não vai morrer, mas você vai tomar um choque.
10. **Junior:** Mas um choque de mais ou menos quantos volts?
11. **Rafael:** A você vai arder um pouquinho.
12. **Gustavo:** Tipo o de tomada?
13. **Rafael:** Não chega a ser.
14. **Gustavo:** Então eu posso por dedo?
15. **Rafael:** Não, você não vai morrer, mas vai levar um choque.
16. **Gustavo:** Você falou do ar, ele interfere?
17. **Rafael:** Bem, o ar é um isolante, só que como eu falei sobre a rigidez dielétrica, é o ponto onde o material isolante ele deixa de ser isolante e passa ser condutor. Então, quando é gerada uma tensão muito alta no momento a gente vai quebrar a rigidez dielétrica, é a partir desse momento que ele deixa de ser isolante e vira um condutor.
18. **Deivid:** Então isso é uma descarga elétrica?
19. **Rafael:** Sim.
20. **Deivid:** Então seria o mesmo exemplo do que ocorre no meio natural, como um raio?
21. **Rafael:** Isso como um raio. A nuvem com uma sobrecarga elétrica cria uma diferença de potencial entre ela e o solo e é nesse momento em que se rompe a rigidez dielétrica do ar gerando a descarga elétrica, o fluxo de elétrons.
22. **Junior:** Aí está ocorrendo à eletrização por atrito certo? Pois são materiais diferentes, mas o que determina qual material irá doar o elétron?
23. **Rafael:** O cobre.
24. **Junior:** Mas por quê?
25. **Rafael:** É então por atrito. O cobre é um bom condutor ele tem uma tendência para doar elétrons maior, dizemos maior eletronegatividade.
26. **Junior:** Mas quem doa para quem?
27. **Rafael:** Se eu não me engano o cobre vai doar.
28. **Junior:** Mas se ele doar ele vai ficar positivo? Ele está sendo o capacitor?
29. **Deivid:** É ao contrário, ele recebe elétrons.
30. **Rafael:** Isso é ao contrário, ele que vai carregar, acendendo.
31. **Gustavo:** Quando você roda o capacitor, ele vai ao contrário?
32. **Rafael:** Então esses dois discos, um vai girar em sentido horário e o outro em sentido anti-horário. Com esse equipamento aqui, se a gente isolar uma pessoa no chão, nós iremos conseguir que todos os pelos dela se arrepiem, mas que por ser uma máquina pequena tem tanta força para que isso aconteça, mas no caso do ventilador de (6:26) ele consegue causar esse efeito por ser bem mais potente. A distância do raio que ocorre aqui depende da soma das fitas metálicas e de 1/3 do disco.
33. **Fábio:** E por que uma face gira para um lado e constantemente a outra gira para o outro?
34. **Rafael:** Então...
35. **Deivid:** Você já explicou da haste?

- 36. Rafael:** A distância da faísca depende da soma das fitas e $1/3$ do disco. Mas em relação aos discos é mais por conta da ligação, da posição.
- 37. Fábio:** Não tem problema se girar ao contrário?
- 38. Gustavo:** Vai inverter o polo, negativo e positivo.
- 39. Fábio:** Pra que serve isto aqui?
- 40. Rafael:** É uma chave ligada às hastes que irá ligar os dois.
Demonstração
- 41. Rafael:** Não está girando mais rápido, pois a fita está meio frouxa.

O estudante *Rafael* inicia sua exposição questionando os estudantes-ouvintes a respeito do conceito de eletrostática. Esta indagação pressupõe que o conhecimento deste conteúdo é fundamental para a compreensão da máquina. No parágrafo 3, apresenta a definição correta de eletrostática, como a área da física que estuda as cargas elétricas em repouso. Na sequência apresenta a definição de situação, destacando aos ouvintes que a máquina vai demonstrar os efeitos do acúmulo excessivo de cargas elétricas em repouso. Até o presente momento, observamos que o Rafael compreendeu na essencialidade a finalidade prática da máquina.

Na sequência faz uma descrição do aparato experimental, explicando cada um dos componentes constituintes do dispositivo. Chama a atenção dos ouvintes para a funcionalidade de cada peça da máquina, demonstrando entendimento e domínio da máquina de Wimshurst. Indica que as cargas elétricas são geradas por indução eletrostática quando dois materiais diferentes são atritados um contra o outro. Os discos de acrílico, preenchidos de lâminas metálicas, ao rotacionar em sentidos contrários a partir do processo de eletrização por atrito, entre as limalhas de ferro e as lâminas, vão gerar cargas elétricas positivas e negativas por indução. Estas cargas elétricas vão ser armazenadas em capacitores e, quando se tornar excessivo o acúmulo de cargas, ocorre a descarga elétrica nas hastes metálicas separadas.

A produção de sentido do Rafael para a explicação física da máquina foi muito coerente e alinhada aos conceitos físicos necessários à compreensão da geração de cargas elétricas. A descrição do aparato experimental, desde sua montagem até sua funcionalidade foram realizadas corretamente. Este discurso demonstra um entendimento mais aprofundado de todo processo. Muito provavelmente, o Rafael dedicou-se significativamente em estudos e retomada das discussões e das sistematizações realizadas na formação no centro de ciências. Como vamos destacar nas análises seguintes, muitas informações que trouxe para exposição extrapolaram as informações repassadas pela monitora em relação ao equipamento. Inclusive,

algumas de suas dúvidas realizadas no período entre exposições, deixaram a monitora sem respostas. Ele questionou a respeito das disposições das lâminas metálicas no disco, sua espessura e seu distanciamento, em como isto poderia afetar o processo de geração de cargas. Chegou a propor melhorias na máquina do centro de ciências com base nas pesquisas que havia realizado. Isso decorreu de muitas pesquisas e estudo, porque quando chegou ao centro de ciências afirmou nunca ter visto falar da máquina de Wimshurst.

Faltaram poucos detalhes na sua explicação, quando aborda a geração das cargas elétricas, ficando um pouco confuso para compreender o processo. O objetivo da máquina Wimshurst é gerar eletricidade estática a partir de um processo de eletrização por atrito e posteriormente por indução. Em região próxima ao coletor, por estar em atrito com as fitas retangulares de alumínio, existe o surgimento de uma carga elétrica induzida. Esta fita eletricamente carregada induz uma diferença de potencial de natureza oposta na fita de alumínio disposta no outro disco. Conforme o disco se movimenta, paulatinamente as demais fitas de alumínio vão sendo eletrizadas por indução eletrostática, em um determinado momento, todas as fitas estarão submetidas a mesma diferença de potencial em decorrência do processo de indução. Quando o sistema estiver devidamente eletrizado, surgirá uma tensão nos terminais de descarga, que em razão do distanciamento entre os terminais produz uma faísca, que rompe a rigidez dielétrica do ar (NUNES e SANTOS, 2011, p. 20 -35).

Há algumas variáveis que interferem diretamente no processo de eletrização eletrostática da máquina de Wimshurst. São elas, a quantidade de coletores assim como o distanciamento entre eles e a área superficial de exposição de cada um, a rigidez dielétrica do ar e a velocidade de rotação dos discos.

No que se refere a rigidez dielétrica do ar, no parágrafo 7, o Rafael faz um detalhamento do seu significado, afirmando tratar-se do momento em que um material isolante passa a ser um condutor. No caso do experimento, o ar atua como o meio dielétrico, oferecendo resistência a passagem de corrente elétrica. Entretanto, destaca que sua rigidez dielétrica é da ordem de 3000 V/mm e a máquina consegue gerar uma potência elétrica de 100.000 V, criando as condições necessárias para tornar esse meio temporariamente um condutor.

A única observação que chamamos a atenção, no discurso do Rafael, refere-se à confusão feita entre a constante dielétrica e a rigidez dielétrica, muitas vezes confundidas pela similaridade dos termos, apesar de serem conceitos diferentes. A constante dielétrica pode ser definida pela razão entre a permissividade elétrica de um meio e a permissividade elétrica do

vácuo. Normalmente, essa propriedade é aplicada em capacitores, visto que se busca por meios de grandes constantes dielétricas entre suas placas, com o objetivo de aumentar sua capacitância. Já a rigidez dielétrica diz respeito a medida do campo elétrico máximo que um meio isolante pode ser submetido antes de se tornar um meio condutor. Quando essas condições são alcançadas diz-se que ocorreu a ruptura da rigidez dielétrica do material. No caso do ar atmosférico, um campo elétrico superior a 3.106 V/m é suficiente para torná-lo condutor. Quando isso se estabelece, os elétrons passam a ser conduzidos por ele e formam os raios (TIPLER, 2009, p. 79 – 90).

Entre os parágrafos 8 e 16, notamos uma discussão interessante a respeito da nocividade fisiológica de um choque elétrico. O Junior questiona se é possível colocar o dedo entre os eletrodos onde ocorre a descarga elétrica. O Rafael afirma aos estudantes-ouvintes que a máquina de Wimshurst utilizada apresenta dimensões pequenas, a sua capacidade de gerar cargas elétricas e criar uma descarga, não é suficiente para levar a pessoa a ferimentos mais sérios, apenas tomará um choque. O Gustavo questiona se o choque seria comparável ao choque de uma rede doméstica, e ele responde que um pouco menor. Nesta discussão observamos que o Rafael não se preparou para perguntas dessa natureza, se poderia ou não colocar a mão na região de descarga elétrica. Inclusive, esta medida de segurança não foi tratada pela monitora no dia da formação.

A máquina Wimshurst utilizada no dia da mostra, tinha um disco com aproximadamente 30 cm de diâmetro, embora seus terminais fossem capazes de produzir uma tensão em torno de 100.000 V em razão do significativo acúmulo de cargas elétricas, a corrente elétrica produzida foi da ordem de 0,1 mA, ou seja, insuficiente para ocasionar um dano fisiológico. Entretanto, a rede elétrica doméstica, apesar de trabalhar em baixa tensão comparada com a máquina, opera com uma corrente elétrica da ordem de 15 – 40 A. Um fluxo de elétrons com esta intensidade transitando pelo corpo pode trazer sérias consequências físicas, dependendo do tempo de exposição. Desde as contrações musculares até a parada cardíaca terminal. Caso o Rafael tivesse conhecimento deste fato, poderia alertar aos ouvintes dos perigos do manuseio incorreto da eletricidade doméstica. As respostas dos ouvintes levam a indicação de que eles associam a gravidade do choque elétrico ao elevado valor de tensão elétrica e não a intensidade da corrente elétrica.

Não há dúvidas da compreensão do Rafael a respeito de como a descarga elétrica é provocada a partir do rompimento da rigidez dielétrica do ar. Ele demonstrou entendimento

que, em condições atípicas de intensa diferença de potencial, é possível tornar um meio isolante em condutor. Do nosso ponto de vista, a sua assimilação dos conceitos físicos envolvidos no processo foi mais que satisfatória, alcançou um nível de detalhamento e de argumentação do experimento muito próximo da própria descrição científica e do discurso da monitora do centro de ciências. Por fim, observamos que ele seguiu uma estratégia de apresentação do experimento, muito similar àquela proposta a monitora quando apresentou os experimentos aos estudantes-expositores (a exposição de seus objetivos e de seus conceitos teóricos; a descrição da montagem do aparato experimental; o procedimento de apresentação do experimento ao público; e, as considerações finais sobre os fenômenos observados segundo os seus conceitos teóricos).

12.3 Os hemisférios de Magdeburg

O experimento dos hemisférios de Magdeburg foi apresentado pela estudante Ana Flávia. A atividade consiste em demonstrar a existência da pressão atmosférica, por intermédio de dois hemisférios de cobre de aproximadamente 30 cm de diâmetro em formatos de discos, vedados com uma junta de borracha impedindo completamente a entrada ou saída do ar. Com o uso de uma bomba de vácuo, retira-se o ar do interior do disco esférico.

A seguir apresentamos as produções de sentido decorrentes da exposição do experimento. Após a leitura flutuante, a exploração do material e a seleção dos discursos produzido pelos estudantes, separamos para análise algumas unidades de contexto do diálogo de exposição.

1. **Ana Flávia:** Bom dia gente, vou apresentar para vocês os Hemisférios de Magdeburg. Aqui a gente tem uma versão pequena do experimento, o original tinha mais ou menos 1 metro de diâmetro. Como vocês podem ver aqui dentro não tem absolutamente nada de mais, é praticamente como se fosse uma panela de pressão, a única coisa que tem aqui dentro é uma borrachinha. Como vocês viram, é super tranquilo de separar os hemisférios. Agora eu vou fazer a minha mágica, que é usar a bomba de vácuo, como o próprio nome diz, a bomba vai fazer o vácuo ali dentro, ela é um pouco barulhenta. Vamos lá. Agora eu vou precisar de dois ajudantes. Agora a tarefa de vocês é um de cada lado tentar separar os hemisférios.
2. **Lescura:** Pode puxar. Estou com medo de soltar e ir nela. A função não é soltar né, então não vai soltar.
3. **Guilherme:** Vai!

4. **Ana Flávia:** Vocês poderiam fazer dois ou cinco de cada lado e mesmo assim não iriam conseguir abrir de qualquer jeito, mas por que no começo eu consegui abrir tranquilo e depois que eu usei a bomba ficou tão difícil? Olha, não sai de jeito nenhum.
5. **Junior:** É porque agora a pressão atmosférica está fazendo pressão forte.
6. **Ana Flávia:** Exatamente, quando eu fechei o hemisfério no começo, tinha ar aqui dentro e a pressão aqui dentro era exatamente igual à pressão de fora, quando eu usei a bomba, eu tirei todo o ar e fiz mais ou menos um vácuo ali dentro. Isso significa que toda a pressão agora está do lado de fora segurando os hemisférios, forçando-os para dentro, e não tem nenhuma força apontando pra fora para abrir, então a gente não consegue. No experimento original, se não me engano foram necessários dezoito cavalos para conseguir abrir, agora se eu abrir a válvula o ar entra, aí as pressões voltam a se igualar e eu consigo abrir tranquilamente. Acho que vocês não tomaram café da manhã hoje hein!

A estudante Ana Flávia inicia sua fala fazendo a definição de situação. Apresenta aos estudantes os hemisférios de Magdeburg e relaciona ele com a panela de pressão, dando a entender que o conceito físico de pressão é essencial para entendimento da atividade experimental. Interessante a associação que com o experimento original, que tem os hemisférios de aproximadamente de 1 metro de comprimento. Este exemplo foi citado pela monitora do centro de ciências, quando expôs o dispositivo na formação. Aqui, então, observa-se a imitação do discurso do parceiro mais capaz em sua produção de sentido. Este processo é fundamental para o desenvolvimento das estruturas mentais que vão oportunizar o domínio do conteúdo.

Na sequência ela demonstra como é fácil separar os hemisférios, demonstrando que não há nada internamente que possa os prendê-los um ao outro. Então, usa a bomba de vácuo para produzir vácuo parcial na parte interna dos hemisférios. Chama voluntários para puxar e tentar separar os hemisférios. O estudante Lescura e outros ouvintes se unem e tentam separar. Mas não conseguem. No parágrafo 4, a expositora afirma não ser possível a separação, mesmo aumentando o número de participantes puxando os hemisférios em sentidos opostos. Ela, então, diante da perplexidade dos ouvintes questiona do porquê. Sendo que antes quando não havia usado a bomba de vácuo era possível a separação.

A forma como a Ana Flávia constrói o raciocínio explicativo do fenômeno, apesar de considerar pouco as concepções espontâneas e científicas dos ouvintes, não estimulando tanto a participação deles, está coerente com a descrição física do fenômeno. O estudante Junior respondendo o questionamento diz que o fenômeno ocorre por conta da forte pressão atmosférica agindo nos hemisférios. A expositora concorda com sua fala e a complementa com a explicação mais detalhada do fenômeno. Antes de usar a bomba havia ar na parte interna dos hemisférios. Então, a pressão interna era idêntica a pressão externa. Entretanto, ao usar a bomba

de vácuo, todo ar interno foi retirado e ficou parcialmente vácuo na parte interna. A pressão externa sendo a única atuante, empurra os hemisférios um contra o outro, como não existe nenhuma força interna para contrabalancear, se torna impossível remover os hemisférios exercendo forças pequenas. Sendo que, no experimento original, foram necessários 18 cavalos puxando para separar os hemisférios.

A explicação do fenômeno está correta e coerente com a perspectiva física do fenômeno. O que poderia ser explorado são as definições de pressão do ponto de vista microscópico e macroscópico, para se compreender melhor a concepção de ausência de pressão interna. De uma perspectiva microscópica, a pressão que um gás exerce nas paredes de um recipiente é decorrente de uma alteração do momento linear das moléculas, quando estas colidem com as paredes. Assim, as alterações de temperatura do meio vão interferir diretamente na energia cinética média das partículas deste sistema gasoso. Em decorrência as colisões podem se tornar mais ou menos intensas nesse processo. Já de uma perspectiva macroscópica, a pressão pode ser entendida como a força média no tempo, ocasionadas pelas moléculas do gás, atuando em uma certa área (FEYNMAN, 1967, p. 70-75).

Podemos, ainda, exemplificar a experiência comparando-a com a dificuldade em se abrir freezer ou refrigeradores após fechar suas tampas ou portas de vedação. Isso porque, ao abrir ocorre um aumento da temperatura interna e quando se fecha essa temperatura deve ser reduzida novamente. Como pressão e temperatura são grandezas diretamente proporcionais, com a diminuição da temperatura se reduz igualmente a pressão interna do refrigerador. A variação da pressão interna e externa ocasiona uma dificuldade para se abrir a porta uma vez que a pressão externa é maior. No entanto, após alguns momentos, a temperatura alcança o equilíbrio e passa a manter-se constante, por efeito as pressões se igualam reduzindo a dificuldade anterior para abrir a porta.

Enfim, todas estas argumentações na direção de entendimento fenômeno foram apresentadas para estudante durante a formação no centro de ciências. Ela fez uso de alguns contextos que lhe pareceu mais apropriado e, provavelmente, omitiu ou não considerou outros que teve dificuldades de assimilação. De forma geral, consideramos que a apresentação se manteve fidedigna a interpretação científica do fenômeno, demonstrando que a estudante se dedicou em seus estudos para assimilar todos os conteúdos expostos. Sublinhamos apenas que faltou interação com os demais estudantes-ouvintes, com o objetivo de tornar a experiência mais significativa em termos de aprendizado.

12.4 A Bobina de Tesla e o Transformador de baixa.

O experimento da bobina de Tesla foi apresentado pela estudante Roberta. A atividade consiste em ilustrar o transporte de energia elétrica não apenas por fios condutores, mas também transportá-la através do espaço com o auxílio de um transformador de baixa. Um participante nos terminais da bobina secundária do transformador, se aproxima e não percebe sensorialmente nenhuma ocorrência. Em seguida, utilizando uma lâmpada de tubo fluorescente, aproxima nos mesmos terminais do transformador e percebe o fluxo de elétrons rompendo a rigidez dielétrica do ar e acendendo a lâmpada. O mesmo fenômeno pode ser observado quando um fio de cobre, sendo percorrido pela corrente elétrica transportada, libera luz e calor.

A seguir apresentamos as produções de sentido decorrentes da exposição do experimento. Após a leitura flutuante, a exploração do material e a seleção dos discursos produzido pelos estudantes, separamos para análise algumas unidades de contexto do diálogo de exposição.

1. **Roberta:** Bom dia, gente! Primeiramente vou começar perguntando a vocês a respeito de alguns conceitos que a gente tem na elétrica, alguém sabe o que é tensão?
2. **Junior:** É diferença de potencial?
3. **Roberta:** Isso. É a diferença de potencial. E o que seria a corrente elétrica?
4. **Estudantes:** O fluxo de elétrons.
5. **Roberta:** Isso. É o movimento ordenado de elétrons. Vou dar um exemplo bem fácil para vocês poderem entender bem de uma forma visual o que seria tensão e corrente elétrica. Como por exemplo, um raio, a diferença de potencial, a tensão, ela está tanto na nuvem quanto na terra, porém a uma diferença de potencial. Então a nuvem está carregada de uma forma, enquanto a terra está carregada de outra e conforme esse fluxo de elétrons, esse caminho, da possibilidade de uma descarga elétrica e o que seria uma descarga elétrica? Ela provém da descarga de corona, vocês sabem o que é a descarga de corona?
6. **Estudantes:** Não exatamente.
7. **Roberta:** A descarga de corona, ela ocorre quando há um campo magnético e um campo elétrico intenso e tem a possibilidade de ionizar o ar e assim você consegue uma descarga elétrica, um arco elétrico naquele meio! Esse experimento ele é do Nikola Tesla, alguém já ouviu falar sobre ele?
8. **Junior:** Inventor da corrente alternada.
9. **Roberta:** Isso. Ele foi o inventor da corrente alternada e justamente ele também foi inventor da bobina de tesla, onde ele tinha o objetivo de gerar energia elétrica, mas de uma forma que ionizasse o ar e transmitisse para outros meios como lâmpadas, a uma distância enorme. Porém, tudo tem um problema! Quando você ioniza o ar, estamos no meio do ar e isso pode levar a queimaduras e tal, pode ocasionar até a morte, então esse experimento não foi muito bem aceito, mas o Tesla fez do mesmo jeito, ele consiste basicamente em

aumentar a tensão para você conseguir uma distância boa para gerar energia em outros pontos, então o Tesla fez dois circuitos, no primeiro circuito ele é formado por uma bobina mais grossa, com o comprimento menor e um capacitor. Vocês sabem o que é um capacitor?

- 10. Guilherme:** Ele armazena energia.
- 11. Roberta:** Isso. Ele armazena energia. No segundo circuito tem a presença de uma bobina mais fina com um comprimento maior e com isso a tensão inicial ela é alta, porém, a tensão é menor. A corrente é alta e a tensão é menor. Já no segundo circuito quando a energia que provém da rede elétrica passa pelo primeiro a corrente será alta e a tensão será menor. E quando ela passar pelo segundo a tensão vai aumentar e a corrente vai diminuir e com isso a gente consegue formar os arcos e tudo! Então, vamos fazer o experimento para vocês conseguirem enxergar de uma forma mais visual? Preciso de dois voluntários.
- 12. Gustavo:** Eu, você e o Junior.
- 13. Roberta:** Eu preciso que vocês segurem apenas nessa parte e não encostem na parte metálica, por favor que eu não quero matar ninguém. Um de cada lado. Se aproximem das pontas, não precisa encostar.
- 14. Voluntários:** Assim?
- 15. Roberta:** Isso. Preparados?
- 16. Voluntários:** Sim.
- 17. Roberta:** Pode se aproximar mais.
- 18. Voluntários:** Eita!
- 19. Roberta:** Então, vocês viram o que acontece com lado metálico e boa parte da energia ela se dissipa, tanto na forma de som, como o barulho e na forma de calor. Nessa bobina o tesla teve como objetivo, que não houvesse o efeito de Joule, que é quando a energia elétrica vira energia térmica, a temperatura esquenta e a gente acaba perdendo a energia desse processo, então ele queria que fosse algo mais potente, alguma dúvida?
- 20. Guilherme:** Por que não pode encostar na parte metálica?
- 21. Roberta:** Porque ele funciona como transformador, mas de uma forma diferenciada, que ao invés dele reduzir a tensão ele vai aumentar e quando você aumenta a tensão contém maior probabilidade de você levar um choque e morrer por conta disso.
- 22. Junior:** Quanto é a tensão daí?
- 23. Roberta:** Cerca de uns 10.000 volts, se eu não estiver errada.

No parágrafo 1, a estudante Roberta questiona os estudantes a respeito da compreensão do termo “tensão”. O Junior afirma ser a diferença de potencial elétrico (d.d.p) e a Roberta concorda com ele. Observamos que os demais estudantes ficam em dúvida a respeito da associação feita entre os termos, demonstrando conhecer as palavras tensão e d.d.p, entretanto, não aparentam lembrar da definição. Como consta na sequência da interação, faltou a Roberta retomar a definição da tensão elétrica sob a ótica física. Ela apenas confirma ser sinônimo da d.d.p, mas não sistematiza o conceito.

A definição da d.d.p remete-se ao trabalho da força eletrostática por unidade de carga elétrica entre dois pontos. Sendo a força eletrostática uma força conservativa, o trabalho

realizado por essa força, entre os dois pontos, independe da trajetória percorrida pela partícula portadora de carga elétrica. Esta sistematização conceitual agregaria significativamente ao processo de aprendizagem dos estudantes-ouvintes. Todavia, percebemos que na segunda apresentação, após o momento de diálogo com a monitora, ela retoma a definição de tensão elétrica com o segundo grupo de estudantes.

Os questionamentos conceituais aparecem com certa frequência na exposição da Roberta. O segundo encontra-se no parágrafo 3, quando indaga os estudantes sobre o significado da corrente elétrica. Interessante sublinhar a resposta consensual e coletiva deste grupo de estudantes-ouvintes, afirmando tratar-se do fluxo de elétrons. Diferentemente da pergunta anterior, que não veio seguida da definição de tensão elétrica, agora, além de conceituar a corrente elétrica como a movimentação ordenada de elétrons, a exemplifica citando a ocorrência dos raios.

A Roberta esclarece que os raios se formam em decorrência a uma d.d.p entre as nuvens e a terra, o que pode permitir a ocorrência de uma descarga elétrica associada a um fluxo de elétrons entre estes dois extremos. Interessante pontuar que, além deste entendimento científico do surgimento dos raios, ela ainda consegue relacioná-lo com o chamado efeito corona. Segundo ela, este efeito surge em decorrência da presença de um campo elétrico muito intenso capaz de romper a rigidez dielétrica do ar e o ionizá-lo para permitir o fluxo de cargas elétricas. Notadamente, a definição da Roberta alinha-se corretamente a definição física do efeito corona. Apenas complementamos que este efeito, igualmente, ocorre comumente em linhas de transmissão e na superfície de alguns condutores.

Ainda com relação ao exemplo dos raios, notamos na fala da Roberta, somente a referência aos raios entre as nuvens carregadas e o solo, os quais, não são os mais comuns, entretanto, são os mais perigosos quando vão no sentido da nuvem ao solo. Os mais frequentes são aqueles que surgem da descarga elétrica entre duas nuvens carregadas. Quando as nuvens acumulam intensas concentrações de cargas positivas e negativas, criam em torno de si regiões de intensos campos elétricos, a camada de ar circundante não se torna mais capaz de isolá-las uma das outras, passando a atuar como condutora, permite as intensas descargas elétricas entre elas. Há diferentes fatores que podem influenciar a formação dos raios: a umidade do ar, a altitude, a ocorrência de frente frias e a proximidade do mar.

A exemplificação dos raios surge em decorrência a um processo de imitação da fala da monitora quando explicava o experimento. Entretanto, nem mesmo ela, trouxe um

detalhamento mais preciso com relação a formação e distinção dos raios. No caso da associação ao efeito corona, não observamos na fala da monitora referências, o que nos leva a crer que a Roberta, além de ressignificar a sua maneira os conceitos físicos apresentados, acrescenta novas informações com o objetivo de facilitar a explicação e entendimento do experimento da bobina de Tesla.

Em continuidade, no parágrafo 9, cita Nikola Tesla e o apresenta como o inventor da corrente alternada e da bobina de tesla. Aqui abrimos um parêntese para esclarecer que a corrente alternada surgiu pela primeira vez, em 1832, em decorrência de um experimento realizado por Hippolyte Pixii, quando decide aplicar o princípio da indução eletromagnética de Michael Faraday. O Nikola Tesla, tempos depois desta invenção, aprimorou e otimizou os sistemas de distribuição da corrente alternada para seu uso prático (BURGAN, 2009, p. 135).

A respeito da bobina de tesla, a Roberta indica que o experimento tem por objetivo a geração de energia elétrica em decorrência do aumento de tensão elétrica de saída da bobina secundária. Como ocorre a ionização do ar circundante a esta bobina, torna-se possível acender lâmpadas a distância. O aparato é constituído de dois circuitos e de duas bobinas, sendo a primeira mais grossa e curta em relação a segunda bobina. Quando ela se refere a primeira bobina, entendemos que a palavra “grossa” e “curta” fazem referência, respectivamente, ao calibre do fio de cobre e ao número de espiras da bobina. Neste primeiro circuito, há ainda a presença de um capacitor atuando como um dispositivo de armazenamento de energia elétrica.

No segundo circuito, continua a descrição no parágrafo 11, ligado à rede elétrica está a segunda bobina (constituída de fio de cobre de menor calibre e com maior número de espiras), que recebe a tensão elétrica e a corrente elétrica com as intensidades nominais da rede. Ao estabelecer o processo de indução eletromagnética com a segunda bobina, a tensão elétrica vai aumentar significativamente e a corrente elétrica diminuir.

Como visto, a explicação do fenômeno físico da bobina de tesla e a descrição dos componentes constituintes do aparato, demonstram um nível de compreensão dos principais conceitos físicos envolvidos. Embora ainda falte um detalhamento um pouco mais aprofundado da explicação física do fenômeno, sobretudo dos circuitos oscilantes RLC e o processo de transferência de energia ocorridos na bobina de tesla, a apresentação foi bem satisfatória para uma estudante de ensino médio. De forma geral, o seu discurso correspondeu aos principais conceitos sistematizados na formação no centro de ciências, tanto com o coordenador quanto com a monitora.

O que podemos acrescentar é um detalhamento teórico um pouco mais sofisticado da bobina de tesla. Assim como mencionou a Roberta, a bobina de tesla é composta por dois circuitos. Estes circuitos ligam-se por uma indutância mútua entre os indutores primário (L_p) e secundário (L_s) de cada circuito. O circuito primário é constituído de um transformador de núcleo de ferro (T_p), que gerencia a corrente elétrica do capacitor (C_p) e do indutor L_p . Ainda neste circuito, há uma interrupção de ligação com a finalidade de otimizar a transferência de energia de um circuito para o outro. Já no circuito secundário, temos essencialmente um indutor L_s , formado por milhares de espiras fio de cobre (LABURU e ARRUDA, 1991).

De uma perspectiva qualitativa, o funcionamento da bobina de tesla, quando percorrida pela corrente elétrica da rede, pode ser descrita da maneira a seguir. Vamos considerar de início que a distância entre a interrupção no primeiro circuito seja pequena o suficiente para que a tensão da fonte, fornecida pelo transformador T_p , consiga romper a rigidez dielétrica do ar e produzir o arco voltaico entre as suas extremidades. Como se sabe, o ar ionizado torna-se um condutor e permite o fluxo de elétrons, fechando assim o circuito primário. Durante esse processo, a carga armazenada no capacitor C_p é transferida para o indutor L_p em forma de corrente elétrica, por consequência, é induzido um campo eletromagnético no indutor L_s do circuito secundário. Este indutor secundário vai absorver a energia do campo e ampliar a tensão, de tal maneira que possa alcançar até centenas de milhares de volts nas extremidades do indutor secundário (CHIQUITO; LANCIOTTI, 2000).

É neste momento, em que a tensão é amplificada milhares de vezes, que a Roberta pede aos estudantes Gustavo, Junior e Deivid para segurarem a lâmpada fluorescente nas proximidades do indutor secundário L_s . E na sequência a lâmpada acende e os estudantes ficam perplexos com o fenômeno. Como é possível a lâmpada acender sem existir uma conexão direta, por um fio, com a bobina de tesla?

Observamos que a Roberta não explica aos estudantes do porquê de a lâmpada fluorescente acender. O processo ocorre porque o campo eletromagnético criado pela bobina do circuito secundário é capaz de ionizar o gás da lâmpada e permitir o fluxo de elétrons em seu interior.

Por fim, notamos os estudantes questionando a respeito da possibilidade de um possível choque ao manusear a lâmpada fluorescente, já que surgem entre os terminais dela com a bobina secundária os arcos voltaicos. A monitora do centro de ciências, além de estar acompanhando a exposição do experimento, enfatizou na formação os cuidados a serem

tomados com a alta tensão. O primeiro com a saída do transformador, evitar de manusear o circuito quando estiver ligado à rede elétrica. Segundo em relação à tensão de saída de L2. Embora os riscos sejam menores, por apresentar uma corrente de alta frequência da ordem de 35 kV, o que não é letal, entretanto pode ocasionar queimaduras na pele dependendo da aproximação.

Na exposição observamos o cuidado da Roberta com estas questões de segurança básica para a utilização da bobina de tesla. Não resta dúvida do aprendizado da expositora. As complementações teóricas que apresentamos foi a título de melhor entendimento do leitor. Os objetivos pedagógicos previstos para a exposição da bobina de tesla, sobretudo àqueles de compreensão dos principais conceitos físicos envolvidos e de operacionalização do equipamento durante a apresentação foram alcançados.

De uma perspectiva atitudinal, os expositores, inclusive a Roberta, demonstraram significativo interesse e motivação por estar em posição de expositor (a). Estava nítido em suas posturas o quanto estavam animados e agradecidos por participar daquele evento, ainda mais ocupando a posição de protagonistas. Recebiam dos seus colegas estudantes -ouvintes um certo prestígio e reconhecimento por atuarem como expositores. Além do espaço físico, criando um ambiente com características próprias de um centro de ciências, os próprios experimentos impressionavam o público pelos seus efeitos. Estas conclusões coletamos das próprias respostas dos estudantes-expositores, quando questionados a respeito da impressão de que ficaram de todo momento formativo. Na sequência vamos apresentar estas impressões dos estudantes-expositores com o processo formativo no centro de ciências.

12.5 As impressões dos estudantes-expositores com a formação no centro de ciências.

Após a formação no centro de ciências e antes da apresentação da mostra, os estudantes-expositores responderam ao Questionário 2. Uma das questões referia-se às impressões deles sobre a experiência de participar do processo formativo no centro de ciências. Esperávamos um feedback avaliativo a respeito do que acharam de todo momento formativo. O objetivo foi o de buscar compreender se as estratégias de ensino adotadas auxiliaram na assimilação dos conteúdos apresentados e se despertaram o interesse e a motivação deles para os assuntos relacionados a ciência.

Quanto à aprendizagem, conforme apresentado e discutidos nos itens anteriores, os estudantes-expositores foram capazes de construir sentido em seus discursos alinhado aos fundamentos teóricos e práticos dos conceitos físicos envolvidos nos experimentos. O que indica um resultado positivo, demonstrando que as estratégias pedagógicas e didáticas adotadas (alinhadas com uma perspectiva vygotskyana), na formação no centro de ciência, auxiliaram os estudantes na assimilação dos conteúdos sistematizados e na explicação dos fenômenos presentes nos aparatos experimentais.

Agora para compreender as impressões mais subjetivas destes estudantes-expositores, no Quadro 12.5 a seguir apresentamos as respostas para a pergunta “Quais foram as suas impressões do curso recebido no Centro de Ciências?”

Quadro 12.5 – Respostas da pergunta “*Quais foram as suas impressões do curso recebido no Centro de Ciências?*”

<i>Estudante</i>	<i>Resposta</i>
Marcela	Gostei bastante eles conseguiram passa muitas coisas que não tínhamos acesso, que no caso seria os experimentos, acho que aprendemos mais quando aquilo é praticado e assim deixa mais fácil o aprendizado.
Jorge	Foi muito interessante, fez parecer que a física é algo divertido desmistificando essa ideia de física chata que temos. E foi muito motivador para estudar mais e passar na Unesp pois ver a estrutura do local me entusiasmou muito.
Camila	Primeiramente a recepção e o cuidado em ensinar, todos que receberam eu e minha turma foram muito atenciosos, com 100% de vontade de nos passar conhecimento. A discussão com o coordenador foi muito interessante, onde em uma roda de conversa pudemos debater nossas opiniões, nossos conhecimentos e aprender um pouco mais com ele também. Na apresentação e explicações sobre os experimentos, a monitora tornou muito dinâmico e interessante, tirando aquela imagem que todos tem da física sobre ser algo complexo e complicado, nos dando vontade de estudar e aprender sobre cada experimento.
Michele	Foi fundamental para um conhecimento mais amplo, onde foi possível relacionar o porquê que o conhecimento físico é importante na vida das pessoas. E de uma maneira bem dinâmica foi possível entender o quanto os projetos apresentados, podem revolucionar e trazer descobertas transformadoras, sendo um objeto revolucionário na vida de diversas pessoas.
Laura	Foi uma experiência muito importante na minha formação como estudante, visto que ter a oportunidade de ter contato com a aula de um professor de graduação (coordenador) serviu para que eu entendesse alguns conceitos que antes não tinham sido compreendidos. Além do fato da maneira como o conteúdo foi apresentado, onde ao invés de este ser "despejado" em nós, ele foi induzido de modo que nós mesmos na maioria das vezes chegamos a uma conclusão. A parte dos experimentos, no entanto, teve uma explicação muito mais pratica que teórica, tendo seus pontos positivos e negativos, já que serviu para termos

	contato inicial com o experimento que será conduzido por nós e sua constituição, mas a ciência por trás partiu do pressuposto que já tivéssemos base para interpretá-lo deixando de lado essa parte que poderia ser de grande ajuda no momento de preparação.
Roberta	Em relação ao curso, percebi que as pessoas que frequentam aquela faculdade, tantos os alunos quanto os professores, possuem uma paixão e extrema excitação por sua área que é a ciência, mais específico a física e a química. O coordenador conseguiu despertar o interesse e a interação de nós estudantes ao debater sobre os conceitos físicos de forma animadora, e que nós entendêssemos de maneira mais fácil. No final, senti o interesse ao gerar dúvidas sobre algumas situações apresentadas pelo coordenador, e respondida pelo pesquisador. A parte mais animadora foi a demonstração dos experimentos, todos os estudantes participaram e foi evidente que se tornaram mais interessantes e legais quando nós já tínhamos uma certa noção do que se tratava e de como funcionava os fenômenos, de modo que a parte visual nos comovesse.
Daniel	Provocou em mim uma vontade de estudar e conhecer mais sobre o que foi visto lá.
Rafael	Achei bem interessante, com o pouco tempo em que ficamos lá consegui absorver diversas coisas, se tivéssemos mais tempo com certeza iríamos aprender muito mais.
Patrick	Não tive tanto entusiasmo com os experimentos, pois a maioria deles eu já havia visto e entendido há muito tempo. Mas fui surpreendido com alguns que eu ainda não conhecia, como a cadeira humana e a plataforma giratória. Mas adorei as dinâmicas apresentadas pelo coordenador e a monitora, e fiquei vislumbrado com as habilidades que o professor e a monitora demonstraram, além da capacidade comunicativa dos dois.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como indicam as respostas dos estudantes expositores a motivação e o interesse foram despertados por inúmeras razões. Destacamos a seguir as cinco principais justificativas apresentadas pelos estudantes durante a formação no centro de ciências.

- i. ***a oportunidade de aprender conteúdos de forma prática com os experimentos*** (“acho que aprendemos mais quando aquilo é praticado e assim deixa mais fácil o aprendizado”; “vontade de estudar e aprender sobre cada experimento”; “a parte mais animadora foi a demonstração dos experimentos, todos os estudantes participaram e foi evidente que se tornaram mais interessantes e legais quando nós já tínhamos uma certa noção do que se tratava e de como funcionava os fenômenos”
- ii. ***a reconstrução da imagem da física como uma ciência interessante e essencial para explicar muitos fenômenos*** (“fez parecer que a física é algo divertido desmistificando essa ideia de física chata que temos”; “tirando aquela imagem da

- física ser algo complexo e complicado, nos dando vontade de estudar e aprender sobre cada experimento”;*
- iii. ***a estrutura do espaço físico e os experimentos disponíveis no centro de ciências*** (“*ver a estrutura do local me entusiasmou muito*”; “*provocou em mim uma vontade de estudar e conhecer mais sobre o que foi visto lá*”).
 - iv. ***as estratégias de ensino adotadas pelo coordenador e pela monitora*** (“*a discussão com o coordenador foi muito interessante*”; “*apresentação e explicações sobre os experimentos, a monitora tornou muito dinâmico e interessante*”; “*em uma roda de conversa pudemos debater nossas opiniões, nossos conhecimentos e aprender um pouco mais*”; “*da maneira como o conteúdo foi apresentado, onde ao invés de este ser ‘despejado’ em nós, ele foi induzido de modo que nós mesmos na maioria das vezes chegamos a uma conclusão*”; “*o coordenador conseguiu despertar o interesse e a interação de nós estudantes ao debater sobre os conceitos físicos de forma animadora, e que nós entendêssemos de maneira mais fácil*”; “*adorei as dinâmicas apresentadas pelo coordenador e a monitora*”).
 - v. ***a ampliação do repertório científico*** (“*foi fundamental para um conhecimento mais amplo, onde foi possível relacionar o porquê que o conhecimento físico é importante na vida das pessoas*”; “*foi uma experiência muito importante na minha formação como estudante (...) serviu para que eu entendesse alguns conceitos que antes não tinham sido compreendidos*”; “*com o pouco tempo em que ficamos lá consegui absorver diversas coisas, se tivéssemos mais tempo com certeza iríamos aprender muito mais*”).

Os discursos dos estudantes indicam o quão importante foram as estratégias de ensino adotadas pelo coordenador e monitora enquanto sistematizavam conteúdos e demonstravam os experimentos. Encontramos no discurso da Camila, o destaque para a forma como foi organizada e conduzida a discussão coletiva com os estudantes pelo coordenador. Momento em que foi dado voz aos estudantes para expressarem as suas concepções espontâneas e científicas a respeito dos diferentes conceitos apresentados. Esta escuta, segundo a estudante, foi fundamental para assimilação dos conceitos discutidos, porque as discussões partiam das lacunas conceituais dos estudantes.

A Laura ainda vai mais além em sua análise das estratégias de ensino adotadas. Afirma que, diferentemente do ensino habitual, onde os conteúdos são “despejados” nos estudantes, as estratégias de ensino adotadas, além de considerar o conhecimento prévio dos

estudantes, permitiram a eles atuarem como protagonistas na própria construção do conhecimento científico. O que facilitou muito a assimilação dos conteúdos apresentados e discutidos.

Como observamos nas falas, estas estratégias pedagógicas e didáticas adotadas, contribuíram para o despertar do interesse e da motivação dos estudantes. Em consequência, o empenho deles por buscar compreender os temas científicos e usá-los para explicar os experimentos foi muito significativo. Isso fica evidente na forma como explicaram os experimentos e conduziram as apresentações no dia da mostra. Muitos conteúdos presentes em seus discursos estavam além daqueles apresentados e sistematizados no centro de ciências. Os estudos realizados individualmente, não somente reforçaram os conceitos discutidos, mas igualmente os complementaram com mais informações, demonstrando que o empenho por aprender estava fortemente amparado pela motivação decorrente dos momentos interativos vivenciado no centro de ciências.

Daqui retiramos um dado importante a respeito das variáveis que influenciam a aprendizagem dos conteúdos científicos pelos estudantes. A aprendizagem tem relação direta com o nível de interesse e motivação do estudante diante do que se busca aprender. Dito de outra forma, sem a presença destes elementos emocionais no processo de assimilação, não há empenho ou comprometimento. E tudo isso passa pela forma como os conteúdos são apresentados, pelas estratégias utilizadas para mapear o nível de conhecimento dos estudantes e daí partir para a construção do próprio conhecimento.

Estes dados reforçam a teoria cognitiva de Vygotsky, que destaca o papel da ZDI dos estudantes para a construção das estruturas mentais responsáveis ao seu desenvolvimento cognitivo. Entretanto, conhecer as concepções espontâneas e científicas dos estudantes demanda interação do parceiro mais capaz com o grupo. E para interagir é preciso aprender a escutar as diferentes opiniões, sobretudo quando são equivocadas cientificamente. A censura discursiva subsidiada apenas pelo viés científico, inibe a participação dos estudantes e impede a efetividade dos processos interativos. Para se comunicar com efetividade, além da escuta, é necessário que o parceiro mais capaz reformule o seu discurso, de tal forma que se aproxime o máximo possível das elaborações discursivas dos estudantes. Aceitando temporariamente elas como prováveis caminhos explicativos, e com a lógica e o raciocínio científico vá conduzindo os estudantes para indagações mais bem elaboradas de uma perspectiva científica.

Foi exatamente este caminho trilhado pelo coordenador do centro de ciências durante seu diálogo com os estudantes. Todo esse processo, fica muito evidente na construção de raciocínio feita para apresentar e sistematizar os conceitos de equilíbrio, centro de massa e centro de gravidade de uma perspectiva científica. Primeiro escutou todas as opiniões dos estudantes a respeito das palavras equilíbrio, massa, peso, centro e gravidade. Depois foi construindo colaborativamente a significação científica destes termos, sobretudo do ponto de vista da física. Em seguida sistematizou os conceitos de centro de massa e centro de gravidade para explicar a questão do equilíbrio dos corpos. Enfim, esta condução pedagógica alinhada com a perspectiva vygotskyana reverberou positivamente no processo de aprendizagem dos estudantes, não apenas naquele momento, mas em todo processo formativo, inclusive nos estudos individualizados destes estudantes expositores, conforme lê-se nas respostas.

Outro elemento importante no despertar do interesse e motivação dos estudantes foi o contato com os experimentos do centro de ciências. As atividades experimentais podem contribuir na aproximação dos estudantes com a dimensão investigativa das Ciências da Natureza. Os procedimentos e instrumentos de investigação característicos desta área (a identificação de problemas, a formulação de hipóteses, a identificação de variáveis relevantes, a proposição e a testagem de hipóteses, a elaboração de argumentos e explicações), assumem papel fundamental no desenvolvimento do pensamento científico.

A abordagem investigativa pela experimentação, quando alinhada a uma proposta pedagógica sociointeracionista, pode promover o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem e nas práticas e procedimentos próprios da produção do conhecimento científico e tecnológico. Como destacamos nos caminhos percorridos e nas estratégias utilizadas durante o curso, os estudantes foram envolvidos em desafios e problemas abertos e contextualizados, de tal forma a promover a curiosidade e a criatividade na busca de explicações teóricas e experimentais para os fenômenos observados. Com isso torna-se possível estabelecer um diálogo com o mundo real, a partir de análises e de intervenções em cenários mais complexos e amplos da sociedade contemporânea (GIORDAN, 1999).

Toda esta estratégia metodológica de ensino contribuiu com a apropriação da linguagem específica da área das Ciências, sobretudo da Física. Assimilar esta linguagem, por intermédio de seus códigos, nomenclaturas, gênero textuais, símbolos, processos e conceitos, é parte essencial do processo de desenvolvimento da educação científica destes jovens. E

conforme apontam os seus dizeres, esta experiência de educação não formal contribuiu significativamente para ampliação do repertório científico.

Por fim, a reconstrução da imagem da física como uma ciência interessante e essencial para explicar muitos fenômenos. Alguns estudantes afirmaram que a vivência formativa no centro contribui para ressignificação de uma nova imagem da Física. Como sabemos, as disciplinas de exatas, sobretudo a Física, são áreas de maior dificuldade de compreensão dos estudantes. É triste quando escutamos dos estudantes a falta de afinidade e simpatia pela área, uma vez que esta disciplina apresenta todos os requisitos para figurar entre as mais dinâmicas tendo em vista a sua natureza experimental e cotidiana (NASCIMENTO, 2010).

Entretanto, a Física vem sendo apresentada de forma desarticulada com sua essência investigativa. A ênfase maior está na apresentação descontextualizada e mecânica de conceitos, leis e fórmulas matemáticas. Os estudos nesta área de ensino de Física apontam que o ensino atual tem se alinhado a uma proposta propedêutica de preparação para o vestibular. Para esses pesquisadores, o fato se comprova na volumosa quantidade de exercícios de vestibulares presentes em livros didáticos e apostilas de diferentes sistemas de ensino do país (MONTEIRO et. al., 2009).

Além desses fatores que distanciam os estudantes da essência desta ciência, desestimulando o interesse pelo aprendizado dos seus conteúdos, estão: o significativo distanciamento entre o que se ensina nas aulas e as problemáticas do mundo exterior, a falta de diálogo entre professor e estudante e a carência de contextualização e interdisciplinaridade das propostas pedagógicas.

Muito provavelmente, por essas razões, que os estudantes-expositores afirmaram encontrar um novo sentido na Física. A vivência no centro de ciências aproximou eles de uma nova abordagem de ensino e de aprendizagem desta ciência. Apresentou a Física como peça fundamental no desenvolvimento científico e tecnológico com relevantes contribuições na sociedade contemporânea. Inclusive, por intermédio dos experimentos, ficou claro que a compreensão dos seus princípios físicos, pode explicar muitos fenômenos que ocorre no cotidiano.

Até o momento a apresentação dos resultados e suas análises se deteve apenas no processo formativo dos estudantes-expositores, tanto no curso no centro de ciências quanto no evento de exposições realizado. Vamos agora analisar a produção de sentido dos estudantes-

ouvintes após a participação na mostra do centro de ciências. O objetivo é o de compreender o quão significativo foi em termos de experiência educativa não-formal para estes estudantes.

13 A EXPERIÊNCIA DOS ESTUDANTES-OUVINTES NO CENTRO DE CIÊNCIAS

Os estudantes-ouvintes não participaram do processo formativo no centro de ciências. De forma geral, representam os estudantes que normalmente visitam esses espaços não formais sem uma preparação prévia. Após a visita foram convidados a responder o Questionário 3 intitulado “O que aprendi no centro de ciências?”.

Este questionário teve por objetivo avaliar a compreensão dos estudantes em relação aos experimentos e aparatos tecnológicos expostos na mostra e suas diferentes percepções. Portanto, foram feitas questões abertas e pontuais a respeito de cada um dos experimentos visitados, com intuito de captar, não apenas a resposta correta, mas os seus discursos, ricos de significados quanto às vivências no Centro de Ciências. Ademais, o questionário buscou avaliar a percepção subjetiva de motivação dos estudantes, se houve algum impacto, por exemplo, na sua escolha profissional, se ressignificou sua visão das ciências, se suscitou interesse de buscar compreender em mais detalhes os conteúdos abordados na mostra, enfim, as suas percepções positivas e negativas da vivência e participação num contexto de educação não formal.

As respostas das questões foram submetidas a análise de conteúdo. Segundo Bardin (2016), a análise de conteúdo é organizada em torno de três fases cronológicas: (I) a pré-análise, (II) a exploração do material, assim como o processamento dos resultados, e (III) Tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. As duas primeiras fases foram realizadas e estão apresentadas na sequência. A terceira fase de tratamento e de interpretação das produções de sentido apresentamos sequencialmente conforme for expostas os recortes (unidades de contexto) de cada questão. Não vamos mostrar e analisar dos as questões ou mesmo todas as produções de sentido para cada uma das questões. Os recortes realizados na sequência tomaram por base os estudantes-ouvintes com dados suficientes para serem analisados e interpretados segundo as referências teóricas desta pesquisa.

13.1 Os experimentos mais interessantes e seus porquês

Uma das questões do Questionário 2 indagou os estudantes-ouvintes a respeito do(s) experimento(s) mais interessantes presentes na mostra do centro de ciências. Na sequência no Quadro 13.1 apresentamos os experimentos escolhidos e os seus porquês.

Quadro 13.1 – Respostas a pergunta “Qual(is) o(s) experimento(s) que foi(foram) mais interessante(s)? Por quê?”

<i>Estudante</i>	<i>Resposta</i>
<i>Junior</i>	A Bobina de Tesla porque consegue acender uma lâmpada através de um arco elétrico que passa pelo ar até a lâmpada. E a Garrafa de Leyden que armazena energia eletrostática e depois descarrega em um choque que faz termos espasmos.
<i>Andréia</i>	Na minha opinião os experimentos mais interessantes foram a plataforma giratória, a garrafa de Leyden e a cúpula de vácuo, pois tiveram mais interação e participação dos alunos, dessa forma sendo mais legal fazer.
<i>Valquíria</i>	Eu gostei muito da plataforma giratória, e mesmo que eu já conhecesse o pêndulo de Newton, ele também foi um dos meus favoritos, e eu gostei dos dois porque, não sei dizer um motivo para ter gostado deles, o pêndulo eu já conhecia antes e desde que eu conheci, eu acho ele muito legal, e gostaria de ter um em miniatura, e a plataforma giratória é um experimento que eu não conhecia, mas gostei bastante, principalmente, por você conseguir fazer um movimento giratório somente abrindo e fechando os braços segurando um peso.
<i>Ana Livia</i>	Na minha opinião os experimentos mais interessantes foram a plataforma giratória, a garrafa de leyden e a cúpula de vácuo, pois tiveram mais interação e participação dos alunos, dessa forma sendo mais legal fazer.
<i>Deivid</i>	Cadeira humana, porque eu já tinha visto esse experimento.
<i>Camila</i>	Gerador de Van de Graff pois mostra o caminho dos elétrons e a descarga de energia, por meio dos pelos e do fio do cabelo.
<i>Daniela</i>	A bobina de tesla, pois foi possível ver o arco. O gerador de Van Graff, pois tomei um choque fraco.
<i>Fernanda</i>	Gerador de Van de Graff, já tinha visto esse experimento em vídeos, mas nunca pessoalmente e entendi que os pelos dos corpos rica em "arrepiaados" pois o corpo está energizado. Bobina de Tesla, foi explicação e falado muita coisa, porém não absorvi nada, mas me interessou pois pude ver o "raio" da eletricidade e que mesmo sem contato as luzes se acenderam.
<i>Marcos</i>	A bobina de Tesla e a Torre de Tesla, pois além de aprender sobre capacitores, cargas elétricas, ionização do ar, podemos ver na prática e eu participei como voluntário estando mais em contato com o experimento facilitando mais o meu entendimento. E o no caso da torre de Tesla foi muito legal, e fácil de entender, pois o modo da explicação foi totalmente transparente e de forma dinâmica, como a explicação da bobina e na torre abordou também o tema eletrostático.
<i>Maria Gabrielly</i>	Na minha opinião os experimentos mais interessantes foram a plataforma giratória e a garrafa de leyden, pois tiveram mais interação e participação dos alunos, dessa forma sendo mais legal fazer.
<i>Patrícia</i>	O gerador de Van de Graaff, foi o que mais tivemos interação.
<i>Fábio</i>	Eu não tive um preferido. Todos foram interessantes para mim e aprendi muitos com ele. Desde os que envolviam elétrica, como leis da física como a cadeira dos pregos e da plataforma giratória com alteres envolvendo centro de massa, também as de colisão e movimento, e a onde se cria um vácuo entre duas espécies de tampas onde a força necessária para separá-las é muito grande. O

	dos pregos também pois eu achava que não era possível, mas aprendi que é possível sim.
<i>Lucas</i>	Eu particularmente me interessei mais pelos experimentos que envolviam o conceito da eletricidade como o transformador e o chispador, pois tenho um grande carinho por esta área da física e me interessei muito nos fatos citados no tema.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os experimentos mais votados, do maior número de votos para o menor, foram a Bobina de Tesla (4), a Garrafa de Leyden (4), Plataforma Giratória (4), Gerador de Van der Graff (4), a Cúpula de Vácuo (2), o Pêndulo de Newton (1), Cadeira Humana (1) e o Looping (1).

Dentre as justificativas para escolha dos experimentos, destacamos: o impacto visual produzido pelo fenômeno e a curiosidade para explicá-lo; a interação e a participação no momento da apresentação; e a compreensão dos conceitos físicos envolvidos. Dentre as justificativas apontadas pelos estudantes, as interações no momento da apresentação e a ludicidade do experimento, foram as mais estimulantes. A possibilidade de participar do experimento, de atuar momentaneamente como protagonista da prática experimental, despertou significativamente a atenção, o interesse e a motivação dos estudantes. Como observamos no decorrer das análises, esta postura emocional impulsiona o estudante na busca por compreender melhor, com mais riquezas de detalhes o racional científico por trás do experimento escolhido. De forma geral, os estudantes expositores conseguiram estimular os estudantes-ouvintes.

Este dado é importante, porque os centros de ciências precisam trabalhar com abordagens expositivas que promovam as interações sociais. Como visto, os estudantes se motivam mais quando têm a oportunidade de participar dos experimentos ou dos processos explicativos. Encontramos em alguns centros de ciências apenas os aparatos experimentais sem a presença de um monitor (parceiro mais capaz) mediador do processo interativo com o público.

Dos experimentos mais interessantes para os estudantes, estão a bobina de tesla, a garrafa de leyden e a plataforma giratória. A bobina de tesla cria um efeito luminoso bem interessante quando o ar se torna um meio condutor de corrente elétrica, com a ruptura da sua rigidez dielétrica. Este efeito chama a atenção dos estudantes, não é um fenômeno comum de ser presenciado e normalmente atividades como estas não são realizadas no ambiente escolar em razão dos riscos envolvidos.

O segundo experimento, a garrafa de leyden, é um capacitor, o qual tem por objetivo o armazenamento de energia elétrica, normalmente utilizado em diferentes circuitos eletrônicos. Como o capacitor tem a função de armazenar energia elétrica, é preciso carregá-lo, e para fazê-lo basta conectar as placas a um aparelho carregador, por exemplo uma bateria, estimulando assim que os elétrons se transfiram de uma placa para outra.

O mecanismo de descarregamento é justamente a ruptura do dielétrico, ou seja, criar um fluxo condutor de elétrons entre as duas placas. Isso ocorre, quando o grupo de participantes forma o circuito fechado com o capacitor, uma corrente contínua se estabelece dando a sensação do choque elétrico no grupo participante. A corrente elétrica continua que se forma em decorrência da descarga do capacitor (garrafa de Leyden), não tem a intensidade e tensão suficiente para que ocorra algum efeito fisiológico nocivo aos participantes da corrente humana, apenas sentem o choque elétrico.

O fato de a atividade ter proporcionado a interação entre o grupo de estudante, pela reunião deles para formar a corrente humana e provocar o choque com o descarregamento da garrafa, despertou o interesse e a atenção dos estudantes. O caráter lúdico e divertido os instigou a buscar respostas para compreender o fenômeno e os conceitos físicos envolvidos no processo. Observamos, inclusive no dia da mostra, que eles questionaram o expositor a respeito de como era possível o choque, da relação da garrafa de leyden com a energia elétrica, se o choque poderia ocasionar algum dano a saúde etc. Enfim, a motivação se fez evidente na quantidade de perguntas e na fisionomia deles durante a atividade.

Por fim, a plataforma giratória instigou sobremaneira os estudantes-ouvintes. Eles ficaram perplexos ao ver o aumento e a diminuição da velocidade rotacional da plataforma, conforme a pessoa em cima levantava e abaixava os braços com alteres. Como já pontuamos, o experimento demonstra o princípio de conservação do momento angular de um sistema, da mesma forma que contextualiza uma análise a respeito do momento de inércia de corpos em rotação.

A propriedade que um corpo apresenta de oferecer resistência a modificações em seu estado de movimento rotacional é chamado de inércia rotacional, ou momento de inércia. Embora a inércia rotacional dependa da massa do corpo, assim como a inércia linear, há uma outra variável relevante a ser considerada, a distribuição de massa em relação ao eixo de rotação. O valor do momento de inércia aumenta conforme for a distância entre a maior parte da massa e o eixo de rotação (AZEVEDO, 2015, p.45).

No movimento circular, assim como ocorre no movimento linear onde se define o momento linear, pode-se expressar o momento angular pelo produto do momento de inércia (I) com a velocidade angular (ω) do objeto. O momento angular ($L = I.\omega$) é uma grandeza vetorial que possui módulo, direção e sentido. E esse momento angular sofre alteração quando há a presença de um torque resultante diferente de zero.

Do ponto de vista da Física, podemos afirmar que, ao aproximar os halteres do próprio corpo, os aproxima igualmente do eixo de rotação diminuindo o momento de inércia total I . Como há ausência de torques externos, o momento angular deve permanecer constante tanto com os braços abertos quanto fechados, quando se fecha os braços a velocidade angular aumenta de modo a manter constante o produto $I\omega$.

Esta atividade, além de produzir o efeito de aumento e diminuição da velocidade rotacional da plataforma, o que impactou muito a curiosidade deles em buscar compreender o seu porquê, promoveu alguns processos interativos entre os estudantes-estudantes e estudantes-expositor, e a própria interação deles com o aparato experimental. Ali não apenas se discutiam os conceitos físicos envolvidos no fenômeno, mas a aplicação prática deles pela experiência. Isso, sem dúvida, facilita o processo de aprendizagem destes estudantes.

Portanto, segundo os dizeres apresentados no Quadro 13.1, as razões que levaram os estudantes a optarem por este ou aquele experimento, devem-se essencialmente: a ludicidade do experimento, aos processos interativos ocorridos durante a execução da exposição, a afinidade com a área em discussão no experimento, e o interesse de buscar compreender fisicamente o fenômeno observado. Dito de outra forma, as justificativas que levam as pessoas a visitar os centros de ciências são as oportunidades de aprender coisas novas, estar com outras pessoas, ficar à vontade em um local agradável, vivenciar novas experiências, entre outras.

13.2 O que aprenderam com o experimento da Plataforma Giratória?

A segunda parte das questões, propostas no Questionário 2, objetivou avaliar a compreensão dos estudantes-ouvintes em relação aos experimentos propostos na mostra do centro de ciências. Durante as apresentações foram apresentados diferentes conceitos de física buscando explicar os fenômenos produzidos pelos aparatos experimentais. Os estudantes-expositores, atuando como monitores do centro de ciências, expuseram e discutiram estes

diferentes conceitos teóricos com os estudantes-ouvintes. Dessa forma, a compreensão dos ouvintes deu-se com base no que assimilaram das explicações propostas pelos expositores.

Para facilitar a visualização das produções de sentido dos estudantes-ouvintes, apresentamos a seguir um recorte das repostas para as questões formuladas. Estas unidades de contextos foram extraídas após a pré-análise e a exploração de todo material coletado no Questionário 2. Selecionamos somente as perguntas referentes aos experimentos apresentados e analisados no capítulo 12 (a Plataforma Giratória, a Bobina de Tesla, os Hemisférios de Magdeburg e a Máquina de Wimshurst). Dessa forma, torna-se mais fácil estabelecer uma correspondência entre o que os estudantes assimilaram dos experimentos a partir da explicação dada pelos expositores.

No Quadro 13.2 apresentamos algumas produções de sentido para o experimento da plataforma giratória.

Quadro 13.2 – Respostas a pergunta “*Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “Plataforma giratória”.*”

<i>Estudante</i>	<i>Resposta</i>
Junior	O momento angular é o movimento de rotação de um corpo que pode ser dificultado aumentando seu momento de inércia, abrindo os braços, e facilitado fechando os braços, diminuindo seu momento de inércia.
Valquíria	A plataforma giratória é um experimento onde você fica em uma plataforma giratória, como diz o nome, porém o legal dela é que quando você gira com um peso em seus braços, você controla o giro, por exemplo, eu subi nessa plataforma com o peso em minhas mãos e quando eu ficava com os braços abertos eu girava devagar e quando eu fechava os braços eu girava mais rápido, assim controlando a minha quantidade de movimento, porém isso que eu falei foi minha experiência, não sei explicar o porquê disso acontecer por esse experimento não ter sido explicado.
Ana Livia	Esse experimento está relacionado a dinâmica das rotações. Uma pessoa é colocada sobre uma plataforma giratória e alguém vai girar essa mesma plataforma (a pessoa pode estar com um peso nas mãos ou não). Quando o voluntário fecha os braços é notável que a velocidade do giro aumenta.
Camila	É colocada uma pessoa de pé sobre a plataforma e com um haltere em cada mão, e com os braços na horizontal. Essa pessoa sobre a plataforma recebe um impulso, e quando ela abaixa os braços percebe que sua velocidade vai aumentando. Isso porque no sistema (pessoa e plataforma) continuará no estado inicial se nenhum agente externo intervir. Sabendo que para aumentar o movimento de um corpo devemos aplicar uma força sobre ele para que acelere ou desacelere, por isso os halteres no experimento e com os braços na horizontal a força é maior, sendo a velocidade inicial, e com os braços para baixo a força diminui, aumentando a velocidade.

<i>Deivid</i>	Esse experimento representa o centro de massa, quando a pessoa abre os braços a massa fica mais distribuída e tem mais atrito com o ar, isso resulta na diminuição da velocidade, quando os braços são fechados a massa fica mais concentrada sobre um ponto só e acontece menos atrito com o ar, isso faz com que a velocidade aumente.
<i>Daniela</i>	Trata do centro da massa. Quando os braços estão fechados, a massa se concentra em um ponto só e acontece menos atrito com o ar, resultando em aumento de velocidade.
<i>Patrícia</i>	A plataforma giratória mostra como um corpo se comporta em relação ao seu ponto de equilíbrio, como o corpo se comporta ao se alterar o ponto de equilíbrio dele.
<i>Lucas</i>	Na plataforma giratória quando abrimos os braços a nossa massa se expandi e fica mais difícil de girar, pois quando fechamos a nossa massa se concentra mais e facilitamos tal ação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como observamos nas produções de sentido dos estudantes ouvintes, há referência aos conceitos físicos que podem ser usados para construir o racional científico de explicação do fenômeno. Entretanto, somente o Junior consegue elaborar uma explicação coerente sob a perspectiva da Física. Sua base de argumentação, para justificar o aumento e a diminuição da velocidade rotacional da plataforma, está fundamentada na premissa de que o momento angular e o momento de inércia do sistema estão relacionados. Assim, ao abrir os braços com os halteres, o momento de inércia do sistema aumenta e dificulta o movimento rotacional, por consequência, ocorre a diminuição da velocidade angular da plataforma. Quando se fecham os braços, o momento de inércia do sistema diminui e facilita o movimento rotacional, aumentando a velocidade angular da plataforma.

Embora a produção de sentido do Junior não considere a conservação do momento angular do sistema, já que não há torques externos interferindo no movimento de rotação, apresenta uma lógica e um racional físico coerente para explicar o fenômeno de aumento e diminuição da velocidade rotacional da plataforma. Outro ponto interessante de sua argumentação, se refere a ausência de citação da força de atrito como a responsável por esta variação de velocidade rotacional do sistema. Conforme já analisamos nas construções de sentidos do estudante-expositor Jorge (responsável pelo experimento da plataforma giratória), quando explica o fenômeno, desenvolve sua base de argumentação tomando a força de atrito com o ar como a causa das variações de velocidade rotacional sistema. O que está incorreto.

Porém, este equívoco físico foi lhe apresentado como verdadeiro pela monitora do centro de ciências durante o seu processo formativo.

Mas, o que chama a atenção, é o fato de o Junior romper com essa sequência reprodutiva de equívoco conceitual para a explicação do experimento da plataforma giratória. Durante a exposição, no dia da mostra, ele questiona o Jorge a respeito da relação que poderia haver entre o momento de inércia e o momento angular com a variação da velocidade rotacional observada. Na ocasião, o Jorge não compreendeu o alcance do questionamento conceitual colocado.

De uma perspectiva vygotskyana, para a compreensão de um determinado conteúdo teórico presente em um experimento, é necessário que o estudante desenvolva as estruturas mentais para a assimilação. Mas, isto só é possível, se a problemática apresentada esteja localizada na ZDI do estudante. Ou seja, com a presença de um parceiro mais capaz ele pode conseguir solucionar ou compreender o desafio que se coloca. Entretanto, todo esse processo de aprendizagem não ocorre de um momento para o outro, demanda tempo e maturação dessas estruturas mentais. Assim, seria ingenuidade acreditar, desse ponto de vista, que basta apresentar uma atividade experimental sobre determinado conteúdo para que os estudantes aprendam esse conteúdo. Logicamente que, quando a atividade experimental conta com a colaboração de um parceiro mais capaz, que domine esses conteúdos teóricos, o processo de aprendizagem se estabelece com maior rapidez e efetividade.

No caso do Junior, concluímos que ele já possuía uma compreensão dos conceitos teóricos presentes no experimento. A atividade pode ter representado para ele uma oportunidade de correlação entre o concreto (o fenômeno observado) e o abstrato (os conceitos físicos). Como ele já dispunha do entendimento dos conceitos de momento angular e momento de inércia, conseguiu correlacioná-los quando observava o fenômeno. Ele representa o caso do estudante que chega ao centro de ciências com os conceitos teóricos essenciais para compreensão dos experimentos apresentados.

Este dado nos faz refletir sobre a forma como as visitas a estes espaços não formais de educação são organizadas, sobretudo quando se trata do público escolar. Muito provavelmente, uma antecipação da discussão dos conceitos teóricos que ali são apresentados, pode contribuir com o entendimento dos aparatos experimentais desde seus objetivos e fundamentos teóricos, a realização da sua montagem e dos procedimentos experimentais para realização de medidas e análise de dados. O processo formativo que foi proposto aos estudantes-

expositores pelo centro de ciências foi uma ação pedagógica nesta direção. Conforme os dados já analisados, as contribuições para a assimilação dos conteúdos teóricos presentes nos experimentos e outros entendimentos de sua execução, apresentação e montagem, são incontáveis. Entretanto, não são todos os centros de ciências que poderiam oferecer esta formação ao público escolar. Mas, para minimizar esta distância entre o abstrato e o concreto, poderiam, previamente, estabelecer um processo comunicativo com a unidade escolar, ou com o professor de área responsável, com o objetivo de propor temas gerais como pré-requisito para participara das atividades propostas.

Na fala dos demais estudantes, confirmamos exatamente a premissa vygotskyana, de que não basta fazer os estudantes participarem de uma atividade demonstrativa experimental sobre determinado conteúdo para que aprendam esse conteúdo. Entretanto, mesmo que não tenha ocorrido a aprendizagem de forma completa e alinhada perfeitamente ao racional científico, encontramos os indícios do início do processo de aprendizagem.

Encontramos nas produções de sentido dos demais estudantes, alguns termos teóricos que remetem aos conteúdos essenciais para compreender o fenômeno observado. Por exemplo, a “dinâmica das rotações” (Ana Livia), a “força” (Camila), “o centro de massa” (Deivid e Daniela), o “ponto de equilíbrio” (Patrícia), e a “expansão da massa” (Lucas). Eles assimilaram estes termos durante a apresentação do experimento, todavia, por faltar a compreensão dos conceitos que a eles remetem não conseguiram elaborar um racional científico coerente com a Física para explicar o fenômeno observado.

Mesmo que a explicação completa não tenha sido alcançada, encontramos em suas construções de sentido incompletas, alguns elementos que evidenciam os primeiros passos no processo de desenvolvimento das estruturas mentais necessárias a aprendizagem. Muitos deles foram capazes de descrever o experimento e observar que com a movimentação dos braços variava a velocidade rotacional da plataforma. A Camila, por exemplo, além da descrição, usa o conceito de força para explicar o experimento. Ela já possuía esta definição em sua ZDR e lança mão dela para construir um pensamento científico coerente com o que já sabia. O experimento, então, despertou o interesse dos estudantes com a produção do efeito físico. Entretanto, isso somente não é suficiente para a aprendizagem. É preciso agora uma retomada destes conteúdos a partir de uma abordagem teórica, para que se consiga estabelecer a relação entre o concreto e o abstrato, a prática e a teoria. E, a superação desta dicotomia em direção do processo de aprendizagem, só é possível se articulada com a escola, no ambiente da sala de

aula. Onde o professor possa retomá-los e sistematizá-los com os estudantes. Direcionando assim, inclusive, atividades complementares de estudo e pesquisa para a consolidação das estruturas de pensamento responsáveis pela compreensão do conceito.

13.3 O que aprenderam com o experimento da Bobina de Tesla?

O experimento da bobina de Tesla ilustra o transporte de energia elétrica não apenas por fios condutores, mas também através do espaço com o auxílio de um transformador de alta. Um participante nos terminais da bobina secundária do transformador, se aproxima e não percebe sensorialmente nenhuma ocorrência. Em seguida, utilizando uma lâmpada de tubo fluorescente, aproxima nos mesmos terminais do transformador e percebe o fluxo de elétrons rompendo a rigidez dielétrica do ar e acendendo a lâmpada. O mesmo fenômeno pode ser observado quando um fio de cobre, sendo percorrido pela corrente elétrica transportada, libera luz e calor.

A seguir apresentamos as produções de sentido decorrentes da pergunta “o que você entendeu da Bobina de Tesla”. Após a leitura flutuante, a exploração do material e a seleção dos discursos produzido pelos estudantes, separamos para análise algumas unidades de contexto das repostas apresentadas. No Quadro 13.3 apresentamos algumas produções de sentido para o experimento da Bobina de Tesla.

Quadro 13.3 – Respostas a pergunta “Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento da “Bobina de Tesla””.

<i>Estudante</i>	<i>Resposta</i>
<i>Junior</i>	Um experimento muito interessante que consegue fazer arcos elétricos no ar através de uma ddp altíssima e esses arcos conseguem acender lâmpadas.
<i>Valquíria</i>	A bobina de Tesla é um transformador capaz de gerar alta tensão de corrente em alta frequência de corrente alternada, quando foi mostrado o experimento foi aproximado de suas extremidades dois tipos de lâmpadas e ao ligar a bobina foi capaz de acender a lâmpada, dando até para ver alguns raios pequenos formarem um arco saindo da bobina e indo até a lâmpada.
<i>Ana Livia</i>	Na bobina de tesla achei muito interessante a posição da expositora por contextualizar bem até mesmo a história do experimento. Em geral eu entendi que ela funciona como um gerador de energia e quando lâmpadas são colocadas próximas da bobina elas acendem.

<i>Camila</i>	A bobina de tesla funciona como um transformador e aumenta a tensão, a energia produzida vai ser dissipada através do som, temperatura e luz. Ocorre a produção dos arcos elétricos pela ionização do ar, pois os elétrons que estão na bobina acabam se movimentando, e por isso quando se aproxima a lâmpada eles passam para ela por meio do ar.
<i>Deivid</i>	A bobina de Tesla funciona como se fosse um transformador, ela eleva a tensão 40 vezes a mais que a original, fazendo que a rigidez dielétrica do ar seja rompida, se colocar uma lâmpada perto dos terminais pode ocorrer um "arco elétrico".
<i>Daniela</i>	Trata de um transformador. Eleva a tensão 40 vezes mais que a original, fazendo com que a rigidez dielétrica do ar seja rompida. Se for colocadas lâmpadas nos seus terminais é formado um arco elétrico.
<i>Patrícia</i>	Ele nos ensina a como transformar uma baixa tensão em alta tensão.
<i>Lucas</i>	A bobina de tesla seria um experimento que pode chegar a energizar uma lâmpada como mostrado na apresentação através de arcos elétricos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

De forma geral, os estudantes-ouvintes compreenderam que o objetivo geral do experimento foi o de ilustrar o transporte de energia elétrica pelo ar com o rompimento da sua rigidez dielétrica. Outra finalidade importante destacada foi a função da bobina de tesla em converter baixas em altas tensões elétricas. O mecanismo de gerar altas tensões com alta frequência de corrente alternada por um transformador, foi citado pelos estudantes Valquíria, Camila, Deivid, Daniela e Patrícia.

Esse dado demonstra que uma perspectiva geral do intuito do experimento foi alcançada. Nesta situação, diferentemente do caso da plataforma giratória, em que os estudantes mais descreveram o experimento e não adentraram na explicação física do fenômeno observado, o processo foi o inverso. As produções de sentido indicam um nível satisfatório de compreensão dos conteúdos teóricos com base nas explicações dadas pela expositora Roberta.

Outro termo citado foi a “rigidez dielétrica do ar” pela Daniela e pelo Deivid. Eles afirmam corretamente que a tensão elétrica produzida pela bobina é cerca de 40 vezes maior quando comparada com a de entrada. Por conta do expressivo aumento da tensão elétrica, vai ocorrer o rompimento da rigidez dielétrica do ar. Por conta desse efeito, quando aproximado uma lâmpada dos terminais da bobina ela vai acender com a formação de um arco voltaico. Interessante observar que, segundo eles, a lâmpada acende por conta da formação do arco voltaico. O que está parcialmente correto. Em concomitância a esta descarga elétrica, entre os terminais da lâmpada com a bobina secundária, temos o intenso campo eletromagnético criado por esta bobina, ionizando o gás da lâmpada para permitir o fluxo de elétrons no seu interior e oportunizando a emissão de fótons pelas moléculas deste gás.

Ainda faltam outros elementos teóricos no raciocínio destes dois estudantes para explicar em mais detalhes o fenômeno observado. A Roberta durante sua exposição menciona que a bobina de tesla é constituída de dois circuitos internos, formados por um transformador, um capacitor e dois indutores. Por um processo físico de indução eletromagnética, se estabelece uma comunicação entre os dois indutores de cada circuito, ocasionando a ampliação da d.d.p no indutor secundário, onde a lâmpada é aproximada. Todos esses elementos foram pontuados pela expositora, mas não aparecem na produção de sentido dos estudantes ouvintes.

De uma perspectiva vygotskyana, podemos interpretar, essa ausência de alguns elementos teóricos nas respostas dos estudantes em geral, de duas formas distintas. A primeira diz respeito ao alcance da ZDI deles. Como os conteúdos teóricos referentes ao campo eletromagnético, a indução da força eletromagnética, e os dispositivos do circuito, o indutor e o capacitor, não apareceram em suas concepções científicas, podemos interpretar como conteúdos além da capacidade de sua compreensão. Provavelmente, por ainda não possuírem as estruturas mentais necessárias para compreender a natureza abstrata desses conceitos teóricos, embora estivessem sendo demonstrados concretamente pela experiência prática. Esta primeira interpretação faz muito sentido, já que não encontramos menção deles em nenhuma resposta dos estudantes.

Uma segunda possibilidade interpretativa, deve-se, possivelmente, a uma falta de percepção de ensino da expositora, diante destas lacunas conceituais apresentada pelos estudantes. Logicamente que não vamos comparar a sua estratégia pedagógica de apresentação, com aquela praticada pelos profissionais do centro de ciências durante o processo formativo. Mas, segundo as orientações da teoria vygotskyana, alguns passos são importantes de serem percorridos enquanto se ensina. Realizar a definição de situação, mapear as concepções espontâneas e científicas, incentivar os estudantes para aprender, adequar o ensino aos limites da ZDI, e, por fim, deixar-se imitar.

Não definimos estas estratégias de ensino para que os expositores seguissem durante suas apresentações. Entretanto, elas estavam implícitas na prática formativa do coordenador e da monitora do centro de ciências na formação. Aqueles estudantes-expositores que conseguiram incorporá-las por imitação, segundo a forma como foram ensinados, alcançaram resultados mais significativos em termos da assimilação dos conteúdos teóricos pelos estudantes-ouvintes. No caso da exposição da Roberta, muitos desses passos foram contemplados e postos em prática, inclusive, por essa razão, acreditamos ter conseguido

orientar bem os ouvintes quanto aos principais objetivos do experimento, como está bem nítido nas respostas do Quadro 13.3. Todavia, a etapa de levantamento das concepções espontâneas e científicas dos ouvintes não foi trabalhada suficientemente. Caso houvesse feito, muito provavelmente, dado o seu nível de compreensão dos conteúdos teóricos por trás da bobina de tesla, ao tomar conhecimento da incompreensão dos ouvintes para os conceitos de campo eletromagnético, indução eletromagnética e os dispositivos físicos dos circuitos, conseguiria trabalhar com mais calma e outros exemplos para facilitar a compreensão deles.

13.4 O que aprenderam com o experimento dos Hemisférios de Magdeburg?

O experimento dos Hemisférios de Magdeburg consiste em demonstrar a existência da pressão atmosférica, por intermédio de dois hemisférios de cobre de aproximadamente 30 cm de diâmetro em formatos de discos, vedados com uma junta de borracha impedindo completamente a entrada ou saída do ar.

A seguir apresentamos as produções de sentido decorrentes da pergunta “O que você entendeu dos Hemisférios de Magdeburg?”. Após a leitura flutuante, a exploração do material e a seleção dos discursos produzido pelos estudantes, separamos para análise algumas unidades de contexto das repostas apresentadas. No Quadro 13.4 apresentamos algumas produções de sentido para o experimento dos Hemisférios de Magdeburg.

Quadro 13.4 – Respostas a pergunta “*Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento dos Hemisférios de Magdeburg*”.

<i>Estudante</i>	<i>Resposta</i>
<i>Junior</i>	O experimento trabalha com o conceito de pressão que é a força exercida sobre determinada área. O processo de retirada do ar cria-se um vácuo interno, por não existir uma pressão interna torna-se inviável a separação dos hemisférios, a pressão externa torne quase impossível de separar os dois discos, funcionando de maneira análoga a panela de pressão.
<i>Valquíria</i>	O hemisfério de Magdeburg são, como se fossem, duas tampas de panelas de pressão, e quando colocadas juntas e retirada todo o ar com a bomba de vácuo as tampas eram impossíveis de serem abertas, por ter ficado com vácuo, tempo também pressão.
<i>Ana Livia</i>	Consegui retirar desse experimento alguns conceitos. Se tirarmos toda a pressão de um recipiente nele é criado um vácuo e dessa forma ele fica "lacrado".
<i>Camila</i>	O experimento possui duas tampas de material resistente, e as duas são colocadas juntas, e possui uma válvula onde é retirado o ar de dentro, por meio de sucção,

	realizada por uma bomba pneumática. Com isso apresenta uma pressão atmosférica menor que a externa, e fica o vácuo, sendo impossível de separar as duas tampas.
<i>Deivid</i>	Na cúpula de vácuo, quando o ar é retirado de dentro da cúpula e é formado o vácuo, dificultando muito a separação das duas partes, isso porque existe apenas a força externa e nenhuma força interna.
<i>Daniela</i>	A cúpula de vácuo, foi um experimento onde foi retirado todo ar de dentro das tampas formando um vácuo e tornando insuperável uma da outra.
<i>Patrícia</i>	Os hemisférios de Magdeburg a pressão é retirada de dentro e o que sobra é a pressão exterior sobre o objeto, que o impede de abri-lo.
<i>Lucas</i>	Os Hemisférios de Magdeburg estão relacionados com o conceito de pressão. Nele temos uma bomba de vácuo e os dois hemisférios, que são como duas tampas de panelas de pressão. Elas não possuem nada dentro, apenas o ar atmosférico e a pressão. As duas se encaixam uma na outra. Com a bomba de vácuo, o ar, a pressão são retirados e formando um vácuo dentro das duas tampas. E quando eu tiro toda essa pressão e tento separar as duas tampas, eu não consigo fazer isso. Na verdade, ninguém conseguiria separá-las. Isso ocorre porque inicialmente a pressão atmosférica do ambiente externo com a pressão atmosférica de dentro das tampas eram iguais, e quando se tira a pressão de dentro, o lado externo fica com uma pressão bem maior e dentro da tampa fica sem nada. E essa pressão do ar não permite que as duas tampas se separem.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os termos mais utilizados pelos estudantes, para explicarem o que entenderam a respeito do experimento dos hemisférios de Magdeburg, são: a “pressão” (usado por todos os estudantes), a “força” (Junior), a “pressão atmosférica” (Camila e Lucas), e o “vácuo” (usado por todos com exceção da Patrícia).

Estes termos, remente ao racional científico por trás da explicação do experimento. De forma geral, sublinhamos que todos os estudantes ouvintes foram capazes de elaborar um pensamento científico coerente com a justificativa física da ocorrência do fenômeno. Uns abordaram os conteúdos teóricos com maior profundidade, como é o caso dos estudantes Junior e Lucas. O primeiro deles traz a definição correta de pressão como sendo a força exercida sobre determinada área. Destaca que a retirada do ar cria um vácuo na parte interna dos hemisférios, reduzindo praticamente a zero a pressão interna. Por consequência, não é possível a separação dos hemisférios.

O Lucas é um pouco mais específico em sua explicação do processo da não separação dos hemisférios. Afirma que inicialmente, antes da bomba de vácuo retirar o ar, há somente em seu interior o ar atmosférico e a pressão interna em decorrência deste ar. Nesta situação inicial, a pressão atmosférica interna e a pressão atmosférica externa possuem o mesmo

módulo. Após a retirada do ar, a pressão externa supera a pressão interna, que é praticamente nula, impedindo a separação dos hemisférios.

As respostas refletem quase que na íntegra a explicação da expositora Ana Flávia. Os estudantes ouvintes, uns mais outros menos, conseguiram assimilar os principais conceitos físicos propostos no experimento e que eram essenciais para a compreensão do fenômeno da não separação dos hemisférios, após a retirada do ar. O experimento contou com a participação dos estudantes durante todo o processo demonstrativo e explicativo. As interações sociais facilitaram tanto o interesse, por buscar compreender o experimento, quanto as trocas de concepções espontâneas e científicas a respeito dos conceitos discutidos.

A expositora durante sua apresentação, conseguiu percorrer a maioria das orientações vygotskianas para o processo de ensino. Realizar a definição de situação, mapear as concepções espontâneas e científicas, incentivar os estudantes para aprender, adequar o ensino aos limites da ZDI, e, por fim, deixar-se imitar. Muito provavelmente, esta sequência facilitou a compreensão dos estudantes.

Outro argumento válido para a assimilação dos conceitos pelos estudantes diz respeito a suas ZDIs. O conceito de pressão, provavelmente, já fazia parte da ZDR destes estudantes. Assim, quando se depararam com o fenômeno proposto pelos hemisférios de Magdeburg, não foi difícil explicá-lo, por estar na ZDI destes estudantes. Ou seja, com a colaboração de um parceiro mais capaz foi possível a compreensão do experimento tomando por base o conhecimento que já traziam a respeito de pressão e da pressão atmosférica.

13.5 O que aprenderam com o experimento da Máquina de Wimshurst?

O objetivo da máquina Wimshurst é gerar eletricidade estática a partir de um processo de eletrização por atrito e posteriormente por indução. A seguir apresentamos as produções de sentido decorrentes da pergunta “O que você entendeu da Máquina de Wimshurst?”. Após a leitura flutuante, a exploração do material e a seleção dos discursos produzido pelos estudantes, separamos para análise algumas unidades de contexto das repostas apresentadas. No Quadro 13.5 apresentamos algumas produções de sentido para o experimento da Máquina de Wimshurst.

Quadro 13.5 – Respostas a pergunta “Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento da Máquina de Wimshurst”.

<i>Estudante</i>	<i>Resposta</i>
<i>Junior</i>	É uma máquina que gera cargas eletrostática através do atrito de placas metálicas presas em seu disco com o cobre. Essa energia é armazenada em seus capacitores, e conforme aumenta o ddp entre suas hastes de metal, quando esse ddp ultrapassa o isolamento do ar, torna-se entre eles um arco elétrico
<i>Valquíria</i>	A Máquina de Wimshurst contém dois discos de acrílico que giram em sentidos opostos ao redor de um mesmo eixo, em cada disco são colados 30 ou mais setas metálicas (esqueci o nome disso) dependendo do diâmetro dos discos, além de duas barras neutralizadoras que contém fios finos de cobre, dois coletores de cargas ligados a duas esferas metálicas e capacitores e uma manivela.
<i>Ana Livia</i>	O experimento de Wimshurst é composta por dois discos de algum material isolante, mais comum usar acrílico ou algum outro plástico mais rígido. Eles foram em sentidos opostos sobre um mesmo eixo, mantendo um afastamento mínimo um do outros.
<i>Camila</i>	A máquina possui dois discos de plástico que giram em sentidos opostos ao redor do mesmo eixo e possuem pequenas placas metálicas e por meio das duas esferas metálicas, que ocorre as descargas elétricas, as cargas positivas e negativas são separadas por meio de indução e polarização de cargas em metais e armazenam nos capacitores.
<i>Deivid</i>	A Máquina de Wimshurst é basicamente dois discos iguais de acrílico ou plástico duro que giram em sentidos opostos ao redor de um mesmo eixo mantendo entre si um pequeno afastamento. Em cada disco são colados alguns setores metálicos igualmente espaçados. Ao girar os discos irá acontecer os fenômenos de indução e polarização de cargas positivas e negativas em condutores, que serão armazenadas nos capacitores.
<i>Daniela</i>	Quando as placas rodam, gera eletrização por atrito, fazendo com que haja energia elétrica
<i>Patrícia</i>	A máquina de Wimshurst mostra como o excesso de cargas elétricas se comportam no meio. O que ocorre quando se tem um grande excesso de cargas em repouso, que no caso se resulta em uma descarga elétrica.
<i>Lucas</i>	A máquina de Wimshurst foi o aparelho que eu mais fiquei em dúvida, pois não entendi direito o que ele é e faz, o que eu consegui compreender foi que através da rotação do mecanismo é capaz de se gerar eletricidade estática.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As palavras que mais apareceram nas respostas dos estudantes ouvintes, para descrever o entendimento da Máquina de Wimshurst, foram: carga elétrica, energia eletrostática, eletrização por atrito e indução, descargas elétricas, polarização de cargas. A citação destes termos já reflete uma correspondência dos principais conceitos que são essenciais para compreender o fenômeno produzido. Entretanto, não podemos afirmar se o conceito

referente a eles é realmente compreendido pelos estudantes. Muito provavelmente, o uso destes termos está associado a um processo de imitação, decorrente da interação deles com a expositora no dia da mostra. O que representa um primeiro passo para a assimilação dos conceitos de físicos segundo a perspectiva vygotskyana.

Mas da forma como foram estruturadas algumas respostas, sobretudo as do Junior, do Deivid e da Camila, dão indícios de uma compreensão mais aprofundada do processo físico de geração de energia eletrostática. Os três estudantes afirmam que, a geração de cargas elétricas é decorrente de processos de eletrização por atrito e indução eletrostáticas. Estas cargas produzidas, segundo eles, vão ser transportadas e armazenadas em capacitores, os quais, quando suficientemente carregados, vão criar entre os terminais metálicos que estão conectados uma d.d.p suficiente para produzirem uma descarga elétrica. Este racional científico está correto e coerente com a explicação qualitativa do fenômeno observado com a formação dos arcos voltaicos. Porém carece de alguns detalhamentos importantes para compreender a máquina como um todo.

No raciocínio físico deles, por exemplo, não aparece a forma como surgem a produção de cargas elétricas positivas e negativas, somente mencionam que são decorrentes de um processo de eletrização por atrito e indução. Quando retomamos a explicação do expositor Rafael, percebemos que ele descreve com mais riqueza de detalhes a forma como este processo ocorre. Segundo ele, e com as nossas complementações, em região próxima ao coletor, por estar em atrito com as fitas retangulares de alumínio, existe o surgimento de uma carga elétrica induzida. Esta fita eletricamente carregada induz uma diferença de potencial de natureza oposta na fita de alumínio disposta no outro disco. Conforme o disco se movimenta, paulatinamente as demais fitas de alumínio vão sendo eletrizadas por indução eletrostática, em um determinado momento, todas as fitas estarão submetidas a mesma diferença de potencial em decorrência do processo de indução. Quando o sistema estiver devidamente eletrizado, surgirá uma tensão nos terminais de descarga, que em razão do distanciamento entre os terminais produz uma faísca, que rompe a rigidez dielétrica do ar.

Notadamente que, essa profundidade de detalhes não poderia ser assimilada pelos estudantes-ouvintes em apenas uma única experiência e contacto com o dispositivo experimental. Como já enfatizamos outras vezes, o processo de aprendizagem demanda tempo para a formação das estruturas mentais necessárias a compreensão do novo conteúdo teórico. E esta formação só apenas é possível com a repetição e a colaboração de um parceiro mais capaz.

Aqui novamente destacamos a essencialidade da presença do professor no processo de aprendizagem. Pois é ele, em última instância, o agente que vai intermediar o diálogo entre as concepções espontâneas e científicas dos estudantes com as definições e sistematizações aceitas pela comunidade científica. Todos estes conteúdos e conceitos expostos no centro de ciências deveriam ser retomados pelo professor na sala de aula. Com a finalidade de fazer uma análise do erro dos entendimentos que ficaram e estão em fase de construção durante esse processo.

Mas, os objetivos desta tese, não alcançam as ações pedagógicas e didáticas do professor na sala de aula. Os resultados que estamos analisando, referem-se exclusivamente a ações realizadas pelo centro de ciências em parceria com o pesquisador responsável por este estudo. Entretanto, esse fato não nos desautoriza a propor recomendações para tornar a vivência no centro de ciências mais rica em termos de aprendizagem para os estudantes, que participaram das atividades realizadas no dia da mostra. Esta ação conjunta, entre os espaços não formais e formais de ensino, pode contribuir de forma mais significativa para ao processo de ensino e de aprendizagem dos estudantes.

Como sublinhamos anteriormente, os estudantes Junior, Deivid e Lucas fazem no contraturno o curso técnico, em eletroeletrônica. Uma das disciplinas trabalhadas na grade curricular é a eletricidade básica e mecanismos de segurança em eletricidade. Por essa razão, notamos nas respostas destes estudantes, para algumas perguntas, um nível de compreensão maior dos conceitos correlacionados a esta área de estudo. O que pode justificar, em partes, a formulação de um racional científico mais coerente e rico em detalhes quando comparado as produções de sentido dos demais estudantes.

As produções de sentido dos discursos da Valquíria, Ana Livia, Daniela e Patrícia trazem mais em seu conteúdo elementos relacionados a descrição do aparato experimental, detalhando os discos, as fitas metálicas e a manivela. Há até uma certa relação destas partes estruturais com a explicação do fenômeno produzido, entretanto, são superficiais quando comparadas as produções dos outros três estudantes. Mas isso não desqualifica de forma alguma as suas produções de sentido, ao contrário, indicam que carecem de complementação e exploração das lacunas conceituais ainda pendentes. Esta continuidade formativa pode e deve ser continuada no ambiente escolar em colaboração o professor da área específica.

Por fim, finalizamos as nossas análises a respeito da participação dos estudantes expositores e ouvintes nas atividades propostas pelo centro de ciências. Conforme sublinhamos, durante todo o processo de inferência e interpretação das falas dos estudantes, enquanto

produziam sentido para assimilar os conteúdos teóricos discutidos no experimento, a aprendizagem ocorreu de diferentes formas e em níveis variados de assimilação.

Os estudantes expositores, por terem participado do processo formativo no centro de ciências, elaboraram, de forma geral, pensamentos científicos mais coerentes com as conceituações físicas aceitas pela comunidade científica, quando comparados aos produzidos pelos estudantes ouvintes. O racional científico usado pelos expositores, para fundamentar suas explicações dos experimentos, possuía correspondência com as falas e as sistematizações feitas pelo coordenador e pela monitora. Naturalmente que esperávamos esse processo de imitação, tendo em vista as orientações da teoria vygotskyana para o processo de aprendizagem. Entretanto, ela não ocorreu de forma idêntica, ficou claro nas falas desses estudantes, que a construção de uma nova estrutura de pensamento a partir da estrutura pré-existente, foi distinta da estrutura de pensamento dos formadores, uma vez que são formadas culturalmente em épocas e tempos diferentes. Desse ponto de vista, entendemos que o processo formativo no centro de ciências contribuiu para o processo de aprendizagem destes estudantes expositores.

Já para os estudantes ouvintes, que não participaram dessa formação, o contato com o experimento e com os conteúdos teóricos, deu-se somente por interação com as falas dos estudantes expositores. As relações sociais estabelecidas foram essencialmente entre expositor e ouvinte ou ouvinte e ouvinte. Então, eles dependeram essencialmente do ensino dos expositores, do quanto assimilaram dos conceitos teóricos envolvidos nos experimentos e da forma como estes conteúdos foram ensinados durante a apresentação.

Embora a aprendizagem dos expositores tenha sido bem significativa, havia limitações sobretudo nas estratégias de ensino. Como sublinhamos anteriormente, as estratégias de ensino adotadas pelos formadores do centro de ciências, com vistas a alcançarem a aprendizagem, estavam alinhadas com as orientações da teoria vygotskyana. Ou seja, havia um sequenciamento metodológico de apresentação e construção do pensamento científico a partir das concepções espontâneas desses estudantes. Por essa razão, acreditamos que a aprendizagem dos expositores alcançou um nível bem satisfatório. Todavia, na mudança de função, quando os expositores se tornaram formadores dos estudantes ouvintes, não se colocou esta orientação pedagógica como um roteiro a ser seguido. Eles dispuseram de autonomia e de liberdade para comunicar o conhecimento científico da forma que julgavam mais apropriado, apenas foi recomendado a consideração e espaço para as interações sociais dos ouvintes durante a apresentação do experimento.

Mesmo assim, apesar de mais superficial, os dados coletados, apontam para uma compreensão dos conhecimentos científicos pelos ouvintes coerente com os conteúdos teóricos dos experimentos. Os casos mais expressivos de aprendizagem estavam associados a estudantes que já dispunham de um conhecimento científico na área de discussão, e, por essa razão, produziram sentidos mais aprofundados com base na sua mais desenvolvida ZDI. Podemos citar o caso do estudante ouvinte Junior. Durante a apresentação do experimento da plataforma giratória, faz uma correção na fala do expositor Jorge, afirmando que a alteração da velocidade rotacional da plataforma não era um efeito da ação da força de atrito, mas sim, da alteração da distribuição de massa do corpo, ou seja, da relação do momento de inércia do sistema com a conservação do seu momento angular.

Portanto, para efeitos comparativos, os expositores alcançaram uma aprendizagem mais significativa quando comparada aos ouvintes. Dentre as razões, pontuamos a formação no centro de ciências, o tempo de estudo para assimilação dos conteúdos teóricos e a própria experiência de atuarem como parceiro mais capaz no dia da mostra. Esse conjunto de elementos, trabalhados e alinhados com as recomendações da teoria vygotskyana, contribuíram para ampliar o repertório científico desses estudantes. Os estudantes ouvintes, paralelamente também ampliaram o seu repertório cultural, conforme destacamos nos dados, entretanto, por não participarem da formação como um todo, alcançaram níveis de aprendizagem correspondentes ao pouco tempo de interação que tiveram no dia da mostra. Mas, mesmo assim, a experiência foi muito positiva e proveitosa em termos de estímulos.

14. A DISCUSSÃO COLETIVA COM OS ESTUDANTES

Após a mostra, ocorrida no centro de ciências, os estudantes foram envolvidos numa discussão coletiva direcionada a refletir e problematizar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

A ciência é uma parte da cultura das civilizações modernas, como a religião, a arte, a literatura etc. Mas nem sempre a palavra “ciência” é usada com um único significado (GODOY; SANTOS, 2014). Algumas vezes, entende-se por ciência a atividade científica em geral. Por exemplo, a comunidade científica, o homem de ciência, a perspectiva científica das sociedades, e outros tantos exemplos. Outras vezes, “ciência” tem um significado mais específico de conhecimento científico. Inúmeras distorções existem a respeito do entendimento desse constructo. Nesse sentido, se há lacunas da compreensão do que seja ciência e tecnologia, mais difícil se torna compreender as complexas relações delas com a sociedade e com o ambiente. Portanto, a fim de contribuir com o repertório científico cultural dos estudantes, organizamos uma discussão coletiva com toda a turma de estudantes com foco na problematização dessas questões.

A partir dos dados coletados com o questionário 4, estruturamos a discussão coletiva (APÊNDICE E) com vistas a trabalhar o repertório científico cultural dos estudantes, partindo das suas concepções espontâneas e científicas sobre o que pensam: (i) ser ciência e tecnologia (C&T), (ii) do papel da C&T na sociedade e, por fim, (iii) da forma como esse conhecimento científico e tecnológico pode servir de agente transformador de problemáticas socialmente relevantes.

14.1 A percepção que os estudantes têm de ciência e tecnologia

De início, buscamos compreender a visão que os estudantes tinham sobre ciência e tecnologia. Inspirados nas recomendações da proposta vygotskyana, buscamos com o diálogo coletivo identificar essas concepções dos estudantes e conduzi-las a uma compreensão mais assertiva segundo uma perspectiva científica. Ademais, as discussões propostas por Pérez et al. (2001), Cachapuz et al. (2011) e Santos et al. (2018) sobre ciência e tecnologia serviram de referência para interpretar e sistematizar os conceitos durante a discussão com os estudantes.

Na sequência, apresentamos alguns recortes da produção de sentido dos estudantes coletados com o questionário e na discussão coletiva. Essas unidades de contexto (produção de sentido dos estudantes) foram selecionadas após a leitura, a exploração e a análise de todo o diálogo, segundo as orientações de Bardin (2010).

A seguir apresentamos as produções de sentido dos estudantes Lucas, Valquíria e Patrícia, durante a discussão coletiva a respeito do que pensam ser ciência.

Lucas: Seria a ciência mais os conceitos que a gente estuda sobre, posso estar errado, mas os conceitos da natureza mais os efeitos que ela causa. A ciência seria o estudo da natureza em si e a tecnologia a utilização desses conceitos pra facilitação da nossa vida ou pra outras coisas.

Valquíria: Acho que ciência está relacionado as leis e teorias que são desenvolvidas pelos cientistas para explicarem os fenômenos da natureza. Eles observam os fenômenos e fazem experimentos, daí surgem as teorias da ciência.

Patrícia: Aprendemos sobre ciência na escola, com as disciplinas de Física, Química e Biologia. Quando fazemos experimentos descobrimos as leis que explicam os fenômenos da natureza. Acho que a ciência envolve esses conhecimentos que foram produzidos ao longo de muitos anos.

Os estudantes trazem uma concepção de ciência como um conjunto de conhecimentos que servem para explicar as leis que regem a natureza. Esta imagem reflete uma concepção realista, porém reducionista e generalista da ciência. Remete ao pensamento de que a ciência se desenvolve, criando as suas leis e teorias, somente à custa de mera observação e experimentação. Com base nessa imagem a respeito da ciência, aproveitamos para pontuar, na condição de mediador do diálogo, outras formas de compreensão do processo de elaboração do conhecimento científico.

Quando pensamos no processo de elaboração do conhecimento científico devemos levar em consideração algumas variáveis que participam dessa construção. Primeira de que a ciência não é produzida simplesmente com base em descobrimentos aleatórios, a partir da observação e experimentação do fenômeno para chegar-se a leis e teorias, desconsiderando a contribuição de outras teorias mais antigas nesse processo de construção do conhecimento científico. Segunda, as teorias científicas foram produzidas mediante a problemáticas contextuais da sua época, as quais estimularam o seu desenvolvimento e lhe deram origem. Portanto, o seu processo de elaboração passou por idas e vindas, por inúmeras dificuldades que ocasionaram debates e discussões entre os pesquisadores envolvidos. Terceira, o conhecimento científico não é produzido de forma linear, ou seja, de maneira acumulativa. Dito de outra forma, nem todo progresso científico representa um aperfeiçoamento da teoria anterior. Muitas vezes a forma de interpretar e explicar a realidade ou um fenômeno pode alterar-se completamente, dando origem ao que Thomas Kuhn chamou das revoluções científicas. Momento este, em que as ideias científicas aceitas são substituídas por outras radicalmente diferentes, quando uma determinada teoria científica deixa de ser capaz de explicar determinado fenômeno e então surge a necessidade de outra. Um exemplo disso, foi o que aconteceu na astronomia no século XVI, quando Nicolau

Copérnico propôs o heliocentrismo em substituição ao geocentrismo. A explicação da Terra como o centro do universo não era mais satisfatória para explicar a movimentação de alguns astros no céu. Em quarto lugar, devemos considerar que a produção dos conhecimentos científicos não pode ser vista como elaborações isoladas, fruto da genialidade de algumas pessoas. A ciência se desenvolve coletivamente e em parceria com as comunidades científicas e não isoladamente como se pressupõe. Por fim, não devemos nos esquecer das complexas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Pesquisador).

A intenção com a nossa fala foi a de ressignificar as visões reducionistas e escolarizadas que esses estudantes têm a respeito da ciência. Buscamos romper com a ideia de linearidade e acumulação com a perspectiva kuhniana. Assim a ciência, segundo Kuhn (1977), desenvolve-se interruptamente através de “revoluções científicas” (eventos periódicos que ocorrem em determinados momentos e em circunstâncias específicas com o surgimento de um novo paradigma) e não a partir de um conjunto acumulativo de conhecimentos científicos quando perspectivada amplamente. Kuhn propõe que a ciência não deve ser percebida como gradualmente desenvolvendo e acumulando conhecimento na direção da verdade, mas como um fenômeno que atravessa revoluções periódicas, chamadas de “mudanças de paradigma”. Quando um paradigma se mostra insuficiente para resolver problemas que antes resolvia, surge então a necessidade de uma nova base teórica, de um conjunto de regras e princípios fundamentados, os quais consigam agora solucionar essas novas anomalias, os novos problemas, dando lugar a um novo paradigma explicativo (VILLANI, 2001).

Este entendimento da ciência normalmente é omitido das práticas de ensino no ambiente formal. Como observamos algumas visões distorcidas dos estudantes a respeito dessa temática, julgamos oportuno a discussão e problematização. Na mesma direção, outras imagens apareceram e foram propostas após nossa fala. Como é o caso da estudante Roberta que cita o filósofo Descartes para definir ciência.

Roberta: Eu posso utilizar como exemplo o filósofo Descartes que fala que para produzir ciência você precisa duvidar do que se tem a sua volta, pra você encontrar a verdade, então pra isso você precisa questionar e fundamentar as suas ideias e a partir disso você tem ciência, que é a verdade sobre tudo que nos rodeia, que está no nosso cotidiano.

A Roberta faz referência ao processo de construção do conhecimento científico. Afirma que a elaboração do conhecimento científico passa por algumas etapas de estruturação, sendo que a mais importante delas é a indagação da realidade na busca de repostas do seu funcionamento.

Não fica claro em sua fala a forma como se pode extrair da realidade ou do fenômeno observado as leis e teorias, segundo o racionalismo cartesiano, citado por ela. Descartes (1989, p.44) tomando por pressuposto a existência de uma ordem na Natureza, detém-se na busca de quais instrumentos seriam mais pertinentes, tanto para investigar os fenômenos físicos com melhor clareza, quanto para descrevê-los com a necessária exatidão que os aproximassem da realidade. A meta de buscar elaborar um método para conduzir a própria razão e procurar a verdade na Ciência, conforme registrado no subtítulo de sua obra o Discurso do Método, demonstra a importância dada ao caminho a percorrer, como elemento indispensável e seguro ao trabalho investigativo. Para alcançar a este fim, apresenta e sistematiza o instrumento metodológico empírico-dedutivo.

Em linhas gerais, o método empírico-dedutivo cartesiano consiste em observar a relação causal que há entre os enunciados gerais com as experiências particulares, e o quanto aumentam as demandas experimentais conforme se avança em conhecimento. O refinamento dessas observações empíricas, ou seja, os entremeios do enunciado geral com o evento particular, do seu ponto de vista, deviam ser permeados também por práticas experimentais. Os experimentos não são mais os responsáveis por aprimorar dados, com o objetivo de induzir leis e teorias, a partir de observações empíricas e particulares. Descartes impõe à experimentação, o papel de sustentar com evidências experimentais a influência causal de um enunciado geral sobre um evento particular, quer dizer, partindo da compreensão da regra geral pode-se compreender os casos específicos e, neste processo, os experimentos são os instrumentos que atestam para relação de correspondência (DESCARTES, p. 45, 1989).

Aproveitamos a contextualização da Roberta, para esclarecer a função da atividade experimental no processo de elaboração do conhecimento científico. Pontuamos algumas perspectivas do tema durante a discussão coletiva. Na sequência destacamos uma delas.

A ação de experimentar, de realizar experimentos com o objetivo de investigar um fenômeno físico, buscando captar uma relação de causalidade, entre o que se observa e se obtém dos resultados, somente é possível, quando há possibilidade de manipular e medir variáveis. O pesquisador, manipulando e medindo, passa a deter significativo controle sobre o fenômeno estudado. Com o controle de uma ou mais variáveis independentes, torna-se possível ao pesquisador, durante a experimentação, observar se há alterações nas variáveis dependentes. Ou seja, se existe ou não uma relação causal entre as variáveis, visto que, as independentes apontam para possíveis causas e as dependentes sinalizam os prováveis efeitos. Ao final, pode-se extrair conclusões válidas para o fenômeno físico analisado (Pesquisador).

Ainda no contexto destas discussões sobre experimentação, o estudante Jorge fala algo interessante a respeito da metodologia científica e sobre a construção do conhecimento científico.

Jorge: Considerando tudo isso o que estamos discutindo, sobre o que é ciências, sobre o papel da experimentação na construção do conhecimento científico, cheguei a uma conclusão, mas não sei se faz sentido. Pelo que entendi, os experimentos auxiliam os cientistas a investigarem um fenômeno e chegarem a leis e teorias que explicam ele. Ou seja, quando se propõem uma hipótese, por exemplo o experimento da plataforma giratória que apresentei no centro de ciências, se abaixar o braço a velocidade com que gira a plataforma vai diminuir e se levantar o braço ela vai aumentar. Daí você faz o experimento e percebe que essas hipóteses não são certas. O que vai acontecer é o contrário. Quando você levanta o braço a plataforma vai girar mais devagar e quando abaixa o braço ela gira mais rápido. Por que estou dizendo tudo isso? É que o fato da minha hipótese ter sido negada e o experimento me mostrar o que acontece na realidade, isso não garante que eu vá saber explicar o porquê do fenômeno, quando pensamos na física envolvida. Mas, provavelmente, o cientista que descobriu a explicação fez a experiência e conseguiu explicar as causas. Não sei se está clara minha dúvida. Por que eles conseguem e nós não?

Interessante observar o questionamento do Jorge a respeito do papel da experimentação na construção do conhecimento científico, ou mais do que isso, da questão do método científico como itinerário “infalível” para a produção das teorias científicas. Como uma sequência de etapas a serem seguidas para produzir o conhecimento científico, de forma fechada e rígida. Entretanto, nem sempre a sequência é a mesma, não chegamos em um laboratório para observar e coletar dados, sem hipóteses prévias, sem uma teoria que auxilie no processo de interpretação e avaliação daqueles dados. Então, muitas vezes, aquela sequência que aparece como sendo a ordem padrão do método científico, nem sempre é necessária de ser seguida completamente e nem sempre se tem todas aquelas etapas. Inclusive o Jorge percebe essa não infalibilidade do método científico, comenta que quando percorre esse caminho metodológico não alcança as mesmas conclusões dos pesquisadores. E para ele, não fica claro do porquê que isso ocorre.

Esta mesma sistemática do método científico foi usada por pesquisadores da área de ensino Ciências e de Física, para elaborar propostas pedagógicas para a aprendizagem dessas ciências (GASPAR, 2004). O fazer ciência, ajustado a sistemática metódica, de observar, de construir a problemática, de elaborar hipóteses, de propor experimentos para confirmar ou refutar hipóteses, e de concluir por evidências lógicas, mostrou-se eficiente propulsor do desenvolvimento do conhecimento científico. Então, se é desta forma que se faz ciência e alcança progresso, o mesmo poderia ser reproduzido e implementado como estratégia para aprender ciência.

Todavia, a observação direta de um evento, sem os necessários conhecimentos prévios a respeito, não pressupõe a caracterização como fenômeno, nem mesmo, a identificação enquanto problema passível de análise e investigação. Menos ainda, evolui para uma testagem de hipóteses pelas vias da experimentação, na busca de conclusões. Nada disto é possível, se desconsiderar alguns elementos fundamentais do indivíduo que participam direta ou indiretamente e concorrem para este fim. Quando observamos o mundo, o fazemos a partir da cultura, das crenças, dos valores, dos interesses subjetivos, dos conhecimentos de que dispomos etc. Se alterarmos aquele que observa, alterar-se-á com ele, o rol de saber que concorrem para as observações (MORTIMER; CARVALHO, 1996). Assim, o estudante ao desconhecer a lei que rege o fenômeno, por mera observação, não saberá sequer o que deve observar e nem mesmo problematizar, porque ignora os seus princípios científicos (HANSON, 2014, p. 11).

O questionamento do Jorge foi muito importante para pontuarmos a todos os estudantes duas imagens de senso comum quando discutimos o que é ciência: a visão elitista de ciência e individualista.

É importante considerarmos que a produção do conhecimento científico se estabelece, essencialmente, pela formação de grupos de pesquisas. Então precisamos desconstruir aquela imagem de que o cientista é alguém que tem dificuldade de se relacionar com outras pessoas e que atua essencialmente de forma individualizada. Porque isso vai descaracterizar um aspecto muito importante da produção da ciência, de que a sua produção se dá a partir de um trabalho coletivo e em diferentes escalas esse trabalho será sempre feito por mais de uma pessoa (Pesquisador).

Essa visão do que não é considerado ciência é fundamental de ser discutida e problematizada, porque o ensino tradicional estrutura a sua sistemática pedagógica, muitas vezes, de forma propedêutica aos exames vestibulares, omitindo aspectos importantes da produção da ciência. Seja pelo enfoque conteudista dos materiais didáticos, visando somente a operacionalização de técnicas de resolução de problemas, ou mesmo pelo discurso docente carregado de fórmulas e expressões numéricas sem as necessárias contextualizações da produção do conhecimento científico (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002).

Outra imagem da ciência que encontramos na produção de sentido dos estudantes refere-se a visão empírico indutivista, ou seja, a vinculação da ciência com a observação do real e com a experimentação.

Camila: A ciência está associada ao conhecimento da realidade. Esse conhecimento é validado pela realização de experimentos que vão confirmar ou negar seu modelo.

Laura: Acho que a ciência não apenas está relacionada a experimentação, mas é a partir dela que conseguimos criar leis e teorias que tem validade em todos os lugares.

Entretanto, nem sempre há a necessidade de um experimento para o desenvolvimento de uma teoria científica. Um exemplo na história da ciência é a teoria do big bang, que explica como o universo se formou e é impossível de ser reproduzida em laboratório. Portanto, existem igualmente teorias que foram formuladas a partir de outras fontes, talvez até a pesquisa de outros cientistas, que não necessariamente há experimentação. Outro elemento importante já discutido diz respeito a observação isenta. Quando observamos um fenômeno, não estamos em contato direto com o real, o que ocorre é uma interpretação a partir de uma teoria, de uma forma de entender aquele fenômeno real. Então o problema dessas perspectivas, vinculadas estritamente a experimentação e a observação, são que elas veiculam somente a concepção de uma ciência empírico indutivista. O que nem sempre é um fato no processo de desenvolvimento da ciência. Toda essa discussão foi realizada com os estudantes, de tal forma que eles conseguissem ampliar as perspectivas de entendimento da ciência (PÉREZ et al. 2001).

Na sequência apresentamos algumas produções de sentido produzidas pelos estudantes a respeito do que pesam ser a tecnologia.

Lucas: Agora a tecnologia ela é, bem eu não consigo pensar em tecnologia sem falar de ciência, então a tecnologia só se diferencia da ciência, pois ela utiliza da ciência para uma certa utilidade, um exemplo já citado e que debatemos sobre seriam os aparelhos eletrônicos, ela utiliza da eletricidade, mas não seria aparelhos eletrônicos, pois a eletrônica se diferencia da eletricidade em termos de controle. A eletrônica a gente tem controle a eletricidade nem tanto, entendeu? Então essa seria a diferença entre eletrônica e eletricidade que é a diferença de tecnologia pra ciência.

Roberta: Já a tecnologia é uma forma de utilizar dessa ciência para produzir o conforto e qualidade de vida para essas pessoas todos os dias, como por exemplo, uma geladeira que você utiliza da eletricidade para que você consiga um alimento que seja fresco e não te faça ter doenças por exemplo, eu acho que essa seria a diferença entre as duas.

Jorge: A ciência é o conhecimento sobre o mundo e a tecnologia é você utilizar desse conhecimento a seu favor, por exemplo, transformando alguma coisa pra te ajudar em algo.

Estefani: A tecnologia é um produto da ciência.

Daniela: Eu acho que a tecnologia é voltada para o consumo, então, por exemplo, uma fábrica, ela produz um celular só que ao mesmo tempo ela prejudica o planeta.

De forma geral, observamos nas concepções dos estudantes duas visões a respeito da tecnologia. A primeira considera a tecnologia dependente totalmente da ciência, como se a primeira não existisse sem a segunda e fosse somente o seu produto. A segunda pressupõe que

a tecnologia está apenas associada a um utilizado na indústria para a fabricação de produtos. Por falta de uma clareza de definição os estudantes acabam tomando muitas vezes as duas como sinônimos.

Entretanto, ciente de que as relações entre ciência e tecnologia não são simples, uma vez que refletir sobre elas implica invariavelmente em uma análise da relevância delas para a sociedade, optamos por abordar a temática considerando o campo de discussão da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). As discussões e problematizações estabelecidas na sequência concorrem para conscientizar os estudantes da relação íntima que existe entre elas e outras instâncias sociais e favorecem a uma mais nítida significação desses constructos, evitando uma separação por intermédio de um reducionismo de uma à outra.

14.2 O papel da ciência e da tecnologia na sociedade

Após a mostra, ocorrida no centro de ciência, os estudantes foram envolvidos numa problemática mais ampla a respeito do papel da ciência na sociedade. Foi apresentado aos estudantes expositores e ouvintes o filme chamado “O menino que descobriu o vento”. Em linhas gerais, o filme, baseado em fatos reais, narra a história de um menino africano que com suas iniciativas pessoais e curiosidades científicas muda a paisagem das severas dificuldades enfrentadas por sua comunidade de Malawi, um dos países mais pobres da África. Em meio a significativa problemática social, ambiental, política e econômica, o menino busca nos conhecimentos da ciência, sobretudo nos temas relacionados à eletricidade e ao eletromagnetismo, a solução para os problemas do seu povo.

Após o filme, foi solicitado aos estudantes que fizessem uma síntese do filme e respondessem algumas questões abertas (Questionário 4) a respeito: (i) do papel da ciência e da tecnologia na sociedade; (ii) da produção do conhecimento científico-tecnológico como sendo neutra ou se está a serviço de determinações econômicas e políticas; (iii) das finalidades da ciência e da tecnologia em relação ao progresso da sociedade (iv) de como o conhecimento científico pode servir de agente transformador em problemáticas socialmente relevantes; e outros questionamentos, centralizados numa visão da ciência e da tecnologia como sendo produções humanas, vinculadas a variados interesses, e como instrumentos de transformação do meio, conforme se estabeleceu no filme e que serviu de força motriz as discussões.

As respostas das questões e as falas na discussão coletiva foram submetidas a análise de conteúdo. Para organização do corpus de análise seguimos as orientações de Bardin (2016): a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, com a inferência e a interpretação dos sentidos produzidos pelos estudantes. Não vamos analisar todas as questões ou mesmo todas as produções de sentido dos estudantes na discussão. Os recortes realizados na sequência tomaram por base perspectivar os principais elementos da cultura científica citados acima. Nos tópicos a seguir estão as produções de sentido dos estudantes a respeito do primeiro elemento de análise: (i) o papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

Na sequência apresentamos e analisamos as produções de sentido dos estudantes expositores e ouvintes a respeito: (i) do papel da ciência e da tecnologia na sociedade e (ii) da produção do conhecimento científico-tecnológico como sendo neutra ou se está a serviço de determinações econômicas e políticas. Como mencionamos as questões abertas serviram de elementos disparadores de opinião. A intenção foi diagnosticar as concepções espontâneas dos estudantes a respeito dessas temáticas e problematizá-las na discussão coletiva, com a nossa mediação e seguindo as orientações da proposta vygotskyana. No Quadro 14.1 a seguir apresentamos algumas dessas concepções coletadas.

Quadro 14.1 – Produções de sentido a respeito do papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

<i>Estudante</i>	<i>Resposta</i>
<i>Junior</i>	Todas as coisas que existem e foram criadas ou aprimoradas são baseadas em conceitos científicos, e isso é fundamental para seu desenvolvimento.
<i>Maria Julia</i>	Elas são importantes para o avanço da sociedade pois vivemos em uma sociedade que é super dependente da ciência e da tecnologia e poucos sabem lidar com isso.
<i>Valquíria</i>	A Ciência tem uma importância tão grande em nossa vida que chegou em um ponto onde não se dá para imaginar como seria o mundo, tanto atual quanto no passado, sem as suas contribuições. Com ela, conseguimos avançar muito em diversas áreas, como na saúde, nas áreas de alimentação e a tecnologia no começo era vista como um auxiliar dos efeitos negativos que surgiam na Terra, porém agora, como com a ciência, ninguém consegue viver sem. Há várias inovações que a tecnologia trouxe para nós que favorecem uma convivência mais adequada dos seres humanos com o planeta.
<i>Ana Livia</i>	É importante para que haja avanços tecnológicos em todas as áreas, trazendo benéficos para sociedade e evitando desastres e fazendo possíveis previsões sobre o futuro
<i>Camila</i>	A ciência e tecnologia é fator de progresso e desenvolvimento econômico e social, que traz mudanças para melhorar a vida das pessoas, trazendo bem-estar e melhores condições de vida, trazendo melhor entendimento da realidade.
<i>Deivid</i>	A ciência é muito importante, porque por ela podemos fazer e descobrir a cura para diversas doenças, desenvolver novas tecnologias e melhoras outras já

	existentes, melhorar algumas condições de vida em diversas partes do mundo qualificar empresas e automatizar indústrias.
<i>Daniela</i>	A importância são os descobrimentos do ramo que agilizam nosso viver a cada dia.
<i>Patrícia</i>	Para o avanço da humanidade, para o bem-estar e qualidade de vida das pessoas.
<i>Lucas</i>	A importância seria o aumento do conhecimento através da ciência e a utilização da tecnologia para o conforto e segurança.
<i>Jorge</i>	Todo a base da sociedade e o seu progresso dependem da ciência e tecnologia, sem isso não há evolução da sociedade e sem evolução não é possível continuar vivendo.
<i>Rafael</i>	Para o avanço da humanidade, para o bem-estar e qualidade de vida das pessoas.
<i>Roberta</i>	As respostas são essenciais para uma sociedade, pois com incertezas muitos conflitos podem ser gerados. Como diz Descartes, a dúvida é aliada do ser pois permite que a verdade seja encontrada e o aprendizado disse é o questionamento, sempre evoluir e procurar o novo ou aprofundarmos naquilo que achamos já saber
<i>Ana Flávia</i>	A ciência você aprende sobre as formações de quase tudo. A essência das coisas, como são transformadas. A tecnologia é responsável para ajudar com pesquisas relacionadas a ciência.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As produções de sentido dos estudantes remetem para uma imagem da ciência e da tecnologia como elementos fundamentais para o desenvolvimento da sociedade como um todo. As palavras mais citadas pelos estudantes e que confirmam esta visão, são: o “desenvolvimento”, o “progresso” e a “evolução”. Esta imagem característica da ciência e da tecnologia como sinônimos do progresso humano, tem as suas raízes no crescente processo de industrialização e na dependência cada vez mais acentuada das pessoas aos aparatos tecnológicos.

Segundo as justificativas mais citadas pelos estudantes, destacando o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, sublinhamos: a função de criar coisas novas, como os aparatos tecnológicos, o papel de promover os avanços nas diferentes áreas de conhecimento aplicados e a posição de prover o conforto e a segurança das pessoas. De forma geral, estas perspectivas refletem uma imagem da ciência e da tecnologia como as responsáveis por todo o avanço da sociedade, na condição dos agentes salvacionistas dos problemas sociais, ambientais e políticos. Há uma compreensão arraigada nas concepções dos estudantes, de que em algum momento do presente ou do futuro, a ciência e a tecnologia solucionarão as problemáticas contemporâneas, levando a humanidade ao bem-estar social. Ou seja, a convicção de que os problemas atuais, e outros que irão surgir, vão ser necessariamente solucionados com o progresso cada vez maior da ciência e da tecnologia, ignorando as relações sociais em que elas são concebidas.

Outro ponto importante nas opiniões dos estudantes, se refere a crença de retirar o sujeito da tomada de decisão do processo científico e tecnológico, dito de outra forma, a suposta superioridade do modelo de decisões tecnocráticas. O especialista pode resolver as problemáticas, essencialmente as de ordem social, de uma forma eficaz e sem a interferência de questões ideológicas. A neutralidade na tomada de decisões de natureza científica e tecnológica torna-se um fato patente.

Mediante o diagnóstico destas concepções espontâneas dos estudantes, foi proposto na discussão coletiva, problematizar estas visões enviesadas e unilaterais sobre o pensamento de que a ciência e a tecnologia são sinônimos somente de progresso e de que as deliberações acerca destes temas são neutras. Durante a discussão, questionamos novamente os estudantes a respeito das finalidades da produção do conhecimento científico-tecnológico.

Daniela: Eu acho que a tecnologia é voltada para o consumo, então, por exemplo, uma fábrica, ela produz um celular só que ao mesmo tempo ela prejudica o planeta.

Estefani: A tecnologia não é tipo só para consumo, quem pensa na tecnologia não pensa só para os outros, pensa para si próprio também, se bem que é um princípio do consumo, a pessoa produz para poder vender e ganhar dinheiro para si mais esse negócio aí de beneficiar, não, porque na produção dessas coisas tipo, a produção de comida, na indústria ela libera toxina, libera produtos químicos, um monte de coisas na natureza e prejudica a natureza, então toda produção do ser humano tem um reflexo na onde a gente está né, na onde a gente vive a natureza e aí ela traz um benefício para a gente e acaba prejudicando a natureza em si né, os materiais que a gente tem para produzir que a gente tem hoje, então não é só a questão de prejudicar a si próprio como no exemplo do celular que você acaba usando de modo errado, mas tem esse lado que prejudica outras coisas né, o mundo onde a gente está sendo prejudicado por toda a produção que nós fazemos.

Lucas: Eu concordo com o que todo mundo falou até agora, mas a tecnologia ajuda como todo mundo já falou em termos de beneficiar e facilitar a nossa vida e segurança, mas como já foi citado também em termos da produção de tecnologia ela chega a afetar a atmosfera com a liberação de certas substâncias e também outra tecnologia que poderia digamos que afetar e já chegou a afetar uma vez a nossa população uma história assim seria digamos você utilizar a tecnologia para se fazer de armamento, um exemplo disso seria digamos que bombas como já chegou a acontecer antigamente entendeu, porque a tecnologia também pode ser utilizada assim como uma forma de rivalizar com outro país em uma certa, um exemplo disso seria a guerra fria, entendeu? Onde foi utilizado muito de tecnologia na produção de armamento, coisa que não chegou a acontecer graças a Deus à utilização de todos eles mais imagina a catástrofe que poderia gerar através desses armamentos tecnológicos que se utilizam da ciência e através da tecnologia a criação deles, entendeu? Não seria só esse prejuízo da tecnologia em termos de aparelhos eletrônicos, fazer a gente ficar focado nele e não prestar tanta atenção ao mundo aí nosso redor como já foi citado, mas também outro exemplo seria a produção de aparelhos que poderiam trazer grande prejuízo não somente para a natureza mais também para a nossa história e saúde.

Como observamos nos posicionamentos, há uma relação importante apontada pelos estudantes, entre as finalidades lucrativas das produções tecnológicas e os seus impactos ambientais. Embora estas últimas consequências não sejam amplamente discutidas, é essencial que os estudantes compreendam a existência também de efeitos negativos. Eles ainda destacam que as empresas produtoras e financiadoras desses aparatos tecnológicos se orientam, sobretudo, segundo as normativas da lucratividade do mercado financeiro. Os produtos são desenvolvidos e produzidos em massa com vistas a atender as diferentes demandas da sociedade do consumo. No exemplo citado pelos estudantes, o qual exploramos durante o diálogo, encontramos a produção massiva dos smartphones e do papel que ocupam na sociedade do entretenimento.

Uma das possibilidades de se discutir a produção excessiva dos smartphones, por exemplo, é problematizar os recursos hídricos que são utilizados para sua produção. A seguir destacamos uma fala deste pesquisador que conduziu a discussão coletiva com os estudantes.

Dos diferentes recursos utilizados do meio ambiente para a produção de um *smartphone*, os elementos químicos como cobalto, lítio e a platina aparecem na lista. A questão fundamental é o processo de obtenção desses elementos. Tem uma matéria a respeito dos impactos ambientais, publicada pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) em seu site, que faz referência ao consumo de água necessário para obtenção desses elementos químicos para a produção do *smartphone*. Vou ler os valores exatos, são necessários 12.800 litros de água para produzir um único *smartphone*. A título de comparação, para facilitar a compreensão, podemos pensar que em um banho de chuveiro elétrico, sem desperdício, gastamos em média 16 litros de água. Então para produzir um único *smartphone* poderíamos tomar 860 banhos com o mesmo volume de água utilizado (Pesquisador).

Outro ponto importante que foi pontuado aos estudantes, no diálogo, foram alguns elementos químicos que são usados na fabricação de baterias, luzes de LED, alto-falantes, ímãs e as placas do circuito interno, que são todos componentes de um aparelho celular.

Para a produção destes componentes, a indústria química produz resíduos como o bário, o cádmio, o chumbo, sulfatos e fluoretos que são altamente tóxicos ao meio ambiente. Muitos desses resíduos são lançados no meio ambiente, na forma de gases ou líquidos, contaminando a atmosfera e os lençóis freáticos (Pesquisador).

Os estudantes ficaram admirados quando trouxemos estas informações a respeito dos impactos ambientais para a produção de um único *smartphone*. Nesse contexto, enfatizamos que as empresas produtoras de tecnologias, normalmente, não se preocupam com soluções sustentáveis do ponto de vista ecológico. Visto que essas medidas podem trazer aumento no custo da produção e interferir no valor final de comercialização do aparato tecnológico no mercado. A preocupação dessas grandes empresas é essencialmente de ordem econômica.

Muito embora tenham o conhecimento de todos esses impactos ambientais, os fabricantes de smartphones vão produzi-los em larga escala e para se tornarem descartáveis após pouco tempo de uso. Tudo isso em nome do lucro de mercado.

Pontuamos aos estudantes, numa breve digressão histórica, que as indagações a respeito das intervenções dos seres humanos na natureza e seus impactos não são recentes. Diversos movimentos de contestação do uso desmedido dos recursos do meio ambiente já existem desde a década de 60 (o movimento ambientalista, o movimento ecologista e outros). Inclusive inúmeras conferências foram realizadas com vistas a propor medidas legislativas para controlar a exploração de recursos naturais. Esses esforços mesmo não resolvendo a problemática, colocaram em xeque duas perspectivas dicotômicas, que antes apenas eram tratadas unilateralmente. De um lado, aumentou a consciência crítica das pessoas sobre a utilização indiscriminada de aparatos tecnológicos descartáveis, como o smartphone. De outro, entretanto, notamos a criação de novas demandas de consumo, pelas mídias de comunicação em massa, trabalhando a serviço da viabilização das novas frentes da produção e do lucro, ao lado do consumismo exagerado (ANGOTTI; AUTH, 2001).

Acreditamos que com esta ação pedagógica, a favor de novas perspectivas a respeito da posição somente progressista da ciência e da tecnologia e da neutralidade das decisões que envolvem estes temas, contribuímos para a formação de sentidos mais críticos e realista pelos estudantes. Demonstrando que as diferentes instâncias de poder (política, econômica e social) participam direta ou indiretamente destas deliberações coletivas. Desse ponto de vista, a mídia comunicativa, que veicula informações sobre temas de ciência e de tecnologia, deve ser analisada de maneira crítica e consciente. Pois, se por um lado, a divulgação científica democratiza o acesso ao conhecimento científico, por outro, ela atua igualmente como intermediária dos interesses dessas grandes empresas mercadológicas que financiam suas possibilidades comunicativas em massa.

O estudante Lucas faz um comentário interessante a respeito do uso da tecnologia para a militarização das nações e ações de guerra. “Você pode utilizar a tecnologia para se fazer de armamento, um exemplo disso seria digamos que bombas”. Esta concepção já reflete uma visão mais realista das formas de uso dos recursos tecnológicos. A imagem da ciência e da tecnologia associada ao progresso, passou a ser questionada com as guerras mundiais, sobretudo a segunda. O arsenal destinado a guerra, como as bombas nucleares, evidenciou claramente o potencial destrutivo do ser humano (ANGOTTI; AUTH, 2001). O poder de fogo das nações,

usados para a dominação e demonstração de poder, demonstrou outras faces da perspectiva de um bem inegável a todos. Embora as discussões sobre os benefícios científicos acompanhados dos seus prejuízos, já estejam presentes na mídia comunicativa, a imagem do “sucesso” ainda é constantemente evocada. As concepções espontâneas dos estudantes (Quadro 14.1) demonstram exatamente ainda a presença da visão de autonomia e neutralidade da ciência e da tecnologia.

Como observamos nos posicionamentos dos estudantes, eles começam a perceber que não há neutralidade na produção da ciência e da tecnologia. Muito menos que as suas finalidades visam atender somente as demandas de melhorias e de bem-estar da população. Elas trabalham a favor de diferentes interesses humanos, como o econômico, o político e o social. Buscar compreender as relações que são estabelecidas entre estas frentes de poder é elemento fundamental para uma visão mais crítica e realista da vida cotidiana.

Uma educação voltada ao desenvolvimento do repertório cultural e científico dos estudantes, pressupõe que eles tenham condições de compreender alternativas, expressar opiniões e tomar decisões bem fundamentadas. Dessa forma, observamos que alguns estudantes durante a discussão coletiva conseguiram pontuar elementos importantes para desmistificar a visão de neutralidade e salvacionista da ciência e da tecnologia.

Por fim, ainda neste contexto de discussão, uma outra fala dos estudantes sobre o uso dos smartphones e o desconhecimento do seu funcionamento interno, nos motivou a uma última consideração sobre o tema de uma forma mais ampla.

Apesar de viver em um mundo cercado de inovações tecnocientíficas, como portas que se abrem sozinhas, smartphones, internet, televisão por satélite, GPS, computadores, robôs em diversas tarefas industriais e de serviços, a grande maioria da população não compreende o desenvolvimento das pesquisas e tecnologias por trás desses itens. Mais crítico é o desconhecimento do poder transformador da cultura científica, pois a maior parte da sociedade desconhece o desenvolvimento das pesquisas, que ocorrem em laboratórios acadêmicos e corporações, dando origem aos aparatos científicos e tecnológicos cotidianamente empregados (VOGT e MORALES, 2016).

A Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil, realizada em 2019 pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, que é administrado Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, revela o contato do brasileiro com ações de divulgação científica (BRASIL, 2019). Ela aponta que a maioria dos brasileiros raramente ou nunca obtém contato

com ações de divulgação científica. Neste sentido, ficam evidentes algumas das causas do desconhecimento da população brasileira para com assuntos científicos, e o déficit contido dentro da percepção do público em relação aos assuntos tecnológicos. Essas lacunas na formação de uma população cientificamente culta influencia o papel da sociedade enquanto participativa nos processos de decisões.

14.3 O conhecimento científico como agente transformador de problemáticas socialmente relevantes

Para abordar a questão do conhecimento científico atuando como agente transformador em problemáticas socialmente relevantes, usamos da discussão proposta no filme “O menino que descobriu o vento”, como elemento disparador das concepções dos estudantes. Como dissemos, o filme problematiza uma questão socialmente relevante que era a fome enfrentada pelos moradores da comunidade de Malawi. Como este vilarejo sobrevivia à custa da produção agrícola, a falta de água impôs severos racionamentos de comida na região, levando muitas pessoas a morte. O protagonista do filme, em meio a inúmeras adversidades econômicas, sociais e políticas daquele ambiente, constrói um moinho de vento para conseguir produzir energia elétrica e abastecer uma bomba de sucção de água de um poço artesanal. O que resolveu a problemática da comunidade. Entretanto, esta “invenção” só foi possível com base nos conhecimentos científicos adquiridos na escola e nos seus esforços individuais.

Para correlacionar o contexto da comunidade de Malawi com a realidade de vida dos nossos estudantes, no Questionário 4, propusemos que falassem a respeito de alguma problemática atual, no seu meio de convivência ou na sociedade, a qual poderia ser resolvida pelo diálogo das diferentes áreas das ciências (Física, Química, Biologia e etc.). A intenção com o questionamento foi buscar compreender a forma como eles enxergam estes problemas e como as ciências podem contribuir para minimizar os seus efeitos, ou até mesmo, quem sabe, propor soluções definitivas. Apresentamos a seguir algumas das produções de sentido. Este recorte foi feito após a leitura e análise de todo o material coletado, e seguindo o critério de continuar a análise dos estudantes já acompanhados nos capítulos anteriores desta tese.

Identificamos dois grandes grupos de respostas. O primeiro, se refere aos estudantes que identificam as problemáticas e propõem soluções baseadas em conhecimentos científicos. O segundo, apenas identificam os problemas e não propõem soluções científicas. Na sequência,

com as análises do primeiro grupo, iniciamos com as produções de sentido do estudante Jorge, que durante a vivência no centro de ciências atuou como expositor.

Jorge: Houve uma contaminação na água da escola, onde foi necessária uma interdição nas pias da escola. Um especialista químico poderia resolver a proliferação dos contaminantes, um especialista em tubulações e sistemas de tratamento de água e esgoto (envolve tanto física quanto química) ajudaria a impedir a passagem dos seres pelo encanamento, entre outras áreas e atitudes que podem ser abrangidas.

Segundo o comentário do Jorge, a questão da contaminação da água da sua escola poderia ser um exemplo de uma problemática a ser resolvida em parceria com diferentes áreas da ciência. Uma ação integrada entre um químico, solucionando a contaminação da água, um especialista em tratamento de água e esgoto (aqui pensaríamos na verdade em uma equipe multidisciplinar de especialistas), para lidar com a continuação da contaminação de microrganismos na água e outras áreas afins.

De início, destacamos a perspectiva científica dele para abordar a problemática. Ao identificar que a água contaminada é nociva a saúde humana, pressupõe um entendimento das possíveis doenças virais e bacterianas que podem ser transmitidas por esses patógenos. Na discussão coletiva, quando foi questionado a respeito deste problema, ocorrido em sua realidade, afirma que usou do mesmo exemplo na aula de biologia, quando o professor discutia as doenças causadas por vírus e bactérias, as conhecidas viroses e bacterioses. Sendo a primeira muito comum em regiões litorâneas em períodos de temporada. Em decorrência do aumento da quantidade de esgoto produzido pelo excesso de população na cidade, a companhia de tratamento de esgoto, tem por prática, nestas épocas, despejar o esgoto tratado na água do mar. Com a sobrevivência de alguns microrganismos, é comum a contaminação das pessoas, daí o surto de viroses nesta época do ano, especificamente, em regiões como estas.

Outro ponto importante da sua fala, diz respeito a designação correta dos especialistas de cada área para a solução do problema da contaminação da água. Isso demonstra conhecimento das atividades exercidas por um químico e por especialistas que atuam em estações de tratamento de água e esgoto. Sem este entendimento não seria possível, muito provavelmente, o reconhecimento da problemática e, muito menos, propor soluções integradas envolvendo diferentes áreas da ciência.

O estudante Junior já traz uma problemática ambiental de ordem global, o aquecimento global. Na sua fala apresenta algumas iniciativas que podem ser tomadas considerando as contribuições e entendimentos de natureza científica.

Junior: O aquecimento global é um bom exemplo, pois ele pode ser amenizado se conseguíssemos diminuir nossa dependência das fontes de energia fósseis, e isso pode vir a ocorrer através do desenvolvimento de uma nova fonte de energia ou o aprimoramento de uma existente.

Realmente a questão do aquecimento global, ou seja, do aumento da média das temperaturas da Terra no decorrer dos anos, é uma questão importante de ser discutida. Segundo o Junior, as causas desse aquecimento estão relacionadas a algumas atividades humanas, como a dependência das fontes de energia fósseis e a emissão de poluentes na atmosfera. Se o homem conseguisse minimizar o consumo desmedido desses recursos esgotáveis estaria contribuindo para não ampliar os efeitos do aquecimento global.

Segundo Junges e Massoni (2018), este tema é recorrente nos debates midiáticos e, portanto, as pessoas acabam por conhecê-lo via esse canal de divulgação científica. Entretanto, como observamos no comentário do Junior, a sua justificativa para a ocorrência do fenômeno se deve ao consumo de matéria prima fóssil para produção energética. Uma das principais consequências desse consumo são os poluentes gasosos liberados na reação de combustão dessas matérias primas, sobretudo o dióxido de carbono (CO₂). Indiretamente, ele afirma que o gás de CO₂ é um dos principais responsáveis pelo aquecimento global.

Durante a discussão coletiva, aproveitamos para retomar a justificativa do Junior e discutir um tema mais amplo a respeito do processo de elaboração do conhecimento científico. A intenção foi esclarecer aos estudantes de que o conhecimento científico, antes de se tornar acabado, passa por inúmeros caminhos de controvérsias e confirmações pela própria comunidade científica. Uma concepção mais realista de como a ciência funciona, de que o conhecimento científico é resultado de uma construção social que pressupõe debate e argumentação, pode contribuir para uma educação científica voltada para a formação da cidadania. A seguir destacamos uma fala deste pesquisador durante a discussão coletiva com os estudantes.

Quando falamos de aquecimento global, precisamos partir de alguma contribuição de natureza científica sobre o tema. Escolhemos um estudo publicado em uma revista científica pelos autores Junges e Massoni, em 2018. Eles buscam explicar o processo de consolidação do entendimento científico para este tema. Para isso, os autores apresentam o percurso histórico e filosófico-científico das inúmeras contribuições da comunidade científica, na busca de consenso sobre as causas do aquecimento global. Embora na mídia e no próprio contexto educacional o tema seja muitas vezes abordado sob um viés de controvérsia científica. Afirmam os pesquisadores, partindo de dezenas de pesquisas publicadas, que o aquecimento global é uma temática, sobre a qual, há um vasto e legítimo consenso da comunidade científica. Sobretudo, no que diz respeito a influência do ser humano no clima do planeta. Entretanto, até alcançar este status de consolidação científica, demandou idas e vindas das argumentações teóricas e empíricas. Durante muito tempo, a temática foi tratada de maneira controvérsia sob vários aspectos. Para exemplificar, basta observar a história da

ciência e constatar que as importantes conquistas científicas, como o Modelo Heliocêntrico de Copérnico, a Teoria Quântica, a Teoria da Relatividade e outras, encerraram embates e discordâncias entre os estudiosos da época. Assim, teorias que foram alvo de discussões no passado são atualmente aceitas entre os especialistas, de tal forma que o que chamamos de conhecimento científico pressupõe o acordo consensual dos pares da comunidade científica a respeito da autenticidade empírica e teórica de uma teoria. Seguindo essa mesma lógica, não foram diferentes as disputas e desacordos envolvendo a explicação do aquecimento global, até chegarem à conclusão de que a intensificação do efeito estufa pelas emissões de gases, como o CO₂, contribuem para o aquecimento global (Pesquisador).

Concordamos que uma imagem mais legítima da produção do conhecimento científico, do seu caráter transitório e da sua constante reestruturação, segundo os paradigmas que possam o legitimar teórica e empiricamente, são essenciais para um ensino mais crítico da ciência e pode contribuir significativamente para o repertório da cultura científica dos estudantes. Portanto, aproveitamos a problemática ambiental proposta pelo Junior, para discutir esses elementos da produção científica, ao mesmo tempo que ampliávamos a consciência ambiental dos estudantes, a qual, via de regra, é força motriz da transformação social.

Em relação ao segundo grupo de respostas, o qual somente apontou a problemática social sem uma argumentação científica de possíveis caminhos para minimizar ou solucionar o problema, apresentamos na sequência algumas delas.

Ana Livia: A fome por exemplo é uma questão que pode ser melhorada com a junção dessas ciências, com projetos. Existe também a questão da poluição, que se encaixa na mesma situação.

Daniel: Aquecimento global, efeito estufa, a contaminação de rios, lagos e mares, a exploração das florestas e na preservação da fauna e da flora.

Fernanda: Envolvendo o mesmo ocorrido no filme, irei citar a seca no Brasil. O clima na região do nordeste é muito seco por falta da umidade e falta de chuvas, é um local que geograficamente não chove muito por conta das massas de ar frio não sul não os alcançarem os solos, causando as rachaduras no solo e o calor. Porém tudo envolve o problema socioeconômico e o ciclo da água.

Michele: Epidemias como a volta do sarampo, febre amarela, varíola, e o surgimento de novas doenças com pequenas chances de cura.

Maria: Desmatamento, as queimadas.

Patrícia: O lixo nas ruas que acaba chegando nos mares.

Rafael: No local onde moro a infraestrutura de um corego próximo de casa foi mal estruturado e por isso sempre causa inundações na rua onde moro. O governo sempre limpa a região em torno do corego, fator que ajuda bastante, porém com técnicas referentes a essas áreas da ciência acho que melhoraria muito este problema.

Fábio: Enchentes que são recorrentes no bairro onde moro em épocas de chuva devido a um rio próximo mal estruturado e sem os investimentos adequados. Através de

estudos e levantamentos por estas diferentes áreas acredito que seria possível de solucionar este problema.

Dentre as problemáticas apontadas pelos estudantes, destacam-se a fome, o aquecimento global, a contaminação de rios, o desmatamento florestal, as queimadas, a seca, as epidemias, o lixo e as enchentes locais. Interessante observar que a questão da seca e da fome foram questões abordadas no filme. Duas estudantes (Ana Livia e Fernanda) buscaram fazer uma correlação dessas problemáticas com o cenário brasileiro. De fato, a seca no Brasil, sobretudo em regiões de clima mais árido, pode impactar nas produções agrícolas locais e comprometer a subsistência de muitas pessoas. Seja porque dependem financeiramente dos recursos provenientes desta atividade profissional, ou talvez, porque usufruam da própria produção para alimentação da comunidade. Enfim, concordamos com o paralelo estabelecido pelas estudantes. Todavia, faltou alternativas científicas para minimizar esses efeitos.

O mesmo fato se repete com a problemática das enchentes apontada pelos estudantes Rafael e Fábio. Eles conseguiram identificar a origem da enchente, em decorrência a um rio e um córrego que transbordam em dias de chuva, entretanto, não apontam uma solução. Uma discussão de natureza científica, econômica ou política para tratar a questão poderia ter sido apontada. Muito provavelmente, eles e os demais estudantes deste segundo grupo, não apresentaram soluções por desconhecerem os meios pelos quais esses problemas podem ser resolvidos.

Como mencionamos, anteriormente, há um déficit da população brasileira com relação ao interesse por questões de natureza científica, segundo A Pesquisa Pública de Ciências e Tecnologias no Brasil, realizada em 2019 pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Não por acaso, o Exame Nacional do Ensino Médio, ao longo da última década, vem registrando médias dos estudantes, na área de Ciência da Natureza, abaixo do nível mínimo de proficiência. E percebemos essa deficiência de argumentos de natureza científica nestes estudantes.

Eles foram capazes de identificar as problemáticas sociais, ambientais etc., mas, faltavam o saber científico para atuar de forma socialmente crítica e transformadora. A intenção de todas as nossas ações pedagógicas, desenvolvidas em parceria com o centro de ciências e finalizadas na interação coletiva com os estudantes, foi o de ampliar o repertório cultural e científico deles. Ou seja, fornecer os meios para conseguir se apropriar de conhecimentos, ideais, atitudes, valores, comportamentos, de maneira reflexiva e crítica, para que tenham os elementos para agir nessa sociedade perspectivando a sua transformação.

Ainda buscando explorar a relação das experiências vivenciadas pelos estudantes no centro de ciências com a discussão proposta pelo filme, questionamos eles sobre “a possibilidade *de fazer alguma relação da experiência vivenciada no Centro de Ciências com as questões de natureza científicas, sociais e culturais discutidas no filme "o menino que descobriu o vento?"*”

Junior: Sim, no filme ele utiliza um dínamo, que funciona através de um ímã que gira dentro de uma bobina, induzindo nela uma corrente elétrica. E, também, utiliza uma bomba d'água, que criando um vácuo de si, suga a água de fora do poço para ser usada na irrigação, e a bateria funciona como um capacitor que armazena energia eletrostática.

Andréia: Sim, pois quase todas tem a ver com eletricidade e no filme, o protagonista William quer construir uma bomba que precisa da eletricidade para puxar a água do poço e tirar seu vilarejo da seca.

Valquíria: Eu não acho que há muito relação entre o filme e as experiências, mas o pouco que tem eu acho que se referem ao dínamo que é um gerador de eletricidade, destinado a transformar energia mecânica em energia elétrica, utilizado no filme e um gerador elétrico que converte vários tipos de energia não elétrica como mecânica e eólica em energia elétrica e o transformador que é um dispositivo utilizado para abaixar ou aumentar a tensão elétrica por meio da indução eletromagnética que foram utilizados nas experiências.

Camila: O conhecimento científico serve como ferramenta de estudo para inovação, seja tecnológica, econômica e social. Assim como no filme, ele utilizou o conhecimento como fator de mudança e inovação para salvar a população pobre, que sofria com a seca e a fome.

Patrick: sim, muitos dos trabalhos eram relacionados com eletricidade e transformação de energia, o principal clímax do filme, pois o menino criou um gerador eólico e mudou toda a situação de sua sociedade, todas as explicações dadas nas apresentações foram criadas por mentes brilhantes que revolucionaram seu tempo e mudaram a situação de seu país no início e depois o do mundo.

Jorge: Durante todos os experimentos foram feitas comparações com acontecimentos da vida real que não prestamos atenção, isso mostra como a ciência está presente em tudo, que é exatamente o que o filme deseja mostrar para seus telespectadores.

Laura: Sim, esta resposta funciona em complemento a anterior onde no filme o protagonista inspirado em um garoto real torna-se agente de sua mudança usando da física para mudar a sua realidade, utilizando conceitos que estão disponíveis tão facilmente para nós. Ele usa da energia e da eletricidade para reestruturar sua vida e a de sua família suprindo essa necessidade por meio da construção de um gerador de energia, semelhante a alguns processos que tivemos acesso no centro de ciência.

Michele: Sim, no filme o personagem principal possui extrema afinidade com a ciência, e com todos os fenômenos físicos relacionados a ela. É através da ciência, do estudo da energia, que ele consegue mudar a realidade vivida pela população da sua região. Estudando a energia ele entende o funcionamento de um dínamo, por exemplo, algo muito presente na maioria dos projetos ligados a física. Quando ele constrói seu moinho de vento, ele entende a dinâmica das massas de ar que são convertidas em

energia mecânica, algo que também se faz presente na maioria dos experimentos apresentados no Centro de Ciências.

Roberta: Além do garoto ter desenvolvido um gerador eólico que está relacionado diretamente a geração de energia e a energia em diversas formas, também podemos relacionar o fato de que quando estamos submetidos à conteúdos educacionais, ou seja, a informações de uma área que antes conhecíamos tão pouco ou nada, aprendemos o valor do conhecimento e o impacto positivo na sociedade, já que uma população educada é transformada completamente em respeito e disciplina, a evolução torna-se constante e não regride.

O filme traz uma imagem positiva do papel da ciência e da tecnologia (C&T) em situações socialmente relevantes. E isso é importante, porque os impactos C&T na sociedade e no meio ambiente não são somente negativos, na verdade estão longe de serem. Os seus efeitos positivos certamente superam os negativos. Se isso não fosse um fato, muito provavelmente, a humanidade como a conhecemos hoje já teria chegado a sua extinção. Enfim, além dessa discussão, o filme também contextualiza alguns conceitos científicos-tecnológicos que foram essenciais para o desenvolvimento do moinho de vento.

Como observamos nas produções de sentido dos estudantes, que eles conseguiram, de forma geral, associar a temática científica central discutida no filme aos conteúdos teóricos discutidos e apresentados nos experimentos no centro de ciências. Nos discursos dos estudantes encontramos muitos termos científicos e tecnológicos que foram abordados no centro de ciências, tais como: “correte elétrica”, “dínamo”, “bobina”, “indução eletromagnética”, “energia elétrica”, “eletricidade”, “gerador”, “transformador”, “energia mecânica”, “tensão elétrica”, “transformação de energia”. Esta associação terminológica, já traz indícios positivos das discussões conceituais feitas no centro de ciências. Conseguir identificar os conceitos físicos e correlacioná-los a contextos reais, já demonstra um certo nível de assimilação pelos estudantes, sobretudo, em questões socialmente relevantes. Sob esse ponto de vista, já poderíamos considerar como importante a participação e vivência deles no centro de ciências.

Entretanto, as produções de sentido não se resumem somente a simples citações terminológicas. Elas se estruturam em contextos argumentativos fundamentados corretamente de uma perspectiva científica e tecnológica. O estudante Junior, por exemplo, quando destaca o dínamo, como um dispositivo utilizado para a construção do moinho, explica igualmente os conceitos físicos envolvidos no seu funcionamento. Pontua que há no dínamo um ímã, que ao rotacionar no interior de uma bobina produz uma correte elétrica induzida, fazendo a conversão de energia mecânica em energia elétrica.

O discurso da Valquíria estrutura-se da mesma forma, embora não descreva em detalhes o funcionamento do dínamo. “O dínamo que é um gerador de eletricidade, destinado a transformar energia mecânica em energia elétrica”. Mesmo assim, ela consegue identificar a finalidade prática do dispositivo tecnológico, o dínamo, que é a conversão de energia mecânica em energia elétrica. Entretanto, complementa sua fala destacando o transformador e seu funcionamento: “é um dispositivo utilizado para abaixar ou aumentar a tensão elétrica por meio da indução eletromagnética que foram utilizados nas experiências”.

Já o Patrick e a Andréia, identificam, mais superficialmente sob uma perspectiva científica, que os conceitos discutidos e tratados no filme estavam relacionados a temática da eletricidade e da transformação da energia. Destacam que estes temas foram amplamente discutidos em muitos experimentos do centro de ciências. Essa percepção de correlação conceitual, embora menos elaborada cientificamente quando comparada aos estudantes anteriores, já traz os primeiros indícios de um processo de aprendizagem. Para estabelecer correlação entre os conteúdos teóricos em diferentes contextos sociais, no caso o centro de ciências e o filme, é preciso um mínimo de entendimento a respeito do que tratam os termos, mesmo que ainda não sejam capazes de defini-los, segundo os rigores científicos.

Nos discursos do Jorge, da Michele, da Laura e da Roberta sublinhamos a ação transformadora da ciência e da tecnologia na sociedade. Os estudantes chamam à atenção para o fato de o conhecimento científico servir também como instrumento de transformação social. “Um garoto real torna-se agente de sua mudança usando da física para mudar a sua realidade” (Ana). “É através da ciência, do estudo da energia, que ele consegue mudar a realidade vivida pela população da sua região” (Michele). “aprendemos o valor do conhecimento e o impacto positivo na sociedade” (Roberta).

Como vimos nos discursos produzidos pelos estudantes, durante a discussão sobre os impactos da C&T na sociedade e no meio ambiente, há uma superação da imagem simplista que delega à Ciência e à Tecnologia a jurisdição e responsabilidade para solucionar todos os problemas sociais. Em algumas circunstâncias ela cumpre esse papel e o filme contextualiza bem esse cenário. Entretanto, em outras ocasiões, os danos das suas ações superam os ganhos em termos sociais e ambientais. Esta conscientização é essencial de ser desenvolvida. Segundo os dados analisados, observamos que, de forma geral, os estudantes se conscientizaram de que as ações da C&T na sociedade e no meio ambiente podem ser também negativas e causarem danos irreparáveis.

Com isso, acreditamos que as ações desenvolvidas no centro de ciências contribuíram para a formação de imagem mais fidedigna das relações estabelecidas entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Assim, partilhamos da opinião dos pesquisadores que pontuam inúmeras razões de uma educação em Ciências voltada a uma perspectiva CTSA (AIKENHEAD, 2009; OSBORNE, 2011; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2012; FERNANDES; PIRES, 2013).

A abordagem proposta por esta pesquisa para os estudantes, contribuiu para a promoção do pensamento crítico, da sua argumentação científica, da capacidade de raciocínio e da resolução de problemas socialmente relevantes. Dito de outra forma, contribuiu para uma educação em ciências mais contextualizada com o cenário que os rodeia, de tal forma que eles possam se preparar para agir e atuar de forma consciente e informada científica e tecnologicamente na tomada de decisão acerca das problemáticas (pessoais, sociais e profissionais) presentes no cotidiano. Por fim, objetivou-se não apenas o desenvolvimento nos estudantes de competências cognitivas, mas igualmente de competências de cidadania, de atitudes e éticas de condutas responsáveis, para agirem mais ativamente no meio no qual estão inseridos, conscientes e conhecedores dos seus direitos e deveres.

15. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A participação dos estudantes expositores e ouvintes nas atividades desenvolvidas em parceria com o centro de ciências trouxeram inúmeras contribuições para o seu repertório científico-cultural. Para tornar mais clara a resposta para essa questão, vamos pontuar usando alguns indicadores, de forma sintética e objetiva, as principais contribuições e desafios observados.

O primeiro indicador se refere ao domínio gradual de um vocabulário básico de conceitos científicos. Os estudantes expositores participaram de uma formação no centro de ciências com o objetivo de conhecer mais sobre os conceitos científicos e os experimentos que foram apresentados no dia da mostra. Nessa formação tiveram a oportunidade de participar de uma discussão coletiva, abordando os principais conceitos físicos presentes nos experimentos. Essa discussão, conforme apresentamos, assumiu o caráter de uma exposição participativa, em que o mediador (coordenador) direcionou as discussões perspectivando o levantamento das concepções conceituais dos estudantes, a respeito dos conceitos físicos e, igualmente, procurou sistematizar, com a participação dos estudantes expositores, a definição de alguns conceitos físicos.

Em continuidade, na formação com a monitora do centro, se inteiraram de detalhamento teórico-prático de todos os experimentos e aparatos tecnológicos que compuseram a mostra no dia da apresentação. Todos os estudantes expositores envolveram-se na explicação de todos os experimentos. Além de toda essa formação, após a escolha dos experimentos, realizaram pesquisas e estudaram intensamente a temática central do experimento escolhido. Eles se esforçaram por assimilar os conteúdos conceituais e operacionais para: (i) explicar suas pesquisas dos conceitos físicos e funcionamento dos experimentos apresentados na mostra; (ii) responder aos questionamentos feitos pelos estudantes ouvintes durante a apresentação, explicando cientificamente os fenômenos envolvidos nos experimentos.

Eles relataram igualmente que os formadores (coordenador e monitor) tiraram suas dúvidas sobre o conteúdo teórico e procedimental das atividades práticas durante todo o processo formativo e na exposição no dia da mostra. Além deles, os próprios visitantes, os estudantes ouvintes, contribuíram com sugestões e questionamentos durante as exposições, problematizando as explicações dadas para os fenômenos, e esse processo interativo fê-los

refletir e investigar soluções para as dúvidas que surgiam. Segundo os depoimentos podemos notar um aumento da motivação e do interesse para compreender a natureza científica e tecnológica dos experimentos, em razão: (i) do próprio interesse e afetividade demonstrada pelos formadores do centro de ciências; (ii) da satisfação de atuarem como expositores no dia da mostra e exporem o que haviam assimilado da formação e das pesquisas; e (iii) da afinidade com a temática científica do aparato experimental.

O interesse dos estudantes ouvintes por compreender o que os expositores explicavam representou também um fator de compensação do empenho deles de atuarem como expositores no dia da mostra. Frente ao desafio de comunicar o conhecimento científico aos seus colegas ouvintes, foi necessária a reelaboração do próprio saber conforme os questionamentos se faziam presentes confirmando ou refutando o conteúdo teórico de suas explicações. Nessa direção, assumir o domínio do vocabulário científico passou a ser essencial aos expositores, primeiro para se fazerem fidedignos aos preceitos científicos, e segundo para se tornarem compreendidos ao público que os observavam atentamente.

Como observamos nas interações estabelecidas entre expositores e ouvintes, muitas indagações foram pontuadas, inclusive, em algumas situações, refutando a lógica da argumentação científica dos expositores. Esse fato ficou muito explícito na apresentação da plataforma giratória pelo estudante Jorge. Quando é levado a ressignificar a sua explicação em decorrência de um questionamento do estudante Junior (ouvinte), o qual, não convencido de que a variação da velocidade angular da plataforma se explicava pela ação da força de atrito, mas sim, pela variação do momento de inércia do sistema e da conservação do momento angular.

De forma geral, a comunicação do conhecimento científico, pelos estudantes expositores, trouxe contribuições nítidas para o seu aprendizado da ciência e da tecnologia, por ampliar ou ressignificar o seu próprio saber. Em grande maioria, as comunicações realizadas se mantiveram fidedignas as prerrogativas científicas, demonstrando que os expositores conseguiram alcançar uma compreensão satisfatória, tanto conceitual, quanto procedimental dos conteúdos problematizados pelos experimentos. O único equívoco conceitual de destaque foi o caso do estudante Jorge. Entretanto, atribuímos que o erro de compreensão não partiu dele, poderia ter sido, mas não foi. Decorreu de uma explicação incorreta do fenômeno dada pela monitora, durante a formação no centro de ciências.

Outro efeito positivo das comunicações expositivas, entre os estudantes, foi o de desmistificar a concepção de que somente pessoas com formação acadêmica são capazes de compreender e explicar o saber científico e tecnológico. Mesmo sendo um conhecimento associado a regras, códigos e convenções específicas, a ciência e a tecnologia teve lugar na cultura compartilhada pelos estudantes. A própria fundamentação teórica e prática, presente nas suas argumentações científicas, reforçaram e evidenciaram aos ouvintes que o conhecimento científico igualmente pode se tornar compreensível a eles.

Quanto aos estudantes ouvintes, observamos que houve também um ganho no domínio do vocabulário básico científico, entretanto, bem menos significativo quando comparado com os expositores. O primeiro grupo de estudantes representou os estudantes que normalmente visitam a esses espaços não formais de educação. Embora exista para alguns, um indiscutível ganho em termos de interesse e motivação para os temas científicos e tecnológicos apresentados, comumente não há um tempo hábil para a assimilação desses conteúdos teóricos, segundo apontam os nossos dados. Inclusive o entendimento do processo de aprendizagem que utilizamos nesta tese, a teoria de Vygotsky, pressupõe algumas etapas, das quais, destacamos somente duas: o tempo para assimilar um novo conceito e a necessidade da participação de um parceiro mais capaz durante esse processo. Esses dois elementos essenciais a aprendizagem, não foram completamente trabalhados com os estudantes ouvintes, como foram com os expositores durante a formação no centro de ciências.

Os estudantes ouvintes que conseguiram se comunicar, demonstrando certo domínio do vocabulário científico, assim o fizeram, segundo os próprios relatos, por já possuírem uma compreensão razoável do tema científico em discussão. Entendemos que esse processo de assimilação não se iniciou e consolidou-se somente no centro de ciências, mas em outros contextos e momentos de educação. O que podemos considerar, em relação aos estudantes ouvintes, que não se comunicaram oralmente durante a mostra, é que isso ocorreu, muito provavelmente, por não possuírem o entendimento para fazê-lo, ou simplesmente por não o desejarem por variadas razões.

O segundo indicador se refere a compreensão do que vem a ser ciência e tecnologia e a forma como se desenvolvem. Um primeiro argumento, para justificar que os estudantes expositores e ouvintes ampliaram seu entendimento sobre o que vem a ser esses constructos teóricos, diz respeito ao caminho pedagógico que articulamos na discussão coletiva. Partindo

das suas concepções espontâneas e científicas estruturamos reflexões sobre o que não vem a ser esses constructos e as imagens de senso comum a eles associadas.

Nessa direção, de forma dialógica e colaborativa, foram-se desconstruindo algumas percepções que eles tinham da ciência e da tecnologia e do seu processo de desenvolvimento, tais como: (i) a ciência empírica-indutivista e atórica; (ii) a ciência aproblemática e a-histórica; (iii) a ciência acumulativa e linear; (iv) a ciência individualista e socialmente neutra; (v) a tecnologia como um produto da ciência; e (vi) a tecnologia somente como uma produtora industrial. As concepções dos estudantes foram problematizadas e confrontadas com essas perspectivas, acreditamos que esse processo contribuiu para uma compreensão menos superficial e mais fidedigna sobre as diferentes formas de fazer e produzir ciência, assim como, das relações entre elas.

Segundo os depoimentos dos estudantes, essa discussão impactou positivamente e ampliou o seu repertório científico-cultural, no que concerne ao entendimento da ciência e da tecnologia como produções humanas e submetidas a diferentes demandas sócio-históricas.

O terceiro indicador diz respeito a compreensão das relações da ciência e da tecnologia com a sociedade. Como observamos nas produções de sentido dos estudantes, antes da discussão coletiva, as imagens da ciência e da tecnologia estavam somente associadas ao progresso humano. Nos seus depoimentos destacavam para elas: a função de criar coisas novas, como os aparatos tecnológicos, o papel de promover os avanços nas diferentes áreas de conhecimento aplicados e a posição de prover o conforto e a segurança das pessoas. De forma geral, estas perspectivas refletiam uma imagem da ciência e da tecnologia como as responsáveis por todo o avanço da sociedade, na condição dos agentes salvacionistas dos problemas sociais, ambientais e políticos.

Com a discussão coletiva colocamos em xeque essas concepções da ciência e da tecnologia com a sociedade. Mediante os questionamentos e problematizações endereçadas a essas visões, os estudantes começaram a ressignificar as aparentes imagens progressiva e neutra desse processo. Segundo os depoimentos, exemplos foram citados por eles, evidenciando os interesses e demandas econômicas e políticas por trás das decisões tecnocientíficas e os seus impactos ambientais. Questões relacionadas ao consumo desenfreado de aparatos tecnológicos e a forma como veículos de comunicação fomentam esse processo, também foram apontadas e problematizadas pelos estudantes. Eles perceberam, e isso está presente nos seus depoimentos, se por um lado, a divulgação científica democratiza o acesso ao conhecimento científico, por

outro, ela atua igualmente como intermediária dos interesses dessas grandes empresas mercadológicas que financiam suas possibilidades comunicativas em massa.

Como observamos nos posicionamentos dos estudantes, alguns deles tomaram ciência de que não há neutralidade na produção da ciência e da tecnologia. Muito menos que as suas finalidades visam atender somente as demandas de melhorias e de bem-estar da população. Elas trabalham a favor de diferentes interesses humanos, como o econômico, o político e o social. Dessa forma, observamos que alguns estudantes durante a discussão coletiva conseguiram pontuar elementos importantes para desmistificar a visão de neutralidade e salvacionista da ciência e da tecnologia.

Nesse sentido, entendemos que uma compreensão mais crítica e realista tenha sido desenvolvida pelos estudantes de forma geral. Acreditamos que igualmente essas perspectivas vão contribuir para ampliar o seu repertório científico-cultural e possam servir para compreender alternativas, expressar opiniões e tomar decisões bem fundamentadas.

Por fim, o quarto e último indicador pressupõe o uso do conhecimento científico como agente transformador de problemáticas socialmente relevantes. A importância do conhecimento de ciência e de tecnologia é inquestionável para os estudantes de forma geral. Participar de toda essa experiência de educação não formal parece aproximá-los de situações e problemáticas da vida real, como aquela proposta pelo filme *O menino que descobriu o vento*.

Logicamente que as discussões estabelecidas são insuficientes para consolidar uma percepção mais aprofundada nos estudantes, entretanto, a intenção com a discussão coletiva foi esta. Buscamos trazer alguns insights nos estudantes referentes aos temas discutidos. E assim foi igualmente com a caracterização de algumas problemáticas socialmente relevantes para eles. Interessante observar que alguns estudantes conseguiram, além de identificar as problemáticas sociais ou ambientais, propor soluções de natureza científica e tecnológica em alguns casos. Outros estudantes, no entanto, apenas identificaram as problemáticas, mas não foram capazes de propor medidas científicas que visassem a sua solução ou melhoria.

De forma geral, segundo os depoimentos, percebemos que os estudantes expositores, além de alcançarem um nível mais amplo de compreensão dos temas científicos e tecnológicos presentes nos experimentos, conseguiram elaborar uma argumentação científica mais bem fundamentada quando se discutiu as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Alguns estudantes ouvintes, mesmo não demonstrando um entendimento comparável aos expositores, quanto aos conhecimentos científicos dos experimentos, elaboraram discursos

completos em algumas problematizações, sobretudo quando se discutiu as críticas em relação ao uso da ciência e da tecnologia no ambiente.

Esta tese pontuou inúmeras confirmações da ampliação do repertório científico-cultural de estudantes do Ensino Médio, quando participam de uma visita a um centro de ciências. Inclusive, fomos um pouco mais além das visitas convencionais, com uma proposta de visita que pressupõe um protagonismo mais ativo dos estudantes, colocando-os na condição de mediadores e comunicadores do conhecimento científico e tecnológico.

Por fim, observamos que exposições científicas como esta, podem figurar como meios não formais de fomentar e complementar o desenvolvimento de uma educação científica diferente da tradicionalmente escolar. Temas polêmicos e clássicos podem se misturar nestes espaços e promover circunstâncias de aprendizagem ao visitante para além daquelas tradicionais, alinhadas à provocação, ao debate e ao questionamento. Dessa forma, estes espaços transpõem a barreira do saber científico culturalmente elitizado para uma esfera acessível, oportunizando a pessoas comuns ou jovens, ainda em processo de escolarização, vivências e experiências que ressignificam a forma como veem a ciência e a tecnologia no dia a dia e seu papel na sociedade.

O despertar do interesse científico promovido por estas instituições não formais é essencial para a formação de indivíduos cientificamente cultos. Tal formação contribui para as competências para a vida, para o trabalho e para o próprio desenvolvimento científico, uma vez que o indivíduo educado cientificamente sabe ciência, sobre ciência, e, principalmente, fazer ciência (CACHAPUZ et al, 2004).

16. REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. **Educação científica para todos**. Mangualde: Edições Pedagogo, 2009.
- AINSWORTH, H. L., & EATON, S. E. **Formal, non-formal and informal learning in the sciences**. Calgary: Onate Press. 2010.
- ALBAGLI, S. **Divulgação científica**: informação científica para a cidadania? Brasília, 1996.
- ALCARÁ, A.R.; GUIMARÃES, S.E.R. A Instrumentalidade como uma estratégia motivacional. **Psicologia Escolar Educacional**. 2007.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. A “revisão bibliográfica” em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis – o retorno. In: BIANCHETTI, L.; MACHADO, A. M. N. (Org.). **A bússula do escrever**: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações. São Paulo: Cortez, 2002. p. 25-44.
- ALVES, R. **A escola com que sempre sonhei sem imaginar que pudesse existir**. Campinas: Papirus. 2001.
- ALVES, T. A. S. **Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas escolas**: da idealização à realidade. Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias - Instituto de Ciências da Educação, 2009.
- ALVES, T. R. C. **O quadrado aristotélico das oposições e o pressuposto existencial**. Londrina: UEL, 2015.
- ANDRÉ, M. **Formação de professores**: a constituição de um campo de estudos. *Educação*, v.33, n.3, p. 174-181, set/dez. 2010.
- ARAÚJO, R.S.; VIANNA, D.M. A história da legislação dos cursos de licenciatura em Física no Brasil: do colonial presencial ao digital a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.32, n.4, 2010.

ARRUDA, M. A do N. Trajetórias da sociologia da cultura no Brasil: os anos recentes. **Revista USP**. 2001.

ARRUDA, S; UENO, M. Sobre o ingresso, desistência e permanência no curso de física da Universidade Estadual de Londrina: algumas reflexões. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.159-175, 2003.

ASSIS, A. K. T. **Archimedes, the Center of Gravity, and the First Law of Mechanics**. Montreal: Apeiron, 2008.

AZEVEDO, D. A. **Dinâmica de rotação para o Ensino Médio com uso de experimento de baixo custo**. Dissertação (Dissertação em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFERSA). Mossoró – RN, p. 95. 2015.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BAKHTIN, M. (diversos textos) **Estética da criação verbal**. Tradução do francês de Maria Ermantina Galvão G. Pereira. São Paulo: Martins fontes, 2010.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BECKER, H. S. **Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Hucitec, 1999.

BEN-DAVID, J. **O papel do cientista na sociedade: um estudo comparativo**. São Paulo: Pioneira/USP, 1974.

BERNSTEIN, B. **Class, code and control**. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1971. v.1.

BISIN, A. T, G; VERDIER, T. Cultural Transmission, Socialization and the Population Dynamics of Multiple State Traits Distributions,” **International Journal of Economic Theory**, issue in honor of Jess Benhabib. 2009.

BIZERRA, A. F.; MARANDINO, M. Medição em museus de ciências: contribuições da Teoria Histórico-Cultural. **Revista Museologia & Interdisciplinaridade**, v. 3, p. 113-130, 2014.

BJORNAVOLD, J. La visualización del aprendizaje: detección, evaluación y reconocimiento de los aprendizajes no formales. **Revista Europea de la Formación Profesional**, n. 22, 2001.

BLANCHÉ, R. **História da lógica de Aristóteles a Bertrand Russel**. Porto: Edições 70, 2012.

BRASIL. **Escassez de professores no ensino médio: propostas estruturais e emergenciais**. Brasília: CNE/CEB, 2007.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental**. Brasília, MEC/SEF, 1997.

BORGES, O. Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor! **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.28, n.2, p.135-142, 2006.

BORDIEU, P. **A reprodução**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1980.

_____. **Escritos de Educação**. Petrópolis: Vozes, 1998.

BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, [S.l.], v. 15, n. 1esp, p. 1-12, dez. 2010. ISSN 1981-8920.

BURGAN, M. **Nikola Tesla: Inventor, Electrical Engineer**. Mankato, Minnesota: Capstone Publishers, 2009.

CACHAPUZ, A., GIL-PÉREZ, D., CARVALHO, A.P., PRAIA, J., VILCHES, A. A necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo: Cortez. 2011.

CACHAPUZ, A. & JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação** (Bauru). 2004.

CASTELLS, M.; CARDOSO, G. **A sociedade em rede: do conhecimento a ação política**. Belém - Portugal: Imprensa Nacional - Casa da Moeda, 2005.

CASTRO, P.B. L. **As instituições de ensino superior e a educação ambiental: ambientalização curricular em licenciaturas da área de ciências da natureza.** 2018. 274f. Tese Doutorado. (Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

CAZELLI, S., MARANDINO, M., STUDART, D. Educação e Comunicação em Museus de Ciências: aspectos históricos, pesquisa e prática In: **Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências** ed.Rio de Janeiro : FAPERJ, Editora Access, 2003.

CHALMERS, A. **What is This Thing Called Science?** Open University Press; 4 edition. 2017.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência**, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Editora Unijuí. 2003.

CHIQUITO, A. J., & LANCIOTTI Jr., F. Bobina de Tesla: dos Circuitos Ressonantes LC aos Princípios das Telecomunicações. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 69–77. 2000.

CLIFFORD, E. Neural Plasticity: Merzenich, Taub and Geeenough. **The Harvard Brain**, v.6, Issue 1, 1999.

CHIBENI, S. S. **O que é ciência? - Texto Didático.** Campinas: UNICAMP, 2017.

COLLEY, M.; SCRIBNER, S. **Culture and Thought: A Psychological Introduction.** New York: John Willey & Sons. 1974.

CONTRERAS, J. **Autonomia de professores.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

COOMBS, P. H.: **La Crise Mondiale de L'Education** - Presses universitaires de France, Paris. Oxford University Press, New York, London, Toronto, 1968.

CUCHE, D. **A noção de cultura nas ciências sociais.** 2. ed. Trad. Viviane Ribeiro. Bauru: EDUSC, 2002.

DECONTO, D; CAVALCANTI, C. J. H; OSTERMANN, F. Incoerências e contradições de políticas públicas para a formação docente no cenário atual de reformulação das diretrizes curriculares nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.33, n.1, p. 194-222, 2016.

DEWEY, J. **The child and the curriculum and the school and society**. USA: The University of Chicago Press, 1956.158 p.

DIERKING, L. Lessons without limit: how free-choice learning is transforming science and technology education. **História, ciências, saúde--Manguinhos**. 12. 145-60. 10.1590/S0104-59702005000400008. 2005.

ESHACH, H. **Science literacy in primary schools and pre-schools**. Springer, Dordrecht, The Netherlands.xiii+174. p. 2006.

FALK, J. H. Free-choice science learning: framing the issues. In: J. H. Falk (ed.). **Free-choice science education: How we learn science outside of school**. New York, NY, Teachers College Press. 2001.

FALK, J. H. DIERKING, L. D. Free-choice learning: An alternative term to informal learning? **Informal Learning Environments Research Newsletter**. May/June, Washington, DC, American Educational Research Association. 1998.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B., **The Feynman Lectures on Physics**, 2ª ed., Addison Wesley, 2005.

FEYNMAN, R. P., LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **The Feynman Lectures on Physics**. Vol. 1. Reading: Addison-Wesley, 1967.

FERNANDES, I. M.; PIRES, D. As inter-relações CTSA nos manuais escolares de ciências do 2º CEB. **Eduser: revista de educação**, Bragança, v. 5, n. 2, p. 35-47, 2013.

FINO, C. N. Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal (ZPD): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, vol.4, 2001.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FOUCAULT, M. **A Arqueologia do Saber**. Tradução de Luiz Felipe Baeta Neves, revisão de Ligia Vassalo. Petrópolis: Vozes, Lisboa : Centro do Livro Brasileiro, 1972. 260p.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: UNESP, 1995.

FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ci. Inf**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 26-34, 2004.

FRANKLIN, Sarah. Science as Culture, Cultures of Science. **Annual Review of Anthropology**, n. 24, 1995, p. 163-184.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 2 ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

GALEFFI, D.; PIMENTEL, A. G; MACÊDO, R. S. **Um rigor outro: a questão da qualidade na pesquisa qualitativa** - Educação e Ciências Humanas. Salvador: EDUFBA, 2009. 174p.

GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências conceituação e proposta de um referencial teórico**. Tese de Doutorado. FE-USP, São Paulo, 1993.

GEERTZ, C. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

GERMANO, J.W. **Estado militar e a educação no Brasil (1964-1985)**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova da Escola**, n.10, p.43-49, 1999.

GODOY, E. V.; SANTOS, V. M. Um olhar sobre a cultura. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 30, n.3, p.15-41, set. 2014.

GOHN, M. da G. **Educação não-formal e cultura política**: impactos sobre o associativismo do terceiro setor. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2005. (Coleção Questões da Nossa Época).

_____. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, vol. 4, n. 50, 2006.

_____. Educação não-formal, educador(a) social e projetos sociais de inclusão social [Versão eletrônica]. **Meta: Avaliação** | Rio de Janeiro, p. 28-43. 2009.

GOLDSTEIN, H. **Classical Mechanics**. 2ª. ed. Reading: Addison-Wesley, 1981.

GOMES, A. H. Forças internas e a conservação do momento angular. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 40, n. 3, e3701, 2018 .

GONZÁLEZ REY, F. **Pesquisa qualitativa e subjetividade**: os processos de construção da informação. São Paulo: Thomson, 2005

GUERRA, Eliane. **Manual de Pesquisa Qualitativa**. Belo Horizonte, 2014.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., **Fundamentos de Física, Mecânica**, LTC, 1996.

HANSON, N. **Patterns of discovery**: an inquiry into the conceptual foundation of science. London, The Scientific Book Guild, 2014.

HARTMANN, A. M. **O Pavilhão da Ciência**: a participação de escolas como expositoras na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. 2012. Tese de Doutorado - Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Censo Escolar, 2010. Brasília: MEC, 2019.

IRWIN, A.; WYNNE, B. **Misunderstanding science?** The public reconstruction of science and technology, Cambridge/New York: Cambridge University Press. 1996.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, p. 55-66, 2008.

JANOUSEK, I. The Context Museum: Integrating Science and Culture. **Museum International**, vol.4, p. 21–24. 2000.

JUNGES, A. L.; MASSONI, N. T. O Consenso Científico sobre Aquecimento Global Antropogênico: Considerações Históricas e Epistemológicas e Reflexões para o Ensino dessa Temática. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 455–491, 2018.

KÖPTCKE, L. S. Museus científicos e sua relação com a saúde. **Museologia & Interdisciplinaridade**, vol.3, 2014. <https://doi.org/10.26512/museologia.v3i5.15475>

KROEBER, A. L.; KLUCKHOHN, C. Culture: a critical review of concepts and definitions. *Papers. Peabody Museum of Archaeology & Ethnology*, Harvard University, vol.8. 1952.

KUENZER, A. Z. A formação de professores para o ensino médio: velhos problemas, novos desafios. **Educação & Sociedade**, v. 32, n. 116, p. 667-688, 2011.

KUHN, T.S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

_____. **A tensão essencial**: estudos selecionados em tradição e mudança científica. University of Chicago Press, 1977.

KUSSUDA, S. R. **A escolha profissional de licenciados em Física de uma universidade pública**. 2012, 185f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência - Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2012.

LA BELLE, T. Formal, non-formal and informal education: a holistic perspective on lifelong learning. **International Review of Education**, p. 159-175. 1982.

LABURU, C. E.; ARRUDA, S. M. A construção de uma bobina de Tesla para uso em demonstrações na sala de aula. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 8, n. 1, p. 64-75, 1991.

LAKATOS, I. **Evidência e refutação**. Como os teoremas são provados. Per. I.N. Veselovsky. - M.: Science, 1967.

LAKATOS, I. **O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica**. In: I. Lakatos; A Musgrave (Org.). *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, EDUSP, p. 109-243. 1979.

LARAIA, R. de B., **Cultura**: um conceito antropológico. 14.ed. — Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2007.

LEODORO, M. P. **Pensamento, cultura científica e educação**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2005.

LÉVI-STRAUSS, C. **L'analyse structurale en linguistique et en anthropologie**. *Word*, Journal of the Linguistic Circle of New-York, v.1, n.2, p.1-21, Aug. 1964.

LIVINGSTONE, D.W. Working and Learning in the Information Age: A profile of Canadians . **Ottawa: Canadian Policy Research Networks**. 2001.

LÉVY-LEBLOND, Jean-Marc. Cultura científica: impossível e necessária. In: VOGT, Carlos. **Cultura Científica: Desafios**. São Paulo: Universidade de São Paulo-FAPESP, 2006, p.28-43.

LOCKE, E. A. What is job satisfaction? *Organizational Behaviour Human Performance*. v. 4, n. 4, p. 309-336, 1969.

_____. The nature and causes of job satisfaction. In: DUNNETTE M. D. (ed.). **Handbook of industrial and organizational psychology**. Chicago: Rand McNally, 1976.

LOPES, A. O. Planejamento do ensino numa perspectiva crítica de educação. In: VEIGA, Ilma. Passos Alencastro. **Repensando a didática**. 5 ed. Campinas, SP: Papirus, 1991.

LOUREIRO, C. F. B. (Org.). **A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação**. Rio de Janeiro: Quartet, 2007.

LUHMANN, N. **La ciencia de la sociedad**. México/Barcelona, Universidad Iberoamericana/Herder, 613 p. 1996.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUNKS, M. J; FILHO, J.B.R. A baixa procura pela licenciatura em física, com base em depoimentos de estudantes do Ensino Médio público do oeste catarinense. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 21-34, 2011.

MACEDO, B (Org.). **Cultura científica: um direito de todos**. Brasília: UNESCO Brasil, OREALC, MEC, MCT, 2003.

MANZATO, A. J., SANTOS, A. B. **A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa**. Departamento de Ciência de Computação e Estatística – IBILCE – UNESP. Disponível em http://www.inf.ufsc.br/~verav/Ensino_2012_1/elaboracao_questionarios_pesquisa_quantitativa.pdf. Acesso em 19 Mai. 2018.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. D. Characterization factors of non-formal education: a literature review. **Educação e Pesquisa**, vol.4, 2017.

MARTIN, L. M. W. An emerging research framework for studying informal learning and schools. **Science Education**, v. 88, n. S1, p. 71-82, 2004.

MARANDINO, M. **O conhecimento biológico nos museus de ciências: análise do processo de construção do discurso expositivo**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

_____. Estudo do processo de transposição museográfica em exposições do MAST. In: **Educação e museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências**. Rio de Janeiro, Ed. Access e Faperj. 2002.

_____. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. In: **Revista Brasileira de Educação**, vol. 26. 2003.

_____.(Org.). **Educação em museus: a mediação em foco**. São Paulo: Geenf/Feusp, 2008.

MARX, K. **Contribuição à crítica da economia política**. São Paulo: Abril Cultural. 2004 (Os Pensadores)

MASSARANI, L. M. Divulgação científica: considerações sobre o presente momento. **Com Ciência**, 2008.

MANZATO, A. J; SANTOS, A. B. **A elaboração de questionários na pesquisa qualitativa**. 2016. Disponível em: < <http://docs13.minhateca.com.br/302832027,BR,0,0>>

MERRIAM, S.B. Qualitative Research and Case Study Applications. in **Education**. **SanFrancisco**: Allyn and Bacon, 1998.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

MONTEIRO, M. A. et. al. Dificuldades dos professores em introduzir a Física Moderna no ensino médio: a necessidade de superação da racionalidade técnica nos processos formativos. **Ciência e Educação**. v. 3, n. 15, p. 557-580. 2009.

MONTEIRO, I. C. C.; MONTEIRO, M. A. A.; GASPAR, A. **Atividades experimentais de demonstração e o Discurso do Professor no Ensino de Física**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2004.

MORAIS, R. **Estudos de filosofia da cultura**, São Paulo: Edições Loyola. 1992.

MOREIRA, I. de C. A inclusão social e a popularização da ciência e da tecnologia no Brasil. **Inclusão Social**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 11-16, abr./set., 2006.

MORTIMER, E. F. e CARVALHO, A.M.P. de. Referenciais Teóricos para Análise do Processo de Ensino de Ciências. **Caderno de Pesquisas**, p. 5-14, 1996.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da Administração: potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 4, p. 731-747, 2011.

MUELLER, P. **Exploring the Knowledge Filter**: How Entrepreneurship and University-Industry Relationships Drive Economic Growth. *Research Policy*. 35. 1499-1508. 10.1016/j.respol.2006.09.023. 2006.

NASCIMENTO, T. L. **Repensando o ensino da Física no ensino médio**. Universidade Estadual do Ceará. 61 p. Ceará, 2010.

NASCIMENTO, S. S; COSTA, C. B. Um final de semana no zoológico: um passeio educativo? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 1-14, 2002.

NASCIMENTO, S. S.; VENTURA, P. C. S. Mutações na construção dos museus de Ciências. **Pro-Posições** - vol. 12, 2001.

NASCIMENTO, J. M. de; AMARAL, E. M. R. do. O papel das interações sociais e de atividades propostas para o ensino-aprendizagem de conceitos químicos. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 18, n. 3, p. 575-592, 2012.

NUNES, L.N; SANTOS, A. C. F. Como montar a máquina de Wimshurst. Dissertação (Dissertação em Ensino de Física). UFRJ. Rio de Janeiro, p. 74. 2011.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**, vol. 1 Mecânica, 4ª ed., Edgard Blucher. 2002.

OLIVEIRA, A. J. A. Ideias de Natureza e projetos ultramarinos nas Memórias Econômicas da Academia de Ciências de Lisboa. **SBHC - Sociedade Brasileira de História da Ciência - Boletim** 23. 2008.

OLIVEIRA, E; ENS, R; ANDRADE, D; MUSSIS, C. Análise de Conteúdo e Pesquisa na área da Educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n.9, p.11-27, 2003.

OSBORNE, J. Science education policy and its relationship with research and practice: lessons from Europe and United Kingdom. In: DEBOER, G. E. **The role of public policy in k-12 science education**. Charlotte: Information Age Publishing, 2011. p. 13-46.

PÉREZ, G., MONTORO, I. F., ALÍS, J. C., CACHAPUZ, A., PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. São Paulo, **Ciência & Educação**, vol. 7, p. 125-153, 2001.

PINO, A. A mediação semiótica em Vygotsky e o seu papel na construção do psiquismo humano. **Cadernos CEDES**, vol. 24, p. 32-43. 1991.

PINTO, J.M.R. O que explica a falta de professores nas escolas brasileiras. **Jornal de Políticas Educacionais**, n.15, p.03-12, 2014.

PIRES, M. F. de C. O materialismo histórico-dialético e a Educação. **Interface (Botucatu)** Botucatu, v. 1, n. 1, p. 83-94, 1997.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. 10 ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

PORTO, C.M., MORAES, D. Divulgação científica independente na internet como fomentadora de uma cultura científica no Brasil: estudo em alguns blogs que tratam de ciência. In PORTO, CM., org. **Difusão e cultura científica: alguns recortes** [online]. Salvador: EDUFBA, p. 93-112, 2009.

RISTOFF, D. A tríplice crise da formação de professores. **Portal ANDIFES** - Setembro de 2012. Disponível em: <http://www.andifes.org.br/a-triplice-crise-da-formacao-de-professores/> Acesso: jun./2016.

SAAD, F. D. Gerador Van de Graaff didático. **Experiências de eletromagnetismo-UNESP/RC**. 2010. Disponível em: <https://http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/Pagina%20inicial.htm>. Acesso em: 24 de jun. de 2020.

SABBATINI, M. **Museus e centros de ciência virtuais**: uma nova fronteira para a cultura científica. *Com Ciência*, Campinas, n. 45, p. 1-6, 2003.

SANTOS, C. A. B; CURI, Edda. A formação dos professores que ensinam física no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v.18, n.4, p.837-849, 2012.

SANTOS, J. L. **O que é cultura**. São Paulo: Brasiliense, 2006. (Coleção primeiros passos; 110).

SANTOS, J. P. S., TENÓRIO, A. C., SUNDHEIMER, M. L. Visões de ciência e tecnologia entre licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional: um estudo de caso. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 23, n 1, p. 32-55, 2018.

SANTOS, B. F. O multiculturalismo na educação. **Margens: Revista Interdisciplinar do PPGCITI | ISSN: 1806-0560 | e-ISSN 1982-5374**, [S.l.], v. 14, n. 22, p. 88-101, fev. 2021.

SANTOS, S.C.; TÉRAN, A. Uma proposta de compreensão e metodologia para o uso dos espaços não formais no ensino de Biologia. In: Augusto Fachín Terán e Saulo César Seiffert Santos. (Orgs.). **Novas perspectivas de ensino de ciências em espaços não formais amazônicos**. Manaus: UEA Edições, 2013.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 38 ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

SHAMOS, M. H. The myth of scientific literacy. **New Brunswick**: Rutgers University Press, 1995.

SIMÕES, B.S; CUSTÓDIO, J.F; JUNIOR, Mikael. Motivações de licenciandos para a escolha da carreira de professor de física. **Revista Brasileira de Pesquisas em Educação em Ciências**, v.16, n.1. 2016.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Edusp. 1995.

TEIXEIRA, P. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Revista Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177- 190, 2003.

THIESEN, Juares da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro , v. 13, n. 39, p. 545-554, Dec. 2008.

THOMPSON, John B. **Ideologia e cultura moderna: teoria social crítica na era dos meios de comunicação de massa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 3**, 5a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006;

TIPLER, P. A. **Física para Cientistas e Engenheiros: Eletricidade e Magnetismo, Óptica**. 6ª edição. LTC, 2009. Volume 2.

TOTI, F. A; PIERSON, A. H. C. Compreensões sobre o processo de formação para a docência: concepções de bacharéis e licenciandos sobre a licenciatura em física. **Caderno Brasileiro Ensino Física**, v.29, n.3, p.1074-1107, 2012.

TRILLA, J; GHANEM, E; ARANTES, VALÉRIA, A (org.). **Educação formal e não formal: pontos e contrapontos**. São Paulo: Summus, 2008.

TAYLOR, C. A. **The art and science of lecture demonstration**. 1988. 181p.

URQUIZA, M.; MARQUES, D. **Análise de conteúdo em termos de Bardin aplicada à comunicação corporativa sob o signo de uma abordagem teórico-empírica.** Entretextos. 2016.

VANNUCCHI, A. **Cultura brasileira: o que é, como se faz.** 3 ed. SP, Loyola. 1999.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 9, n. 1, p. 32-53, 2012.

VILLANI, A. Filosofia da ciência e ensino de ciências: uma analogia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 169-181, 2001.

VIVEIRO, A. A.; CAMPOS, L. M. L. Um olhar sobre os docentes de área específica em um curso de Licenciatura em ciências: reflexos na formação inicial de professores. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8, 2011, Campinas. Atas... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 2011. 1 v. p. 1-12.

VOGT, C. A espiral da cultura científica. **Com Ciência**, n.45. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura01.shtml>. Acesso em: 20 maio 2019. jul. 2003.

_____. Ciência, comunicação e cultura científica. *In: Vogt, Carlos (Org.). **Cultura científica: desafios.*** São Paulo: Universidade de São Paulo; Fapesp. p.19-26. 2006.

VOGT, C.; MORALES, A.P. **O discurso dos indicadores de C&T e de percepção de C&T.** Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura e Los Libros de la Catarata, Madri, 2016, p. 25-31.

VYGOTSKY, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In: VYGOTSKY, L. S. et al. **Psicologia e Pedagogia*** I: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. 2. ed. Lisboa: Estampa, 1991.

_____. *Thought and Language*. Cambridge: The MIT Press, 1986. p. 180.

_____. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998. p. 351.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. p. 241.

WILLIAMS, R. **Cultura**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000. 239 p.

WRANGHAM, R. **Catching Fire: How Cooking Made Us Human**, by Richard Wrangham. Philadelphia: Perseus, 2009.

XERARDO, P; FILIPA, F. **Antropologia e Turismo: teorias, métodos e praxis**. 2018.

YOUNG, H; FREEDMAN, R. **Física III-Eletromagnetismo**. 12ª Edição. Pearson Higher Education, 2010.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica**. São Paulo: Autores Associados, 2001.

ZANELLA, A. V. Zona de desenvolvimento proximal: análise teórica de um conceito em algumas situações variadas. **Temas em Psicologia**, vol. 2, p. 97-110. 1994.

_____. Lev S. **Vygotski: contexto, contribuições à psicologia e o conceito de zona de desenvolvimento proximal**. Itajaí: UNIVALI. 2001.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO 1: QUESTÕES ORIENTADORAS DA DISCUSSÃO COM O COORDENADOR - OS CONCEITOS FÍSICOS.

- 1 – O que você entende pelo conceito de centro de massa de um corpo?
- 2 – O que entende a respeito do conceito de pressão?
- 3 – O que entende com relação ao conceito de trabalho exercido por uma força?
- 4 – O que sabe a respeito do conceito de energia cinética e de energia potencial gravitacional?
- 5 – Como essas formas de energia estão relacionadas à energia mecânica?
- 6 – Há contextos específicos em que podemos discutir a conservação da energia mecânica, você sabe em quais?
- 7 – E sobre a conservação da quantidade de movimento de um corpo, o que sabe?
- 8 – O que sabe sobre a temática de eletricidade?
- 9 – Você saberia dizer o que é um gerador eletrostático e como funciona?
- 10 – E um capacitor, você sabe o que é e como funciona?
- 11 – E um transformador, você sabe o que é e como funciona?

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO 2: FORMAÇÃO NO CENTRO DE CIÊNCIAS

1 – Entre os experimentos disponíveis, você deve escolher um deles para apresentá-lo no dia da visitação. Qual o experimento escolhido? Por que optou por este experimento?

2 – Você participou de uma formação no Centro de Ciências (com o coordenador e a monitora), em relação ao experimento escolhido, conte o que aprendeu?

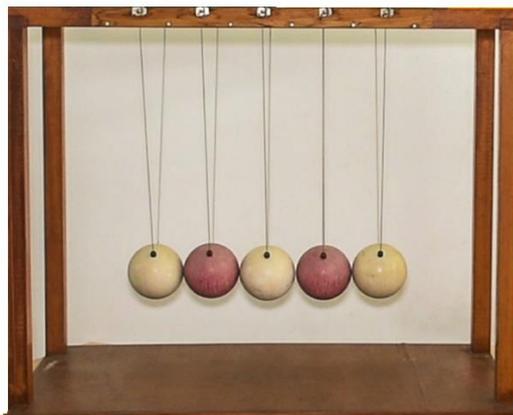
3 – Conforme a orientação recebida na formação no Centro de Ciências, você poderia complementar os conhecimentos científicos discutidos com novas pesquisas em outras fontes confiáveis. Caso tenha feito, conte o que aprendeu com suas pesquisas sobre o experimento.

4 – Como você pretende apresentar este experimento no dia da exposição?

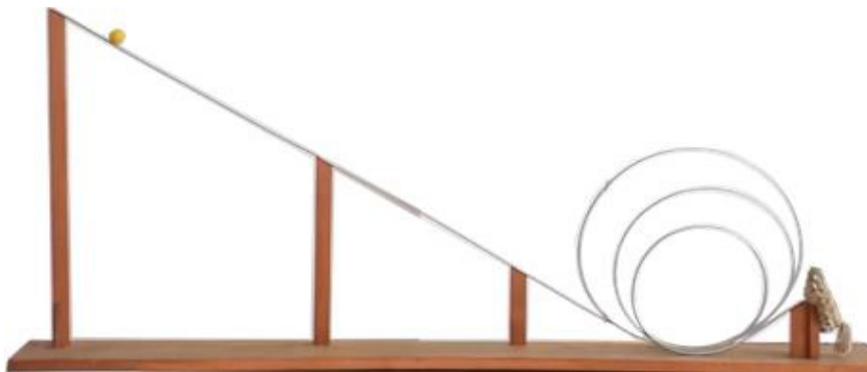
5 - Quais foram as suas impressões do minicurso recebido no Centro de Ciências?

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO 3: O QUE APRENDI NO CENTRO DE CIÊNCIAS?

- 1 – Quais foram às suas impressões gerais da visitação ao Centro de Ciências?
- 2 – Qual (is) o (s) experimento (s) que foi (foram) mais interessante (s)? Por quê?
- 3 – Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “Pêndulo de Newton”.



- 4 – Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “Looping”.

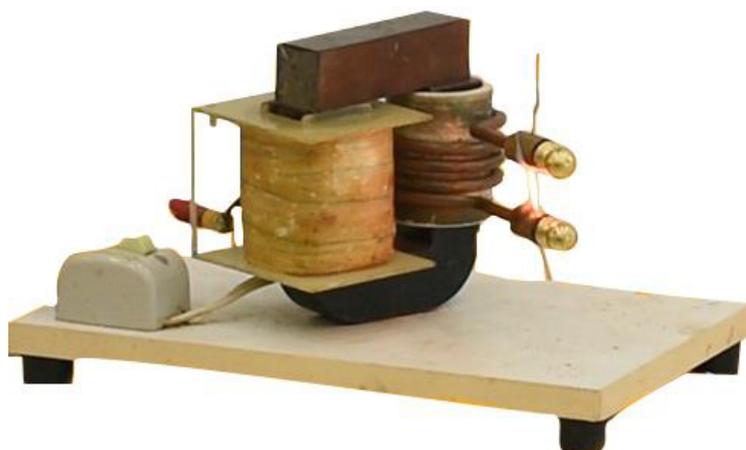


- 5 – Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “Plataforma giratória”.

6 – Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “*Máquina de Wimshurst*”.



6 – Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “*Transformador de baixa*”.



7 – Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “*Cadeira humana*”.

8 – Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “*Garrafa de Lyden*”.



9 – Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento dos “*Hemisférios de Magdeburg*”.



10 – Com suas palavras, conte um pouco o que entendeu do experimento do “*Gerador de Van der Graaff*”.



APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 4: AS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA PRESENTES NO FILME “O MENINO QUE DESCOBRIU O VENTO”

1 – Elabore uma pequena síntese do filme destacando os momentos que achou mais relevantes.

2 – Com base no filme, qual a importância da ciência?

3 - Como a ciência e a tecnologia estão inseridas no seu dia a dia?

4 – Como observamos no filme, o protagonista usa de conhecimentos científicos para modificar as condições de seu meio social. Caso você possuísse conhecimento em alguma área científica, como o usaria de forma consciente e crítica?

5 - Cite um exemplo de alguma problemática atual, no seu meio de convivência ou na sociedade, que poderia ser propostas soluções a partir de uma abordagem das ciências.

6 - É possível usar da pesquisa como um método (um instrumento) para avançar e produzir conhecimento? Como?

APÊNDICE E - QUESTÕES ORIENTADORAS DA ENTREVISTA: AS RELAÇÕES ENTRE A CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E O MEIO AMBIENTE (CULTURA CIENTÍFICA).

1 – Cite exemplos de aplicações destes experimentos tecnológicos na vida cotidiana. Onde eles estão presentes?

2 – De que maneira os conhecimentos científicos a eles associados impactam o seu dia a dia, a sociedade, o meio ambiente e etc.?

3 – É possível fazer alguma relação da experiência vivenciada no Centro de Ciências com as questões de natureza científicas, sociais e culturais discutidas no filme "*O menino que descobriu o vento*"?

4 – Como você vê a importância da ciência e tecnologia na sociedade?

5 – Você tem interesse em aprofundar os estudos em algum dos temas discutidos?

6 – Você acha que a ida ao Centro de Ciência trouxe novos olhares para sua escolha profissional?

7 – Comente algum assunto que gostaria, mas não estava presente nas questões.

8 – Por fim, na sua opinião, qual(is) expositor(ers) foi(foram) melhor(ers)? Por quê?

APÊNDICE G – EXPLICAÇÃO DOS EXPERIMENTOS PELA MONITORA

Experimentos	Sistematização da monitora
Plataforma giratória	O experimento mostra o conceito de conservação do momento angular, que é uma grandeza na física que se conserva em movimento. O experimento é similar ao que as bailarinas fazem em suas apresentações abrindo e fechando os braços, aumentando e diminuindo a velocidade do giro, não se trata apenas de estética e sim de física. Todo corpo possui um centro de massa, e no corpo humano ele fica na região do umbigo e passa para o peito ao nos deitarmos. O experimento funciona com ou sem os alteres, eles servem apenas para deixar mais evidente. Ao abrir os braços o eixo de simetria se distancia do centro de massa, assim a energia dissipa-se por conta de atrito com o ar e tudo mais, dissipando energia a velocidade diminui. Ao aproximar o braço do corpo a massa se concentra próxima ao eixo do centro de massa, assim a energia conserva-se e a velocidade aumenta. O experimento também funciona com cadeiras de escritório rotativas, sentando e abrindo e fechando os braços e pernas a velocidade de giro varia.
A máquina de Wimshurst	A máquina de Wimshurst é uma geradora eletrostática, ela apresenta dois discos de acrílico e uma série de fitas metálicas (metal é um material condutor), o equipamento também apresenta algumas limalhas de ferro (iguais a uma palha de aço), a máquina também possui dois terminais e é por ele que veremos o resultado do experimento. As limalhas irão entrar em contato com as fitas, se atritando, conforme se gira a manivela. Regulo a posição dos terminais para que possa ser criado uma diferença de potencial. Este experimento costuma apresentar muitas falhas pois as limalhas devem estar perfeitamente encostadas nas fitas metálicas, caso contrário ele não produz a carga suficiente que precisamos por atrito. Bom a ideia é esta, a partir do atrito, eletrizamos o disco com as limalhas e as fitas, em seguida essa carga gerada é levada para os capacitores onde ocorre um acúmulo. Então ela vai até os terminais e como existe uma diferença de potencial, os elétrons querem transitar de um lado para o outro e é onde surge o arco voltaico. Se isolarmos uma pessoa completamente do chão, e ela segurar os terminais, conseguimos causar o efeito de arrepiar todos os pelos do corpo dela, porem precisa de muito mais força e por isso o gerador de van de graaff é mais fácil de causar este efeito'.
Cadeira de pregos	Gente, porque ela conseguiu sentar-se no banco do prego, eu faço força, e ela não está chorando? Por que o peso dela está distribuído? Hum, vamos ao termo um pouquinho melhor. O peso, a gente viu que ele é uma força. Para a física ele é uma força relacionado a gravidade. Massa x aceleração da gravidade. Agora, se eu venho aqui e faço uma força para baixo, não é a gravidade que está fazendo força nela, sou eu. E quando ela está sentada aqui, não é a gravidade que está fazendo força. A gente estava tentando definir pressão adentro, e a física vai definir pressão como Força sobre Área (F/A). Se você fizer uma força em uma área muito pequena (um prego só), a chance de você se machucar é muito. Então, quanto menor for a área, maior será a pressão exercida por um corpo, a partir de uma determinada força. Como ela está sentada em vários pregos, distribuídos uniformemente, essa pressão está distribuída. Não existe uma força específica em determinado ponto. Existe uma força aplicada em uma área extensa. E por isso ela não se machuca.
Cadeira Humana	O corpo tem um centro de massa e ele pode coincidir com o ponto de equilíbrio do corpo. O centro de massa do corpo humano está na região do umbigo, mas quando a gente deita ele sobe pra região do peito. E o peito do colega estava apoiado no colo do outro colega, então ali tinha um sistema de equilíbrio, eu podia acrescentar forças ali que de qualquer maneira o sistema se mantinha

	inteiro mesmo sem ter os banquinhos ali. O sistema estava completamente equilibrado, mesmo com o excesso de peso. A ideia é o equilíbrio do centro de massa apoiado no colo do colega.
Pêndulo de Newton	Se eu pegar e erguer uma da bola do pêndulo, observe o que acontece, vai subir mais uma massinha ali do outro lado, se eu pegar duas vão subir duas. Aqui também tem relação com o princípio da conservação de energia, quando eu pego essa bolinha puxo ela em uma determinada altura, o que eu estou fazendo é dar à ela uma energia potencial gravitacional que é a capacidade de fazer alguma coisa, quando eu solto essa energia vai virar energia cinética, porque essa bolinha vai entrar em movimento, só que no momento que essa bolinha encostar na outra ela vai bater e vai dar um choque, aí será "transferida" uma energia para a outra bolinha e vai passando até chegar na altura que soltamos a primeira bolinha e com o tempo isso vai passando (repare no barulho). Os choques das bolinhas também produzem energia térmica e também produz som e calor, por conta disso perdemos energia.
Bobina de Tesla	Esse aqui é uma Bobina de Tesla. O Tesla é um cara muito famoso né, vocês já devem ter ouvido falar dele alguma vez. A bobina de Tesla, ela vai fazer, como eu falei, exatamente o contrário, ela vai pegar essa energia que está vindo da tomada e vai deixar ela ainda mais alta. Então, a energia que vai sair desses terminais aqui da bobina é uma energia extremamente alta, eu não recomendo que vocês coloquem o dedo ali. Mas em compensação a gente pode brincar de Star Wars, alguém quer um sabre de luz? Alguém quer mais um sabre de luz? Tá, só não segura na parte metálica, tá bom? Segurem no vidro aqui, isso. Aí, pode vir um de cada lado porque o que eu quero que vocês façam é só aproximar, nem precisa encostar, só aproxime essa parte, esse biquinho aqui. Só aproxime desse terminalzinho aqui. Existem cargas na Bobina de Tesla e essas cargas querem ir para algum lugar, e aí tem outro conceito que a gente encontra nos livros que chama de Poder das pontas. Então, quando uma determinada ponta se aproxima aqui desses terminais, esses elétrons querem passar, e aí quando eles pulam de um lugar para outro eles aquecem o ar que está ali em volta e forma esse raio. Exatamente o que acontece com o raio na atmosfera mesmo, você tem uma determinada diferença de potencial, você tem as nuvens carregadas de uma determinada carga, a terra carregada com outra superfície com uma outra carga, você tem uma diferença de potencial. E aí, quando você tem esse caminho né de cargas, quando surge essa corrente, como ela é extremamente alta aquece o ar ao redor e faz aquele raio que a gente conhece. E bom, tem o trovão também que está relacionado exatamente com essa quebra né, você aquece o ar, expande muito rápido, e você tem o trovão. E aí, vocês também podem perceber que vocês sempre veem o raio antes de ouvir o barulho respectivo a ele, e isso acontece por conta da velocidade da luz é muito maior do que a velocidade do som. Então, a gente consegue calcular mais ou menos qual for a distância que aquele raio caiu de onde você está pelo tempo que demorou para você ouvir o barulho do trovão. Tá ok?
Looping de bancada	conceito de energia. aqui a gente gosta de brincar que energia é alguma coisa que as coisas tem que fazem com que essas coisas realizem coisas, a energia é um conceito abstrato, justamente porque é um conceito mais matemático do que físico, vamos dizer que energia é uma determinada quantidade que se conserva no movimento, então não é muito correto dizer que um corpo tem energia, porque energia não dá para ter, não é como a massa que é uma característica da matéria, então a energia é uma determinada quantidade matemática que a gente vai calcular, e a gente vai perceber que ela sempre se conserva nos movimentos. Por exemplo se eu pego essa bolinha pequenininha e coloco ela a uma determinada altura com relação ao chão, nesse ponto se eu soltar essa bolinha, ela tem a capacidade de fazer alguma coisa, então se eu soltar... ela cai, nesse ponto a gente vai dizer então que ela tem a capacidade de fazer alguma coisa,

até então ela não está fazendo nada, mas ela pode entrar em movimento, a essa energia a gente dá o nome de energia potencial, energia relacionada com essa capacidade do corpo fazer alguma coisa, se essa bolinha estivesse grudada em uma mola e eu pressionasse essa mola contra a parede, enquanto eu estivesse pressionando a mola não iria acontecer nada, mas se eu tirasse minha mão a mola não iria empurrar a bolinha para longe?, então de novo a bolinha iria ter a capacidade de entrar em movimento, mas ela ainda não está em movimento, então ali também existe essa energia que a gente chama de potencial, enquanto essa energia está relacionada com altura, a gente chama essa energia de potencial gravitacional, porque a força que vai fazer com que essa bolinha entre em movimento nesse caso é a força gravitacional, no caso da mola a gente vai dizer que é uma força elástica, vai ser uma energia elástica, por que a força responsável por fazer a bolinha entrar em movimento é uma força do tipo elástica, só que depois que eu solto a bolinha ela entra em movimento, não entra?, ela ganha uma certa velocidade, ela está em queda, a essa energia de movimento a gente vai chamar de energia cinética, então sempre que um corpo estiver se movendo ele tem uma energia cinética, mas vocês não concordam comigo que a bolinha não se teletransportou daqui para o chão, ela percorreu uma determinada distância, ela não teve que percorrer uma determinada altura?, essa altura foi diminuindo com o tempo, mas essa altura ainda existe, significa que nesse ponto onde eu estou segurando ela tem energia potencial gravitacional só, quando eu solto e ela começa a se mover, nesse ponto aqui ela vai ter energia potencial gravitacional porque ela ainda está a uma certa altura do chão, mas ela também tem uma energia cinética porque ela está se movendo, e assim durante todo esse percurso até ela chegar no chão, então no chão a energia potencial gravitacional é nula, porque ela não tem mais altura e energia cinética é máxima, porque ela já estava em movimento durante toda essa queda livre, quando a gente está olhando esse meio tempo entre ela estar em cima e ela estar em baixo, quando ela está caindo, que ela tem essas duas energias, essa energia a gente vai chamar de mecânica, que é a soma da energia potencial com a energia cinética, na física a gente diz que tem dois tipos de energia que é a energia potencial a capacidade de fazer alguma coisa, e a energia cinética que está relacionado ao movimento, dentro dessas energias a gente tem variações, então por exemplo a energia térmica, ela é um tipo de energia cinética, por que?, porque a temperatura é a medida do grau de agitação das moléculas, então quando a gente esquenta alguma coisa, essas moléculas começam a se mover mais rápido, e se tem movimento, tem energia cinética. vou mostrar aqui esses dois loops, uma versão pequena e uma versão gigantesca, se eu colocar essa bolinha na parte mais alta de um lado de uma rampa dupla, o que vocês acham que vai acontecer? Que a bolinha vai chegar até lá em cima e voltar

APÊNDICE H – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O DESENVOLVIMENTO DA CULTURA CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO NÃO FORMAL EM UM CENTRO DE CIÊNCIAS

André Luiz Polano Lucatelli

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com a pesquisadora. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

O projeto envolve uma pesquisa de doutorado e pertence à área de educação não-formal e cultura científica. Acreditamos que as práticas de aprendizagem formais podem ser complementadas pelas práticas não formais de forma frutífera, e o ensino formal pode contar com as práticas de aprendizagem de museus e centros de ciências para suplementar aspectos implícitos ou explícitos do currículo. No ensino de ciências, particularmente, as instituições atuam como fornecedores para a alfabetização científica. Dessa forma, são potenciais fontes do ensino-aprendizagem não formal. Em tese, tomamos por premissa que os resultados dessa participação podem repercutir aos participantes de maneira muito significativa em termos educacionais, na medida em que favorece uma melhor compreensão da ciência em processo de elaboração e dos desafios da ciência e da tecnologia e da sociedade.

O objetivo geral da pesquisa é investigar a repercussão na educação científica de visitantes, devido à participação numa mostra a ser realizada em um Centro de Ciências, localizado na cidade de Guaratinguetá/SP. Mais especificamente, este objetivo é perspectivado em três dimensões orientadoras da busca de informações no decorrer da pesquisa de campo e da análise dos discursos dos sujeitos da pesquisa: (i) a atividade lúdica realizada pelo Centro de Ciências direcionada às atividades de natureza científica; (ii) o papel dos aparatos experimentais no contexto dessa mostra; (iii) o desdobramento da cultura científica dos visitantes participantes. Partindo dessas dimensões analíticas, perfilhamos os objetivos específicos alinhados com as questões de pesquisa desta tese.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a: responder questionário e autorizar que a presente pesquisa use também produções de sua autoria em disciplinas relacionadas à formação docente.

Outros dados utilizáveis serão materiais e relatórios produzidos pelos estudantes decorrentes do trabalho em disciplinas específicas da formação docente. Todos os dados coletados para esse trabalho serão armazenados por até 3 anos após o término da pesquisa de doutorado e somente poderão ser usados nos limites dessa pesquisa. Depois serão cuidadosamente descartados.

Desconfortos e riscos:

Os riscos inerentes a essa pesquisa são mínimos. Dos quais, podemos citar: o possível cansaço nos momentos de coleta das informações (questionário e participação da mostra no Centro de Ciências, por exemplo) e algum indício de desconforto relacionado à exposição de opiniões nos questionários. Portanto, caso exista algum indício dessas sensações, a ação imediata será a suspensão do participante que poderá retirar-se da pesquisa a qualquer momento. Importante sublinhar que o pesquisador responsável pode suspender a pesquisa em qualquer circunstância, caso exista algum dano à saúde, não previsto nesta descrição preliminar, a qualquer participante da pesquisa. No caso da participação da mostra no Centro de Ciências existem protocolos de segurança que são apresentados pela equipe responsável do centro. Todos esses protocolos de segurança seguem as normativas legais segundo os seus órgãos fiscalizadores. Portanto, não há nenhum risco intrínseco associado, e caso algum participante da pesquisa não se sinta confortável com o ambiente, terá completa liberdade para deliberar pela desistência da pesquisa em qualquer momento.

Benefícios:

Dentre os benefícios possíveis aos participantes desta pesquisa, destacamos: a participação num evento de divulgação científica realizada em um centro de ciências; a oportunidade de vivências experiências científicas que extrapolem àquelas propostas pela realidade cotidiana, e por fim, ampliar o seu repertório cultural científico.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

Todo o processo de coleta dos dados será realizado no centro de ciências, mas, caso haja gasto decorrente de sua participação na pesquisa, você será devidamente ressarcido(a). Além disso, em caso de danos decorrentes da pesquisa, você terá direito à indenização.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador: André Luiz Polano Lucatelli. Doutorando no Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática – PECIM, da Universidade Estadual de Campinas.

Endereço: Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Física "Gleb Wataghin"
Rua Sérgio Buarque de Holanda, 777
Cidade Universitária Zeferino Vaz - Barão Geraldo - CEP 13083-859 - Campinas SP.
Telefones:
E-mail: polano.lucatelli@gmail.com

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs as 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do(a) participante: _____

Email: _____

Telefone: _____

_____ Data: ____/____/____.
(Assinatura do participante)

Responsabilidade do Pesquisador

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

_____ Data: ____/____/____.
(Assinatura do pesquisador)

APÊNDICE I – CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO CENTRO DE CIÊNCIAS

Ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Prezado Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP, na função de representante legal e coordenador do Centro de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), *campus* de Guaratinguetá, informo que, o projeto de pesquisa intitulado “O desenvolvimento do repertório científico-cultural de estudantes do ensino médio em uma experiência de ensino não formal em um centro de ciências”, apresentado pelo pesquisador André Luiz Polano Lucatelli, e que tem como objetivo principal investigar a repercussão na educação científica dos estudantes, devido à participação numa mostra a ser realizada em um Centro de Ciências, foi analisado e considerando que o mesmo siga os preceitos éticos descritos pela resolução 510 de 2016 do Conselho Nacional de Saúde, fica autorizada a realização do referido projeto apenas após a apresentação do parecer favorável emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Unicamp.

Dados do Responsável Legal pela Instituição na qual ocorrerá a Pesquisa:

Nome: Coordenador

Cargo: Professor e Coordenador do Centro de Ciências da instituição.

Telefone para contato:

Data: ____/____/____.

Assinatura: _____

(Coordenador do Centro de Ciências)

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNICAMP / Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas. Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126 Distrito de Barão Geraldo, Campinas – SP, CEP: 13083-887. Telefone (19) 3521-8936. E-mail: cep@fcm.unicamp.br

APÊNDICE J – CARTA DE AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARTICIPANTE

Ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Prezado Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP, na função de representante legal e diretor da Escola da Participante, SP, informo que, o projeto de pesquisa intitulado “O desenvolvimento do repertório científico-cultural de estudantes do ensino médio: uma experiência de ensino não formal em um centro de ciências”, apresentado pelo pesquisador André Luiz Polano Lucatelli, e que tem como objetivo principal investigar a repercussão na educação científica dos estudantes, devido à participação numa mostra a ser realizada em um Centro de Ciências, foi analisado e considerando que o mesmo siga os preceitos éticos descritos pela resolução 510 de 2016 do Conselho Nacional de Saúde, fica autorizada a realização do referido projeto apenas após a apresentação do parecer favorável emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Unicamp.

Data: ____/____/____.

Assinatura: _____

(Diretor da Escola)

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNICAMP / Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas. Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126 Distrito de Barão Geraldo, Campinas – SP, CEP: 13083-887. Telefone (19) 3521-8936. E-mail: cep@fcm.unicamp.br