

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física
Polo **ufscar** Sorocaba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

**ATIVIDADES PRÁTICAS PARA A FÍSICA NO ENSINO
FUNDAMENTAL POR MEIO DE DESAFIOS:
PROPOSTA DE MATERIAL DE APOIO AO
PROFESSOR**

CARLOS EDUARDO GUARIGLIA

ORIENTADORA: PROFA. DRA. FERNANDA KEILA MARINHO DA SILVA

CO-ORIENTADORA: PROFA. DRA. ADRIANA OLIVEIRA DELGADO DA SILVA

Sorocaba - SP
Março de 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

**ATIVIDADES PRÁTICAS PARA A FÍSICA NO ENSINO
FUNDAMENTAL POR MEIO DE DESAFIOS:
PROPOSTA DE MATERIAL DE APOIO AO
PROFESSOR**

CARLOS EDUARDO GUARIGLIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física no Ensino Fundamental.
Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Co-orientadora: Profa. Dra. Adriana Oliveira Delgado da Silva

Sorocaba - SP
Março de 2019

CARLOS EDUARDO GUARIGLIA

**ATIVIDADES PRÁTICAS PARA A FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL POR
MEIO DE DESAFIOS: PROPOSTA DE MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física no Ensino Fundamental.

Sorocaba 07 de março de 2019.

Orientador(a):

Prof. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Examinador(a):

Prof. Dra. Maria José Fontana Gebara
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Examinador(a):

Prof. Dr. Paulo Bussab Lemos de Castro
Secretaria de Educação do Estado de São Paulo

Sorocaba - SP
Março de 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade
Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Carlos Eduardo Guariglia, realizada em 07/03/2019:

Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva
UFSCar

Profa. Dra. Maria Jose Fontana Gebara
UFSCar

Prof. Dr. Paulo Bussab Lemos de Castro
EEPCP

Guariglia, Carlos Eduardo

ATIVIDADES PRÁTICAS PARA A FÍSICA NO ENSINO
FUNDAMENTAL POR MEIO DE DESAFIOS: PROPOSTA DE MATERIAL
DE APOIO AO PROFESSOR / Carlos Eduardo Guariglia. -- 2019.

242 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus
Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Fernanda Keila Marinho da Silva, Adriana Oliveira Delgado
da Silva

Banca examinadora: Maria José Fontana Gebara, Paulo Bussab Lemos de
Castro

Bibliografia

1. Ensino de Física. 2. Atividades Práticas. 3. Experimentação. I.
Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano – CRB/8 6979

Aos meus pais, Denise e Carlos.

AGRADECIMENTO

Agradecer é preciso para evidenciar o valor de quem realmente o tem. Afinal, são as pessoas que nos importamos e que se importam conosco que fazem de qualquer situação que deveria ser inexpressiva se tornar muitas vezes inesquecível. Sem se esforçar para isso, bastando muitas vezes apenas estar presentes e fazem de muitas bobagens e momentos comuns, se tornarem únicos e valerem a pena. São elas que dão sabor, cheiro, textura e música para cenas comuns e sem graça, assim dão um verdadeiro sentido para a vida.

Gostaria de agradecer não só os que participaram diretamente desse trabalho, mas a todos o que me deram estrutura emocional e intelectual para todo o processo até aqui. Temo ser injusto com alguns que dada a separação momentânea faz com que a memória esconda a real importância deles para mim.

Começando pelos meus pais, Carlos e Denise, por todo o cuidado e amor que recebi ao longo da vida, além de todo o incentivo para seguir estudando e enfrentar desafios cada vez maiores. Aos meus irmãos, Guto e Fabi, por todo carinho, incentivo e companheirismo, a minha irmã, também por ter me inspirado na carreira acadêmica e me dar um monte de sobrinhos. Além da Vó Cida e do Vô Olívio (em memória), por mostrarem o valor de uma família.

Aos amigos Matheus, Thiago, Bruno, Dricia, André, Isa Nunes, Adriano, Carol, Fábio, Cássio, Cazuzza, Isa e o Leo Zampiere que nas infinitas conversas não me deixaram faltar motivação, risadas e motivos pra ir além em diferentes momentos até aqui. Em especial ao Magoga por, além de tudo isso, ainda estar sempre presente.

Aos meus amigos e colegas de profissão e companheiros de muitas voltas por aí, que muito me aconselham, me divertem e me inspiram, Vanessa, Rafa, Fernando, Nayda e Cesinha. Também de duas pessoas vinculadas a minha escolha profissional e minha formação como pessoa a quem muito devo, tia Beth e tia Kátia.

Aos meus queridos amigos Leo, Henrique, Nean, Kuko, Junão, Vecina, Bruno, João Gui, Erick e Bruna, que muito me ensinaram nos últimos anos as mais diferentes coisas da vida, desde como ser pesquisador (de áreas bem comuns como: agricultura urbana, foguetes e confins do universo), me ensinaram a necessidade de ser um paradoxo constante: flexível e rígido, companheiro e deixar ir, aconselhador e chato... Obrigado pela companhia, presença, risadas, conversas sérias, jogos, cinema, tênis, comilanças e por contarem comigo sempre.

Aos alunos que tive e que tenho que fizeram e fazem meu trabalho valer a pena, permitindo ter esperança de um futuro com mais conhecimento, mais humano e justo para com todos. Ao colégio que venho trabalhando por ter me aberto as portas e ter permitido e ter dado o apoio para eu desenvolver a pesquisa.

Às Professoras Fernanda e Adriana, pela orientação, conversas, cobranças que me indicaram o caminho a seguir e muito contribuíram para que pudesse realizar o trabalho. À professora Maria, professor Paulo e ao professor Ivan, pelas contribuições dadas na banca de qualificação e pela participação na defesa. Ao amigo Esdras e ao professor Cristiano, que me iniciaram no caminho da pesquisa.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) durante todo o período de formação.

A todos os professores que me inspiraram em virar professor e pesquisador, desde meu ensino fundamental até as aulas no mestrado.

RESUMO

Guariglia, Carlos Eduardo. Atividades práticas para a física no ensino fundamental por meio de desafios: proposta de material de apoio ao professor. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2019.

Segundo a teoria da aprendizagem de Vygotsky, as relações sociais são essenciais no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Para ele, é através das relações mediadas com o mundo que o indivíduo interioriza o conhecimento e passa a desenvolver tais funções. Portanto, na sua concepção, atividades em grupo, ou aquelas em que o indivíduo se relacione com outros, têm grande importância no desenvolvimento cognitivo e no aprendizado. Ademais, na busca por um ensino de física mais focado na investigação e aplicação prática dos conceitos, desenvolvemos uma sequência de atividades buscando privilegiar esses aspectos no processo de ensino-aprendizagem. Este trabalho teve por objetivo apresentar o desenvolvimento e o estudo de um manual para a aplicação de uma sequência de atividades, chamados de “Desafios de Criatividade”. Esses são constituídos de atividades que visam ir além dos conteúdos teóricos tradicionalmente abordados, buscando oportunizar o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, por meio de construções de protótipos e práticas que envolvam experimentação e investigação.

Palavras-chave: Ensino de Física, Atividades Práticas, Experimentação.

ABSTRACT

According to Vygotsky's theory of learning, social relations are essential in the development of higher psychological functions. For him, it is through the guided relations with the world that the individual internalizes the knowledge and starts to develop such functions. Therefore, in his conception, group activities, or those in which the individual relates to others, are of great importance in cognitive development and learning. Moreover, in the search for a more focused physics teaching in the investigation and practical application of the concepts, we developed a sequence of activities seeking to privilege these aspects in the teaching-learning process. This work aims to present the development and study of a manual for the application of a sequence of activities, called "Creativity Challenges". These are composed of activities that aim to go beyond the theoretical contents traditionally addressed, seeking to promote the development of social-emotional skills, through constructions of prototypes and practices that involve experimentation and research.

Keywords: Physics Teaching, Practical Activities, Experimentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Corrente elétrica passando por um condutor	30
Figura 3.2 - Circuito em Série	33
Figura 3.3 – Circuito em Paralelo.....	34
Figura 4.1 - Conta de energia número 1 – referente às questões do questionário sobre conceitos prévios	41
Figura 4.2 - Conta de energia número 2– referente às questões do questionário sobre conceitos prévios	42
Figura 4.3 - Conta de energia número 3– referente às questões do questionário sobre conceitos prévios.....	42
Figura 4.4 - Circuito de lâmpadas ligadas – referente à questão 6 do questionário sobre conceitos prévios.	43
Figura 4.5 - Circuito 1 -	45
Figura 4.6 - Multímetro	47
Figura 4.7 - Multímetro 2	48
Figura 4.8 - Multímetro medindo tensão elétrica.	48
Figura 4.9 - Multímetro 3	49
Figura 4.10 - Multímetro medindo corrente elétrica	49
Figura 4.11 - Circuito em paralelo..	50
Figura 4.12 - Exercício 2	50
Figura 4.13 - Exercício 3	51
Figura 4.14 - Circuito em Série	51
Figura 4.15 - Exercício 5	52
Figura 4.16 - Exercício 6	52
Figura 4.17 - Gráfico exercício 2.....	66
Figura 4.18 - Ligação exercício 3	67
Figura 4.19 - Exercício 12 a 14	73
Figura 5.1 - Tentativa de fazer uma ligação em paralelo	97
Figura 5.2 - Ligações feitas de maneira corretas	98
Figura 5.3 - Casa Econômica.....	100
Figura 5.4 - Casa econômica exemplo 2	101
Figura 5.5 - Casa Consumidora em excesso de energia elétrica	102

Figura 5.6 - Casa Consumidora em excesso de energia elétrica, exemplo 2.....	103
Figura 5.7 - Casa Geradora de energia elétrica	104
Figura 5.8 - Gráfico questão 2.....	106
Figura 5.9 - Circuito questão 3.....	110
Figura 5.10 - Respostas questão 4	112
Figura 5.11 - Respostas à questão 1a)	114
Figura 5.12 - Respostas à questão 1b).....	115
Figura 5.13 - Respostas à questão 2	116
Figura 5.14 - Respostas à questão 4	117
Figura 5.15 - Respostas à questão 5	118
Figura 5.16 - Respostas à questão 6	119
Figura 5.17 - Respostas à questão 7	120
Figura 5.18 - Respostas à questão 8	122
Figura 5.19 - Questões 12 a 14.....	127
Figura 5.20 - Respostas à questão 12	128
Figura 5.21 - Respostas à questão 13	128
Figura 5.22 - Respostas à questão 14	129

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 – Cronograma de atividades das aulas do “Desafio de Criatividade”: Instalação Elétrica numa caixa de sapatos.....	40
TABELA 4.2 – Valores de corrente e tensão elétrica.	53
TABELA 4.3 – Critérios de Avaliação da planta.	57
TABELA 4.4 – Critérios de Avaliação da construção da instalação elétrica.....	58
TABELA 4.5 – Critérios de Avaliação da construção complementar	58
TABELA 4.6 – Critérios de Avaliação da apresentação.	59
TABELA 4.7 – Critérios de Avaliação do relatório	59
TABELA 4.8 – Exercício 4	68
TABELA 5.1 – Informações identificadas na conta de energia pelo número de vezes que foram citadas.....	77
TABELA 5.2 – Causas dos diferentes valores das três contas identificadas pelos alunos.....	79
TABELA 5.3 – Tensão elétrica na residência dos alunos segundo eles mesmos	81
TABELA 5.4 – O significado do conceito Volts pelos alunos.....	81
TABELA 5.5 – Alunos afirmam ou não conhecer o significado de Watt.....	82
TABELA 5.6 – Alunos afirmam ou não conhecer o significado de Ampere.....	83
TABELA 5.7 – Qual o significado de Watt para os alunos que dizem conhecê-lo.	83
TABELA 5.8 – Qual o significado de Ampere para os alunos que dizem conhecê-lo	84
TABELA 5.9 – Opinião dos alunos sobre qual fenômeno físico acontece no corpo de uma pessoa quando ela toma choque.	85
TABELA 5.10 – O que os alunos pensam que vai acontecer quando, em uma ligação em série de três lâmpadas, a do meio queimar	86
TABELA 5.11 – Equipamento que consome mais energia independente do tempo	87
TABELA 5.12 – Equipamento que consome mais energia independente do tempo de uso	88
TABELA 5.13 – Estratégias de economia de energia segundo os alunos.....	90
TABELA 5.14 – Respostas questão 1	105
TABELA 5.15 – Respostas questão 2 a)	107
TABELA 5.16 – Respostas 2b)	107
TABELA 5.17 – Respostas questão 2 c)	108
TABELA 5.18 – Respostas questão 3a)	109

TABELA 5.19 – Respostas à questão 3b)	111
TABELA 5.20 – Exercício 4	111
.....	
TABELA 5.21 – Respostas à questão 9	123
TABELA 5.22 – Respostas à questão 11 para “casa econômica”	125
TABELA 5.23 – Respostas à questão 11 para “casa geradora”	126
TABELA 5.24 – Respostas à questão 11 para “casa excessivamente consumidora”	126

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – *Base Nacional Comum Curricular*

CTSA – *Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente*

MNPEF – *Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física*

PCN – *Parâmetros Curriculares Nacionais*

PROFIS-So – *Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba.*

TALE – *Termo De Assentimento Informado Livre e Esclarecido.*

TCLE – *Termo De Consentimento Livre e Esclarecido.*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	1
1.2 APRESENTAÇÃO.....	5
1.3 OBJETIVOS	6
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1 OS PLANOS GENÉTICOS DO DESENVOLVIMENTO	8
2.2 RELAÇÃO MEDIADA	10
2.3 OS “DESAFIOS DE CRIATIVIDADE” E VYGOTSKY	15
2.4 O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	16
2.5 ORIENTAÇÕES CURRICULARES E O ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO	18
2.6 VYGOTSKY E O ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO.....	24
CAPÍTULO 3 - CONTEÚDO DE FÍSICA	28
3.1 EMENTA DE ELETRICIDADE PARA UM CURSO DE NONO ANO	28
3.2 CIRCUITOS ELÉTRICOS - TÓPICOS DO CONTEÚDO DE ELETRODINÂMICA....	29
CAPÍTULO 4 - TRABALHO REALIZADO: CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO “DESAFIO DE CRIATIVIDADE”	39
4.1 OS “DESAFIOS DE CRIATIVIDADE”	39
4.2 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO DE “DESAFIO DE CRIATIVIDADE”: INSTALAÇÃO ELÉTRICA NA CAIXA DE SAPATOS.....	42
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E ANÁLISES GERAIS DAS ATIVIDADES	78
5.1 RECORTE DE PESQUISA E CONSIDERAÇÕES SOBRE APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	78
5.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULAS 1 E 2 – ANÁLISE DO LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	79
5.3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA AULA 6 - ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO.....	95
5.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULAS 12 E 13 – INSTALAÇÃO ELÉTRICA.....	99

5.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULAS 14 E 15 – APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS	101
5.6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULA 16 – PROVA	107
5.7 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULA 17 – RELATÓRIOS POSTERIORES	115
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO	133
REFERÊNCIAS	136
APÊNDICE	139
APÊNDICE A - DOCUMENTOS COMITÊ DE ÉTICA	140
APÊNDICE B - PRODUTO EDUCACIONAL.....	145

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

Vivemos um momento histórico em que a escola parece estar em crise, pois se antes não havia concorrência à altura como fonte informativa e detentora de conhecimento, hoje, ela vem brigando por esse espaço cada vez mais com as demais mídias, principalmente com a *internet*. Lutar pela manutenção do modelo tradicional, que busca meramente a transmissão de informações, é negar todas as potencialidades que a escola poderia trazer em favor de algo que a sociedade já tem acesso. Ou seja, insistir nesse modelo é tentar encaixar uma escola obsoleta para uma sociedade absolutamente modificada. Isso seria colocar a escola na contramão do progresso cultural humano, o que poderia fortalecer a crise de valor e identidade da escola.

Por outro lado, o acesso às informações através das mídias, sem a devida orientação, não garante, por si, a construção do conhecimento. Nesse aspecto, a escola deve continuar sendo responsável pelo desenvolvimento intelectual, social e cultural do indivíduo, porém ressaltando o desenvolvimento da autonomia, do senso crítico e de outras habilidades que possam garantir maior liberdade individual de ação e de escolhas, dentre as múltiplas interpretações possíveis da realidade.

Com isso, a educação, ao ter como objetivo a valorização e desenvolvimento de habilidades que possibilitam ao aluno interpretar, analisar e encontrar diferentes caminhos para a solução de um problema, passa a ter papel libertador para o sujeito. É preciso buscar uma ruptura com os tradicionais modelos de ensino e aprendizagem adotados nas escolas que se utilizam de práticas repetitivas e reprodutoras de informações e modelos.

A pesquisa em ensino de ciências está repleta de exemplos que possibilitam esse novo modelo de escola, ao se desviarem da relação professor-aluno descrita como “educação bancária” (FREIRE, 1987), na qual o professor é detentor do conhecimento e “deposita-o” no aluno. Nesse caso, o objetivo principal é tornar os alunos protagonistas nos processos da sala de aula, contribuindo, portanto, para a formação de cidadãos mais independentes. Exemplos interessantes são as pesquisas em Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) que defendem que a educação em ciências deve contemplar a análise crítica de como o desenvolvimento dessas quatro dimensões devem estar atreladas, analisando o impacto de uma nas outras (SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS, 2001; STRIEDER, 2008). Assim como a área de pesquisa em História e Filosofia da Ciência, que busca a análise menos ingênua da atividade científica, localizando a pesquisa em um momento histórico e construído por seres humanos (MATTHEWS, 1995; ZANETIC; MOZENA, 2004).

Apesar da riqueza metodológica, observa-se que quando se fala da pesquisa utilizando experimentação no ensino de ciências, muito se evidencia os conteúdos e pouco as habilidades que a mesma pode oferecer. A experimentação pode garantir uma série de habilidades motoras, intelectuais, atitudinais e emocionais que podem contribuir para o desenvolvimento de um indivíduo autônomo e protagonista. Dentre estas habilidades, citamos: o trabalho em grupo, a solução de um problema por mais de um caminho, além de fazer todo o processo de desenvolvimento do experimento como oportunidade de aprender diferentes conteúdos e habilidades, não sendo determinando somente o final do processo (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003).

O ensino de ciências com a experimentação é uma das metodologias que pode complementar as habilidades desenvolvidas no ensino por investigação, tendo um papel de grande importância. São diversas as maneiras que o ensino investigativo pode concretizar o processo de ensino-aprendizagem (MUNFORD; LIMA, 2007), partindo da ideia de que os estudantes podem, a partir de uma mediação, se envolver em atividades análogas àquelas de cariz científico, sendo levados a formularem e testarem hipóteses, analisarem os resultados e voltarem ao problema inicial ou à modificação deste, assim como ocorre na ciência. Desta forma, é possível ao mesmo tempo abordar a natureza da ciência e desenvolver o conteúdo.

Essa perspectiva valoriza a construção do conhecimento do aluno junto ao professor. É uma linha de trabalho que incentiva o processo de ensino e aprendizagem por meio de uma prática baseada, inicialmente, em situações e problemas abertos. Desse modo, o aluno é colocado, constantemente, na posição de elaborar e testar suas hipóteses sobre o processo estudado. Ou seja, os conceitos científicos passam a ser ferramenta de criação ou atuação sobre

uma situação problema. Entendemos isso como uma vantagem em relação ao ensino tradicional, no qual a compreensão do conteúdo é o objetivo final. Porém, nesse caso, a compreensão de um conteúdo deslocado de uma aplicação pode não fazer sentido para o aluno.

Valorizar o espírito investigativo dos alunos é valorizar a curiosidade, capacidade inerente ao ser humano. Uma vez que em diferentes atividades humanas são guiadas pela curiosidade e pela investigação, como as ciências e as artes, por exemplo.

Para Driver et al. (1999) aprender ciências é desenvolver uma nova forma de pensar e explicar o mundo natural. Nesse sentido, os autores defendem que há mais importância em desenvolver no aluno a forma de pensar de um cientista na solução de um problema, que acumular conceitos científicos já bem definidos. Podemos entender que a atividade científica é uma atividade de criação, dada a capacidade do cientista de analisar padrões e, então, criar modelos para interpretá-los. Porém, comumente, não é dada a mesma importância para a compreensão da ação criativa da ciência no ensino dessa disciplina nas escolas.

Com o reposicionamento do aluno como protagonista e figura central de seu próprio aprendizado, podemos destacar a criatividade tendo espaço em currículos voltados para o desenvolvimento de habilidades e competências. Essa opção pela posição do aluno indica não ser tão importante o simples acúmulo e retenção de conhecimentos meramente com caráter informativo, pois acesso aos mesmos se encontram facilitados em pesquisas na internet. Portanto esse posicionamento acaba por incentivar a capacidade de combinar os conhecimentos e informações, buscar soluções simples, rápidas e práticas além das soluções convencionais. Uma educação que valorize as habilidades vinculadas à criatividade pode colaborar com o empoderamento do sujeito, uma vez que o conhecimento seria usado como ferramenta para criar suas escolhas.

Com relação à criatividade na sala de aula, ela parece interpretada erroneamente por educadores, pois, em geral, é vista como um dom, acontecendo por meio de *insights*, aparentemente, portanto, incontrolável. Essa visão torna muito difícil o trabalho para o desenvolvimento da criatividade em uma sala de aula. Pesquisas em neurociência apontam que existem diferentes tipos de criatividade, algumas espontâneas e outras deliberadas (DIETRICH, 2004), levando-nos a crer que é possível buscar maneiras de potencializar essa habilidade.

Por exemplo, Vygotsky, segundo Barroco e Tuleski (2007), trata o cérebro como um órgão responsável não apenas por registrar e reproduzir, mas também responsável pelas práticas criativas. Essas práticas são dadas pela capacidade plástica do cérebro de combinar e reelaborar elementos antigos, o que leva a uma capacidade, inclusive, de criar novos elementos. O autor ainda explica que a imaginação, para Vygotsky, também chamada de fantasia – ambos termos

nomeados assim pelo próprio autor –, é base para toda atividade criadora, apresentada na área técnica, artística e científica.

Toda atividade humana que não se limite a reproduzir eventos ou impressões vividas, mas cria novas imagens, novas ações, pertence a essa segunda função criativa ou combinatória. O cérebro não é apenas um órgão capaz de conservar ou reproduzir nossas experiências passadas, mas também é um órgão combinador, criador; capaz de retrabalhar e criar com novos elementos do passado experiências novas normas e abordagens. Se a atividade do homem fosse limitada a reproduzir o passado, ele seria um ser voltado exclusivamente para ontem e incapaz de se adaptar aos diferentes amanhã. É precisamente a atividade criativa do homem que faz dele um ser projetado para o futuro, um ser que contribui para criar e que modifica o seu presente. (VYGOTSKY, 1998, p.3)

Kohl (2006) ressalta que a grande plasticidade do cérebro humano faz com que sejamos uma espécie menos pronta ao nascer, mas que as interações sociais e o ambiente vão nos modificando, nos projetando sempre para o futuro, permitindo aos humanos alcançarem grandes capacidades.

O poder de criação e modificação está associado à capacidade de relacionar o mesmo signo em diferentes situações ou diferentes signos para a mesma situação. Ou seja, o indivíduo criativo é aquele que, dada uma situação conhecida, porém com o acréscimo de um obstáculo, consegue resolvê-la buscando novas alternativas, expandindo sua relação com o ambiente externo.

Considerando essa abordagem, não podemos atribuir um valor à criatividade e medi-la, mas, durante o processo de aprendizagem, podemos dizer que a ampliação de repertório para a resolução de uma situação problema e a oferta de novos obstáculos e desafios podem ser fatores importantes para desenvolvê-la.

Acreditamos que, nas áreas de pesquisa em ensino de ciências, a experimentação oferece maior suporte teórico-prático para que possamos realizar e analisar uma atividade que tenha a possibilidade de desenvolver a criatividade. Por isso, nesta dissertação, buscou-se suporte nessas metodologias de trabalho para elaborar um protocolo de sequências de atividades que servirão para professores se inspirarem e aplicarem em aula.

Encontramos em Vygotsky uma teoria de aprendizagem que contempla diversos aspectos que estão vinculados com o que estamos buscando analisar. A teoria vygotskyana oferece suporte para a análise do desenvolvimento das funções psicológicas superiores, importantes para analisarmos o aprendizado de conceitos científicos, além de analisarmos os aspectos emocionais mais subjetivos. Outro ponto de destaque dessa teoria, e que auxiliou na

produção do manual, é a importância que atribui à interação social durante o processo de ensino-aprendizagem. A interação social pode auxiliar com a análise das relações aluno-professor e aluno-aluno, uma vez que as atividades descritas em nossa dissertação, em geral são desenvolvidas em grupos.

1.2 APRESENTAÇÃO

Este trabalho tem por objetivo analisar o potencial de atividades para o desenvolvimento de um manual que busca, além de explorar conteúdos teóricos, alcançar também habilidades socioafetivas, por meio de construções de protótipos, práticas que envolvam experimentação e investigação. Esse manual foi desenvolvido para o ensino fundamental, porém as atividades são perfeitamente adaptáveis a alunos do ensino médio.

As atividades foram apresentadas aos alunos com o título: “Desafios de Criatividade”¹. Este nome foi escolhido, pois além de ser motivador para os alunos, também representa um convite ao aluno para se envolver em diversos momentos de criação, sendo protagonista e autor do processo de ensino-aprendizagem.

Esta dissertação, portanto, busca apresentar alguns dos aspectos teóricos e pedagógicos dessa sequência de atividades. Para isso, inicialmente, explicitamos nossa visão do ensino através da justificativa, e, em seguida, explicaremos a fundo quais são os nossos objetivos. No segundo capítulo, discutiremos sobre o referencial teórico escolhido e o que caracteriza nossa visão de ensino-aprendizagem. Esse referencial deu suporte para refletir sobre a organização e o processo de desenvolvimento das atividades produzidas no manual. No terceiro capítulo, apresentamos uma sequência de orientações curriculares que demonstram como esse manual está alinhado às principais referências nacionais, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Curricular Comum. Apresentamos aqui também uma breve revisão bibliográfica sobre temas abordados em revistas de ensino de ciências que darão suporte para a análise e o desenvolvimento do manual. E ainda, destacamos alguns conteúdos físicos relacionados ao que trataremos na dissertação. No quarto capítulo, demonstramos o que são e um exemplo de “Desafio de Criatividade”. Além de descrevermos em detalhes cada passo das

¹ Porém, é importante deixar claro que, apesar do nome, não pretendemos abordar uma discussão sobre o conceito de criatividade e suas diferentes definições.

atividades. No capítulo cinco relatamos uma situação de aplicação do mesmo e, em seguida, com os dados colhidos, fazemos uma análise desse processo. No capítulo seis apresentaremos a conclusão de nossa pesquisa. No apêndice, disponibilizamos o produto da dissertação em sua forma finalizada.

1.3 OBJETIVOS

Buscando colaborar com o desenvolvimento de práticas de ensino-aprendizagem que venham de encontro ao que foi exposto anteriormente, o objetivo principal deste trabalho é desenvolver um manual que dê suporte aos professores para aplicação de uma proposta de sequência de atividades que estamos chamando de “Desafios de Criatividade”. Tais atividades abrangem uma variedade de metodologias, tais quais a experimentação, investigação, resolução de problemas e outras que possam, em uma sequência de aulas, auxiliar o professor no desenvolvimento de conceitos científicos, habilidades motoras e socioafetivas, tanto em momentos coletivos com toda a sala, como em grupos menores e até em situações mais individualizadas. Ao final, é importante que os alunos produzam algum experimento, maquete ou qualquer forma de concretização do conhecimento construído ao longo do processo.

O que se busca é a concretização de um processo de ensino-aprendizagem de ciências que, considerando alguns aportes teóricos, colabore com o potencial da criatividade, desenvolva habilidades investigativas e auxilie na compreensão de conceitos voltados aos contextos cotidianos dos alunos. Portanto, estamos pesquisando de que forma o ensino de ciências pode colaborar com a formação do indivíduo.

Ainda nesse trabalho, pretendemos discutir se, de fato, esta pesquisa contribuiu para a melhoria do trabalho de sala de aula do professor através da aplicação e análise de algumas das atividades desse manual. Não ressaltamos apenas a análise nos conteúdos científicos, mas também alguns aspectos mais complexos como a relação entre os estudantes, as habilidades necessárias para a concretização de uma atividade como as motoras e algumas emocionais. Por fim, destacamos elementos que possam demonstrar evidências de participação mais ativa e crítica dos alunos com esse processo.

Capítulo 2

REFERENCIAL TEÓRICO

A teoria de Vygotsky trata o desenvolvimento das funções psicológicas do homem num contexto sócio-histórico-cultural. Ou seja, o homem se desenvolve a partir das relações com outros indivíduos, numa determinada sociedade e em determinado momento histórico. Na obra “Formação Social da Mente”, Vygotsky (1991) critica as visões de psicólogos e pesquisadores que até então comparavam o desenvolvimento do ser humano com a botânica, para a qual o indivíduo possui, internamente, desde o nascimento, os recursos para se desenvolver de maneira independente das relações interpessoais, apenas aguardando a maturação do organismo.

O autor também critica a visão posterior que associa o desenvolvimento dos seres humanos ao de macacos antropóides, justificando que, apesar dos comportamentos dos macacos serem similares em determinado momento da infância dos humanos, essa visão não é capaz de explicar o desenvolvimento de funções mentais superiores nos indivíduos humanos, dentre as quais situamos o pensamento, a atenção e a linguagem.

Contrapondo essas visões, a teoria vygotskyana parte do princípio que cada indivíduo constrói sua história e se desenvolve integralmente de uma maneira mais complexa, dependendo de fatores internos e externos. Para ele, existem possibilidades e limitações impostas pela história natural da espécie humana, levando em conta as características físicas e fisiológicas individuais, mas também o momento histórico, a cultura e o ambiente em que o indivíduo está inserido, bem como os relacionamentos interpessoais. Para isso, propõe que o desenvolvimento seja compreendido por quatro dimensões distintas, chamadas de planos genéticos do desenvolvimento.

2.1 OS PLANOS GENÉTICOS DO DESENVOLVIMENTO.

Vygotsky e Luria (1996) afirmam que para estudar a psicologia do homem adulto é preciso considerar três dimensões do desenvolvimento:

1. Os aspectos biológicos da evolução, que leva em conta a história da espécie desde sua evolução vinda dos animais até o ser humano;
2. O aspecto da evolução histórico-cultural, do local e tempo em que aquele indivíduo está inserido, porém levando em conta toda a trajetória que resultou na transformação gradual do homem primitivo ao homem cultural moderno;
3. Por fim, o aspecto do desenvolvimento individual de uma personalidade única, com o qual um ser humano que nasce como um bebê e atravessa inúmeras situações até se transformar em um adulto.

Segundo Kohl (2006), as funções psicológicas, na teoria vygotskyana, são tidas como não construídas desde o nascimento do indivíduo. Além disso, essas funções não vêm prontas do meio externo, sendo desenvolvidas a partir da relação do indivíduo com o mundo, o que faz a teoria ser considerada interacionista. Leva-se em conta fatores orgânicos e individuais (internos), além de socioculturais e ambientais (externos). A pesquisadora explica que tais fatores podem ser divididos em quatro dimensões que auxiliam no desenvolvimento do sujeito, os chamados “planos genéticos do desenvolvimento”, sendo eles Filogênese, Ontogênese, Sociogênese e Microgênese².

² A Filogênese é o conjunto de características que englobam as capacidades que uma espécie está apta a realizar. Ela está associada ao desenvolvimento da espécie ao longo de sua história evolutiva. Como a plasticidade do cérebro humano, se por um lado somos a espécie animal menos pronta ao nascer, somos também a que melhor tem a capacidade de se adaptar ao meio exterior. Essa é a característica essencial para o desenvolvimento de funções superiores (BARROCO; TULESKY, 2007). Na teoria de Vygotsky, o cérebro é órgão responsável não apenas por registrar e reproduzir, mas também responsável pelas práticas não reproduzidas, portanto, criativas. Essas são possibilitadas pela capacidade plástica do cérebro de combinar e reelaborar elementos antigos, o que leva a uma capacidade de criar novos elementos.

A Ontogênese também é uma dimensão vinculada ao organismo, porém, nesse caso, é relativa à história de desenvolvimento de um indivíduo daquela espécie, são as características de desenvolvimento orgânico. Características físicas e fisiológicas são bastante divergentes quando olhamos para todos os indivíduos da espécie humana: cada sujeito se desenvolveu de maneira diferente. A essa dimensão está associada o fato de algumas pessoas terem, por exemplo, uma propensão à obesidade ou serem portadoras de deficiência física.

Nosso foco incide na sociogênese e na microgênese. Sobre o primeiro, Gehlen (2009) afirma que a cultura é uma herança da relação entre um indivíduo e o ambiente ou o meio social, uma vez que ao criar, inovar ou realizar determinada tarefa de maneira planejada e intencional, permite aos demais indivíduos do mesmo meio social passarem a realizá-la da mesma maneira. A cultura, portanto, não é apenas uma organização social. Como podemos observar entre os animais, ela é um conjunto de maneiras que determinada sociedade encontrou para se relacionar com o ambiente ou com o meio social em que está inserido.

Com isso, para Vygotsky a cultura é entendida como um produto da atividade social do ser humano. Diferente dos animais, a atividade social humana não se reduz a simples união de indivíduos da espécie, é preciso que as atividades sejam socialmente planejadas, seguindo a linha de Leontiev (1978), dizendo que são sociais tanto os instrumentos produzidos para realizar a atividade quanto o produto dela, pois outros sujeitos podem ser utilizá-los.

Já a Microgênese indica a história de desenvolvimento de cada fenômeno psicológico. Isso significa que o indivíduo passa por uma série de experiências únicas que o diferencia dos demais indivíduos. Mesmos irmãos gêmeos, que estão sujeitos aos mesmos três primeiros planos genéticos, podem se desenvolver por histórias diferentes para alguns mesmos processos, resultando em diferentes maneiras de realizar a mesma tarefa ou diferentes histórias para realizar a mesma tarefa, construindo, assim, uma individualidade.

É no desenvolvimento do plano da microgênese que é possível atuar por meio das práticas pedagógicas em escolas e espaços de ensino. Uma vez que nos planos biológicos e sociais, nada ou pouco se pode alterar por ação individual, uma vez que o plano biológico é afetado apenas por fatores genéticos e os sociais dependem de um número muito grande de indivíduos, com regras e relações preestabelecidas. Por outro lado, o processo de ensino-

A Sociogênese é o plano de desenvolvimento relativo à cultura e à relação social que aquele indivíduo se insere. Apresenta diversos aspectos como momento histórico, ambiente, classe social, estrutura familiar, entre outros. Kohl (2006) aponta que a cultura amplia as potencialidades do ser humano, pois é possível, através do desenvolvimento cognitivo, realizar funções antes impossíveis.

A microgênese é o plano genético capaz de quebrar o determinismo imposto pelos outros três planos, pois se limitarmos a análise do desenvolvimento psicológico do ser humano a esses três fatores, teríamos uma compreensão que seu desenvolvimento depende apenas de fatores externos. Entretanto, ao levarmos em conta o plano microgênico, que considera as decisões e ações do indivíduo, o desenvolvimento passa a ter um fator individual. Ademais, com a somatória das histórias das decisões nesse plano, possibilita a individualização, ou seja, torna a história das decisões dessa pessoa única.

aprendizagem de conceitos, o desenvolvimento da cognição, se dão através de processos individuais, ou seja, no plano microgenético.

Moreira (2016) aponta que o desenvolvimento das funções mentais superiores, origina-se de processos sociais. Portanto, o desenvolvimento dos aspectos cognitivos não pode ser compreendido sem levar em conta o contexto social, histórico e cultural. Ele também aponta que a relação entre o indivíduo e o mundo é mediada por signos e instrumentos.

Após este breve panorama acerca dos estágios de desenvolvimento humano sob o ponto de vista de Vygotsky, apresentaremos um importante aspecto que nesta dissertação foi amplamente utilizado como fio condutor das atividades: a relação mediada.

2.2 RELAÇÃO MEDIADA

Gehlen (2009) alerta que a teoria de Vygotsky está baseada nas ideias de Marx. Entre tais ideias, a autora aponta que a diferença entre o homem e os outros animais, é que o homem é capaz de produzir seus próprios meios de existência. Para isso, os seres humanos desenvolveram ferramentas (instrumentos) que lhes permitiram estabelecer relações com a natureza. Segundo a autora, na teoria marxista, o homem transforma a natureza e ao mesmo tempo se transforma, através de uma relação mediada por instrumentos e signos. A consciência do que se pretende produzir com o trabalho leva o homem a se distanciar dos animais.

Esse processo, caracterizado de humanização, está relacionado com a ação intencional do homem sobre a natureza em processo de interação mediado por instrumentos e por signos, a exemplo da produção de objetos, valores e costumes, a lógica, a linguagem, os conceitos. Assim, a própria produção de instrumentos é em si um trabalho, um processo consciente de ação sobre a natureza. (GEHLEN, 2009, p. 21)

Partindo desta perspectiva, Vygotsky investiga o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Segundo o pesquisador, a relação social é essencial para esse desenvolvimento, pois é através dela que se oportuniza a relação indireta, ou seja, mediada com o mundo. Para compreender a relação mediada com o mundo é preciso, anteriormente, entender o que é a relação não mediada, direta, que seria aquele comportamento mais elementar que qualquer ser vivo está sujeito ao se defrontar com alguma situação-problema (estímulo), segue o formato estímulo-resposta (VYGOTSKY, 1991). Ou seja, algum estímulo dado por outro

organismo ou pelo ambiente aciona nele uma reação (não planejada), portanto existe uma ação por instinto.

Esse comportamento é extremamente simples, não exige uma elaboração mental por parte do organismo, sendo assim, não representa as atividades mais elaboradas realizadas pelo homem. Para atividades mais complexas, entre o homem e o ambiente, ou entre o homem e o meio social, é necessária a mediação por signos ou instrumentos, na qual, entre o estímulo e a resposta, o indivíduo “coloca” o signo que servirá de elo entre ambos. Vygotsky (1991) ressalta que esse “colocar” é uma função ativa do sujeito para estabelecer essa ligação. Gehlen (2009) ressalta que o signo é um intermediário com ação no próprio sujeito, isto é, uma ferramenta mental utilizada pelo indivíduo para modificar sua relação com o estímulo.

O que Vygotsky propõe é outra forma de resolução de uma situação-problema estabelecendo um elo intermediário entre o estímulo que é provocado pelo meio exterior (objeto) e a resposta do sujeito. O elemento intermediário é caracterizado pela ferramenta de mediação (X), que inserido no contexto dos processos que procuram levantar possíveis soluções a problemas, assume uma importante função: a de que o sujeito se aproprie de condições/conhecimentos para se envolver ativamente na busca de uma solução aceitável. Vygotsky (1998) esclarece que o signo, ao criar uma nova relação entre S e R, apresenta características de ação reversa, isto é, atua sobre o sujeito e não sobre o objeto. (GEHLEN, 2009, p. 25)

Em determinados momentos, Vygotsky (1991) nomeia os signos como estímulos de segunda ordem, o que demonstra a relação ativa do indivíduo na relação mediada. Logo, o indivíduo se estimula através do signo para ressignificar o estímulo externo (de primeira ordem), antes da resposta ao estímulo.

Na medida em que esse estímulo auxiliar possui a função específica de ação reversa, ele confere à operação psicológica formas qualitativamente novas e superiores, permitindo aos seres humanos, com o auxílio de estímulos extrínsecos, controlar o seu próprio comportamento. O uso de signos conduz os seres humanos a uma estrutura específica de comportamento que se destaca do desenvolvimento biológico e cria novas formas de processos psicológicos enraizados na cultura. (VYGOTSKY, 1991, p. 30)

Um exemplo que pode ilustrar essa situação envolve a ação de uma criança muito pequena batendo em um cachorro, e em uma segunda situação a mesma criança batendo em um adulto. No primeiro caso, o cachorro não pode realizar a mediação, portanto, agirá por estímulo (o tapa da criança) e resposta (irá revidar, ou fugir, ou encontrar outra reação de defesa e contra-ataque). Por outro lado, o adulto que já construiu o signo “criança”, ou seja, sabe que nessa

idade uma pessoa não tem completa noção e consciência do que está fazendo, passa a mediar o estímulo (tapa) com o signo (criança), e, certamente, sua resposta não será de reação ao “ataque”. Por outro lado, em alguns momentos, o ser humano ainda age de maneira estímulo-resposta. Por exemplo, ao tomar um choque elétrico, ou se apoiar em algum lugar muito quente, não há mediação, apenas a reação de defesa de tirar a mão para preservar a integridade.

Em crianças muito pequenas, cerca de 10 meses de vida, a relação com o mundo não é mediada, ela é dada pelo que Vygotsky (1991, p. 18) chama de “raciocínio técnico”, no qual as ações seguem a relação estímulo-resposta. Ele aponta que esse tipo de comportamento é independente da fala ou de outra forma de linguagem. Alguns experimentos mostraram que caso haja algum instrumento por perto, as crianças são capazes de utilizá-los. Entretanto, isso não significa que elas, assim como alguns macacos antropóides, sejam capazes de ter uma relação mediada com o mundo, pois, ao tirar o instrumento do campo de visão deles, mostraram-se incapazes de buscá-los para a realização das tarefas. Isto é, as ações não são planejadas; o uso do instrumento não passou por uma atividade mental elaborada; não houve uma associação direta do estímulo com o instrumento e nem uma construção mental da função daquele instrumento. Para Vygotsky, a mediação da relação do homem com o mundo, por signos ou por instrumentos, está diretamente relacionada a funções mentais superiores, as mesmas são interiorizadas gradativamente, conforme se configuram as relações sociais.

Por meio do instrumento é possível ter uma relação mediada. O instrumento serve para facilitar ou possibilitar a ação que antes era realizada de maneira direta ou não era realizada. Além de serem mediadores, os instrumentos também são produtos da ação humana, carregam consigo uma construção histórica, uma maneira correta de utilização desenvolvida pela forma e propósito para o qual foram criados. Portanto, para utilizá-los, o indivíduo precisa interiorizar a maneira pela qual devem ser usados.

Os signos são ferramentas mentais de representação de um conceito ou ideia. Para Gehlen (2009, p. 26), “o signo, como uma construção do homem, é uma representação da realidade com a finalidade de proporcionar a comunicação entre os sujeitos”. Os símbolos usados em placas de trânsito são signos, pois é possível identificar o que fazer apenas observando uma imagem, sem nenhuma palavra escrita. Mesmo que tivesse, as letras que compõe as palavras e as próprias palavras também são signos, pois representam uma ideia, sintetizam um conceito. Para Vygotsky, enquanto o instrumento é um objeto físico externo ao ser humano, utilizado para relação com o mundo físico, ele é uma ferramenta interna de autodomínio do ser humano.

Moreira (2016) aponta que, em muitos casos, os signos, originariamente, são estruturas materiais que se tornaram mentais por um processo de internalização. É preciso esclarecer que signos e instrumentos não possuem o mesmo significado e função, apesar de ambas serem mediadoras e apresentarem algumas relações, como o fato de que todo instrumento também pode ser considerado um signo (pois foi construído historicamente para alguma função específica e é necessário conhecer a maneira de utilizar), se muitas vezes comparados por analogias, os conceitos de signos e instrumentos não possuem a mesma definição e nem a mesma função.

Apesar de ambos serem mediadores de uma interação entre o sujeito e o meio externo, o instrumento é um objeto materializado, de ação num trabalho; o signo, por sua vez, tem função de mediação psicológica, não existindo fisicamente. Vygotsky (1991) faz essa analogia, porém alerta suas limitações:

O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho. Mas essa analogia, como qualquer outra, não implica uma identidade desses conceitos similares. Não devemos esperar encontrar muitas semelhanças entre os instrumentos e aqueles meios de adaptação que chamamos signos. E, mais ainda, além dos aspectos similares e comuns partilhados pelos dois tipos de atividade, vemos diferenças fundamentais. (VYGOTSKY, 1991, p. 38)

Os signos são construídos através da relação social, e o sujeito os interioriza. Para Vygotsky (1991), esse processo de interiorização é lento e gradual. Nele a criança não inventa os signos e nem os recebe prontos de um adulto; para o autor, “os signos aparecem como o resultado de um processo prolongado e complexo, sujeito a todas as leis básicas da evolução psicológica” (p. 34).

Moreira (2016) exemplifica dois sistemas articulados de signos: a linguagem e a matemática, que passam pelo processo de internalização. Não é necessário que a criança desenvolva a própria linguagem ou regras matemáticas, ela precisa entender as regras vigentes na cultura em que está inserida. Fazendo isso de maneira progressiva e gradual, esses dois casos também mostram que os signos construídos em uma etapa servirão de base para a construção dos signos da próxima etapa. Por exemplo, o sistema de numeração é uma representação simbólica da quantidade de elementos presentes em determinada situação. A partir dele podemos posteriormente compreender as operações matemáticas.

Cada uma dessas transformações cria as condições para o próximo estágio e é, em si mesma, condicionada pelo estágio precedente; dessa forma, as

transformações estão ligadas como estágios de um mesmo processo e são, quanto à sua natureza, históricas. Com relação a isso, as funções psicológicas superiores não constituem exceção à regra geral aplicada aos processos elementares; elas também estão sujeitas à lei fundamental do desenvolvimento, que não conhece exceções, e surgem ao longo do curso geral do desenvolvimento psicológico da criança como resultado do mesmo processo dialético, e não como algo que é introduzido de fora ou de dentro. (VYGOTSKY, 1991, p. 34)

O indivíduo se desenvolve cognitivamente quanto mais aprende a utilizar um determinado sistema de signos, uma vez que aumenta a quantidade de operações psicológicas que ele é capaz de realizar. Moreira (2016) ressalta que quanto mais instrumentos e signos o indivíduo vai aprendendo a usar (interiorizando), tanto mais se amplia a gama de atividades nas quais pode aplicar suas novas funções. Ainda segundo o autor, para “Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais.” (p. 19). Moreira (2016) ao citar Driscoll (1995), alerta que o desenvolvimento cognitivo não é pré-requisito para a socialização, mas, sim, o contrário: a socialização ocasiona o desenvolvimento dos processos mentais superiores.

Vygotsky utiliza o conceito da relação mediada para estudar a formação de conceitos, buscando mapear as leis básicas que descrevem esse processo. Ao fazer um experimento com pessoas de diversas idades, identificou que a base dos conceitos começa a se formar na infância, porém vai adquirindo uma definição mais completa a partir da puberdade.

Em um corte genético, a conclusão da nossa pesquisa pode ser formulada em termos de uma lei geral que estabelece: o desenvolvimento dos processos que finalmente culminam na formação de conceitos começa na fase mais precoce da infância, mas as funções intelectuais que, numa combinação específica, constituem a base psicológica do processo de formação de conceitos amadurecem, configuram-se e se desenvolvem somente na puberdade. Antes dessa idade, encontramos formações intelectuais originais que, aparentemente, são semelhantes ao verdadeiro conceito e, em decorrência dessa aparência externa, no estudo superficial podem ser tomadas como sintomas indicadores da existência de conceitos autênticos já em tenra idade. Em termos funcionais, essas formações intelectuais são de fato equivalentes aos conceitos autênticos que só amadurecem bem mais tarde. (VYGOTSKY, 2001, p. 167)

Para o autor, a simples associação de palavras com objetos ou fenômenos não representa em si um conceito, porém, é processo importante nesta formação. Ainda segundo Vygotsky, é necessário ter propriedade na mediação com o signo; o domínio de certo conceito passa pela função que a palavra ou o signo exerce na utilização do conceito. Segundo o autor,

O processo de formação de conceitos é irreduzível às associações, ao pensamento, à representação, ao juízo, às tendências determinantes, embora todas essas funções sejam participantes obrigatórias da síntese complexa que, em realidade, é o processo de formação de conceitos. Como mostra a investigação, a questão central desse processo é o emprego funcional do signo ou da palavra como meio através do qual o adolescente subordina ao seu poder as suas próprias operações psicológicas, através do qual ele domina o fluxo dos próprios processos psicológicos e lhes orienta a atividade no sentido de resolver os problemas que tem pela frente. (VYGOTSKY, 2001, p 169)

Assim, para Vygotsky, a palavra é essencial no pensamento e, portanto, na formação de conceitos; a palavra é o meio pelo qual o homem estrutura sua linha de raciocínio, se planeja, forma conceitos e os utiliza. A palavra não é um simples amontoado de letras que representa objetos concretos e abstratos; é uma síntese de símbolos importantes para a comunicação, a relação interpessoal e intrapessoal, e também importante na formação de conceitos.

2.3 OS “DESAFIOS DE CRIATIVIDADE” E VYGOTSKY

Esse referencial teórico nos auxiliou a compreender como alcançar os objetivos apresentados no primeiro capítulo. Os planos genéticos descrevem que o desenvolvimento de habilidades intelectuais e emocionais vai muito além de uma dimensão meramente biológica e individual, pois o indivíduo é construído por suas relações com o ambiente, com a sociedade e com a cultura. Somado a isso, posteriormente, apresentamos a relação mediada do indivíduo com o meio e com a sociedade, onde as interações sociais internalizadas se transformam em estruturas das funções psicológicas superiores.

Dada essa complexidade de relações, as práticas pedagógicas devem ser baseadas em uma grande diversidade de oportunidades para que ocorram interações entre os alunos e outros alunos, alunos e professor, alunos e diferentes ferramentas de construções mentais e concretas.

Assim, acreditamos que os trabalhos em grupo possibilitam as interações entre diferentes habilidades dos alunos, e que tais ações promovam desenvolvimento mútuo, pois os próprios colegas podem ser agentes para a construção de habilidades e conhecimentos que algum integrante ainda não possui.

O professor é um agente do processo, tanto nos momentos de desenvolvimento de conhecimento específico da ciência, nas aulas teóricas ou nas práticas de investigação e trabalho em grupos, como também no desenvolvimento de outras habilidades socioafetivas, de persistência e resiliência.

2.4 O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Uma das linhas de pesquisa mais exploradas no ensino de física e no ensino de ciências é o ensino por meio da experimentação. A partir da análise de duas grandes revistas de Ensino de Física, Araújo e Abib (2003) encontraram mais de 90 artigos dessa temática. Dada a natureza experimental da ciência, muitos defendem a sua utilização como ferramenta pedagógica, mas, apesar disso, a ciência escolar e a atividade de pesquisa da ciência pura são muito distantes. A distância pode ser explicada pela forma de utilização (ou até a falta dela) de experimentos didáticos, que Elia (1985) aponta como uma contradição, cujas razões são históricas e culturais.

Camilo (2011) afirma que a experimentação, no ensino de ciências, é defendida por alguns autores como essencial para o bom processo de ensino e aprendizagem e para o estímulo à participação e à postura ativa dos estudantes; já sua ausência, de outro modo, é uma das principais causas de possível fracasso. Ainda segundo o autor, a atividade experimental tem como objetivo quatro grandes categorias: 1) desenvolvimento de Habilidades, necessárias para a construção, manipulação e interpretação do experimento; 2) aquisição de Conceitos, leis e fenômenos que se pretende estudar com o experimento; 3) discussão da Natureza da ciência, relacionada com a compreensão do aluno sobre a atividade do cientista; 4) desenvolvimento de Atitudes, aspectos relativos às experiências e à relação afetiva que o aluno desenvolve por meio da atividade experimental.

O ensino baseado em atividades experimentais, de maneira geral, busca a aplicação do método científico ou de parte dele, e até mesmo de atividades pedagógicas que podem ser divididas em três categorias de aplicação: demonstrar, verificar ou investigar algum fenômeno da natureza, resultado de experimento ou teorias e conceitos científicos (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003). Na demonstração, os alunos são passivos e simplesmente assistem ao experimento como em um show; apenas fazem parte da plateia. A utilidade dessa categoria no processo de ensino e aprendizado é exemplificar determinados fenômenos vistos apenas na teoria. Na segunda categoria, a verificação, o aluno segue uma determinada “receita de bolo” apenas para corroborar algum conhecimento visto em aula. Ou seja, se ele seguir corretamente os passos, o valor fica próximo ao esperado na teoria e ele obtém sucesso. Na terceira maneira, o grau de liberdade do aluno é maior, e ele precisa propor como investigar o problema, saber inferir, analisar e dizer o significado dos resultados.

Para os autores Séré, Coelho e Nunes (2003), mesmo nessas três categorias existem variações da maneira como são aplicadas, podendo o aluno ter maior ou menor grau de

liberdade ao longo da atividade. Como exemplo, os autores descrevem a maneira mais conhecida de laboratório, na qual o aluno segue uma “receita” do que fazer: “A maneira clássica de utilizar o experimento é aquela em que o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno.” (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003, p. 31). Ela ainda afirma que afirma que a crescente utilização das tecnologias de ensino e a utilização da informática na análise de dados fez surgir outra vertente de utilização de meios tecnológicos para a aquisição de dados experimentais. Por fim, aponta um último método de aplicação da atividade, ao sugerir que os alunos “imaginem um modelo” para a descrição de determinado fenômeno.

Araújo e Abib (2003) revisaram os artigos publicados de 1992 e 2001, com a temática de experimentação no ensino de ciências e, além de concordarem com as três categorias de (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003) Séré *et al* (2003), ainda apontam que os trabalhos podem ser divididos entre quantitativos e qualitativos. Araújo e Abib (2003) também apontam que, a partir dos artigos analisados, as atividades experimentais contribuíram tanto para o trabalho dos professores quanto para o processo de ensino-aprendizagem.

As mais diversas teorias de ensino-aprendizagem impulsionaram a análise das atividades experimentais. Camilo (2011) assinala que:

Segundo Trumper (2003), a partir da década de 1970, os objetivos do ensino de ciências sofreram algumas modificações causadas pelas novas tendências, apoiadas nos trabalhos de Piaget e Vygotsky, que se fizeram presentes no ensino de ciências. No primeiro autor destaca-se o papel ativo que o estudante tem ao assumir a posição de construtor de seu conhecimento, origina-se assim uma valorização dos objetivos relacionados às possíveis habilidades desenvolvidas por meio da realização de atividades experimentais em detrimento da aprendizagem de conceitos, por exemplo. No segundo autor tem-se um destaque especial para o espaço privilegiado de interações sociais que são conseguidas por meio da utilização de atividades desta natureza. (Camilo, 2011, p. 96)

Além dos trabalhos de pesquisa de Piaget e Vygotsky, outros também podem ser utilizados na análise do uso do laboratório como uma ferramenta didática, na identificação de como as práticas contribuem para o processo. Como exemplo, neste caso, podemos citar uso do laboratório como uma possibilidade para uma aprendizagem significativa para o aluno, segundo a teoria de Ausubel. Posteriormente, analisaremos mais profundamente as contribuições da teoria de Vygotsky na análise dessas atividades, pois elegemos tal teoria como o suporte para nossa análise. Entretanto, já podemos ressaltar que, para Vygotsky, o desenvolvimento das funções psicológicas superiores ocorre por meio das interações sociais (MOREIRA, 2016). O

grande valor da prática experimental que se deseja destacar aqui é o seu papel como mediadora do processo de ensino-aprendizagem, potencializada pelo trabalho em grupo, com uma sequência de processos voltados à discussão e não simplesmente para atividades que valorizem respostas fechadas. Portanto, o grande valor da prática experimental se encontra no ato de investigar, analisar os dados, refletir, discutir e, então, concluir.

2.5 ORIENTAÇÕES CURRICULARES E O ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO

As referências curriculares publicadas pelo Ministério da Educação, como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC³) (BRASIL, 2017), demonstram a importância da experimentação e da investigação no ensino de ciências, através da publicação de documentos que orientam a construção e servem para o embasamento dos currículos e práticas de ensino. Tais documentos orientam e embasam os currículos e práticas de ensino das escolas de todo o território brasileiro.

Buscamos, neste capítulo, a análise de documentos do ensino fundamental e médio, pois a proposta é explorar as potencialidades dessa metodologia (a experimentação) no ensino de ciências, independente da série a ser aplicada, nesse primeiro momento. Obviamente, algumas atitudes demandam uma maturidade ou desenvolvimento cognitivo que não estarão presentes em maior grau em algumas séries iniciais do ensino fundamental. Por outro lado, o processo de investigação, conforme mostraremos ao longo deste capítulo, pode ser iniciado desde muito cedo, respeitando certas limitações nas habilidades de operação e análise por parte dos alunos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais + (BRASIL, 2002), que apresenta “Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais”, é um documento orientador para a aplicação dos documentos anteriores no ensino médio. Ele destaca em uma de suas seções o “sentido da experimentação”, apresentando a importância de atividades práticas no desenvolvimento de habilidades e atitudes do aluno, ao longo do processo de construção do conhecimento. Segundo o documento,

³ Trata de um documento de caráter normativo que orienta os órgãos envolvidos na educação, quais conteúdos, habilidades e competências desejadas para todo o território nacional, ou seja, as aprendizagens essenciais que todo indivíduo deve receber na Educação Básica (BRASIL, 2017).

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2002, p. 81)

As atividades práticas estão implícitas no texto através dos verbos “*fazer, manusear, operar, agir*”, direcionando tais ações ao aluno “Letrado cientificamente” como um autor do próprio processo de ensino-aprendizagem. Desta forma, o texto do documento retira o estudante da condição de passividade, como apenas um receptor do conhecimento do professor, que aceita a “aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável” a importância de formar um estudante para se desenvolver nesse tipo de ambiente é prepará-lo para agir da mesma maneira na sociedade, isto é, ser mais ativo, questionador, ter argumentos e poder de ação dentro do contexto social mais amplo.

Desse modo, vemos que o ensino de ciências ganha poder em ter função ativa no ambiente e na sociedade em que o indivíduo está inserido, pois o desenvolvimento de argumentos, de raciocínio complexo, de criação de hipóteses, como outras habilidades que podem ser ensinadas, incentivadas e desenvolvidas, são qualidades que auxiliarão não só o desenvolvimento da cognição, mas também da autonomia e criatividade. Esse aprendizado tornar-se-á muito mais útil do que apenas aquele de conceitos científicos.

Ainda de acordo com o documento, a experimentação não deve se reduzir às práticas tradicionais realizadas em laboratórios, pois isso estaria em acordo com o modelo “receita de bolo”, no qual o aluno é apenas um repetidor do que está escrito no papel, sem refletir sobre o que está fazendo. Conforme destaca o documento,

As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando-se ‘experiências’ que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. (BRASIL, 2002, p. 81)

O documento explicita a possibilidade de trabalhar com materiais de baixo custo como uma das saídas para escolas com menos possibilidade de gastar com material. Muitas vezes, este é o motivo indicado por professores como empecilho para a realização de atividade dessa modalidade.

Para concluir a seção, o documento ainda defende que a contextualização, isto é, o trabalho na localidade em que os alunos estão inseridos, pode ser uma das maneiras de trazer a experimentação aliada ao processo de ensino-aprendizagem, para aproximar os conteúdos à realidade dos alunos. Ademais, essa pode ser uma forma de prepará-los para o enfrentamento de problemas reais.

Experimentalizar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos óptico-mecânicos. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais. (BRASIL, p. 81, 2002)

Dessa maneira, podemos compreender que as atividades experimentais não estão exclusivamente limitadas a um espaço formal reservado apenas para tal atividade. Laboratórios e espaços de experimentação como *FabLabs* e *Makerspaces*⁴ podem ser aliados no fornecimento de ferramentas e instrumentos adequados para tais atividades. Por outro lado, a postura investigativa não depende de espaços específicos e dessas ferramentas. Devemos destacar, inclusive, a importância de se levar a investigação para o contexto do aluno, pois essa é a melhor maneira para ele compreender que a experimentação e a investigação não estão limitadas a espaços formais, e que algumas das habilidades utilizadas por cientistas podem fazer parte do repertório que lançam mão, todos os dias, para tomar decisões.

Continuando a análise de documentos oficiais, as “Orientações curriculares para o ensino médio” (BRASIL, 2006), ao estabelecer a orientação curricular no ensino dessa etapa, orienta o papel da participação do professor no processo de ensino-aprendizagem. O documento sugere que o docente deve mediar a relação com o aluno, fazendo com que ele reflita, use do

⁴ Espaços dotados de diversas ferramentas e materiais que possibilitam a construção de diversos protótipos ou objetos. Em geral está baseada na fabricação digital, ou seja, trazer ao mundo concreto construções projetadas em computadores, por meio de impressoras 3D e cortadoras a laser. Muitos desses espaços possuem dias livres que qualquer pessoa pode utilizá-los, pagando apenas o uso do material. A possibilidade da personalização de objetos de usos múltiplos e o acesso a essas construções vindas de qualquer parte, torna esses espaços, para alguns pesquisadores, como a próxima revolução industrial (ANDERSON, 2013).

senso crítico para elaborar hipóteses, bem como o que deve fazer para testá-la, organiza-la e analisa-la os resultados para, então, chegar a uma conclusão. Conforme o texto do documento,

A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a ideia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. (BRASIL, 2006, p. 26)

Esse trecho mostra que a atividade deve partir de uma “questão a ser respondida”, ou seja, um problema, um desafio, ou alguma outra maneira de gerar a curiosidade ou a reflexão nos alunos. Essa etapa é de grande importância, uma vez que é responsável pela motivação inicial dos estudantes. Destacamos que a questão proposta deve ter um determinado grau de abertura, não podendo ser uma pergunta com resposta única, ou aquela em que haja apenas uma única maneira para se chegar ao resultado.

Ainda nas “Orientações Curriculares” (BRASIL, 2006) também está presente uma análise que destaca a ausência da necessidade de equipamentos sofisticados. Ressaltamos aqui, novamente, os apontamentos do texto sobre locais comuns no cotidiano, como soluções possíveis para que as atividades aconteçam. Ainda segundo o documento, a abertura que uma atividade de investigação proporciona, habilita diversas maneiras de se chegar a resultados corretos. Isso proporciona ao aluno maior liberdade para utilizar diferentes habilidades e competências na resolução do que foi proposto, valorizando uma variedade maior de capacidades, além, é claro, de aumentar o leque de possíveis caminhos de desenvolvimento dos alunos. Segundo o texto,

Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes. (BRASIL, 2006, p. 26)

Para encerrar a análise de documentos oficiais, em 2017 houve a publicação da BNCC, que determina um currículo mínimo em comum para o ensino fundamental em todo o território

nacional. Além de apontar algumas características do currículo, a BNCC oferece algumas orientações sobre a maneira que tais currículos podem ser trabalhados. Mais uma vez, a investigação e a experimentação aparecem como ferramentas que possibilitam alcançar os objetivos de ensino propostos pelo documento. Inicialmente, o texto defende que, no atual contexto em que vivemos, onde a ciência e tecnologia se mostram muito presentes, o **letramento científico** é de suma importância na educação. Para a BNCC, **letramento científico** pode ser entendido:

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. (BRASIL, 2017, p. 319)

Assim, o documento também defende que o aluno, ao final do processo de ensino-aprendizagem, seja autor, protagonista, e não apenas uma pessoa passiva, capaz apenas de compreender o que se passa, mas não de atuar no meio, reforçando essa ideia apresentada em documentos anteriores. A finalidade de aprender ciências passa a ser “*o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania*” (BRASIL, 2017, p. 319). O documento ainda sugere que essa capacidade seja desenvolvida pelos alunos através da aplicação de habilidades, competências, comportamentos, práticas e procedimentos encontrados ao longo das atividades nas quais está presente a investigação científica.

A BNCC indica que o acesso do aluno aos conhecimentos científicos desenvolvidos ao longo da história da humanidade é tão importante quanto a aproximação dele aos procedimentos da investigação científica. O texto também sugere uma “*aproximação gradativa*” a esses conhecimentos, em razão dos diferentes estágios do desenvolvimento cognitivo que o aluno pode apresentar, impossibilitando, assim, a aplicação completa do método de investigação desde as séries iniciais do ensino fundamental. Destacamos do texto:

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. (BRASIL, 2017, p. 319)

Assim como os documentos anteriormente citados, a BNCC volta a reforçar que as práticas adotadas em aula devem considerar cada vez menos o aluno um indivíduo passivo. O texto reforça ser contrário à simples apresentação dos conteúdos, sugerindo que as atividades desenvolvam outras habilidades e atitudes, o que viabiliza a ideia de ensino através de investigação até então apresentada, pois, conforme o documento, a linguagem da ciência e seus procedimentos serão uma via para alcançar o desenvolvimento de alguns comportamentos atitudinais. Como explicitado no documento,

Portanto, não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e seu bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2017, p. 329)

É importante destacar que as habilidades e comportamentos apresentados no texto, em geral, não estão restritas apenas a aplicações científicas ou técnicas. Isto é, o objetivo do ensino de ciências, revelado pelo texto, não é de retenção de conteúdos científicos, ou preparação para vestibulares, ou ainda para formar profissionais que estejam diretamente vinculados com a área da ciência. O ensino de ciências passa a objetivar o desenvolvimento de comportamentos que possam contribuir com o indivíduo e esse com a sociedade, buscando torná-lo mais crítico, autônomo e protagonista de sua realidade.

Podemos sintetizar as ideias, apresentadas em todos os documentos citados até aqui, com mais um trecho da BNCC:

Ao contrário, pressupõe organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. Dessa forma, o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (BRASIL, 2017, p. 329)

Com essas referências, tentamos mostrar que a experimentação e a investigação são muito valorizadas no ensino de ciências. Além disso, ressaltamos como elas se tornaram,

de alguma forma, metodologias previstas para orientar e direcionar o plano do ensino de ciências no país.

2.6 VYGOTSKY E O ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO

Encontramos embasamento no pensamento de Vygotsky para analisar o potencial das atividades investigativas e experimentais no ensino de conteúdos de ciências, como também investigar as habilidades, competências e atitudes no processo de ensino-aprendizagem, além de compreender o desenvolvimento das funções psicológicas superiores decorrentes das relações sociais ao longo deste processo.

No capítulo 2, apresentamos que o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, para Vygotsky, dependia de fatores internos (biológicos) e externos (sócio-históricos-culturais) ao sujeito. A proposta do autor de que no plano sociogênico o desenvolvimento é internalizado de dentro para fora, pode dar a impressão de que não há possibilidades de mudanças, uma vez que ele sugere que o desenvolvimento venha de fora para dentro. Por outro lado, a teoria vygotskyana está baseada na teoria marxista, que acredita ser o trabalho o elemento pelo qual o homem muda o ambiente e a si mesmo simultaneamente. (GEHLEN, 2009). Isto é, o ser humano está na sociedade e internaliza a cultura, ao mesmo tempo em que pode ser autor e modificá-la.

Metodologias que valorizam a autoria, a reflexão, a análise crítica, a intervenção, a solução de problemas e o posicionamento preparam o aluno para ser um agente de transformação social. Como vimos nas seções anteriores, o ensino por meio de atividades de experimentação pode proporcionar algumas ferramentas mentais, procedimentos e atitudes que contribuem nesse aspecto. Podemos exemplificar que, atualmente, existe muita discussão sobre o desenvolvimento sustentável: um cidadão, preparado para avaliar as causas e as consequências de um determinado problema, estará pronto para se posicionar criticamente perante discussões do tema, tomar decisões que levem a ações próprias, visando amenizar as consequências de atos prejudiciais ao ambiente.

Na experimentação, a relação do aluno com o conhecimento é mediada em diversas escalas e de diferentes maneiras. Primeiramente, a relação com o mundo físico em um experimento é mediada por instrumentos: as ferramentas físicas, que auxiliam a medir, comparar, modificar, colher amostras, entre outras ações. Para Vygotsky (1991), o uso de

instrumentos em fases mais avançadas do desenvolvimento está atrelado a signos, pois existem maneiras corretas de se utilizar determinados instrumentos. Ao fazer uso do instrumento, o indivíduo passa a conhecer sua finalidade e a maneira de utilizá-lo. Temos, assim, dois processos de mediação: num primeiro momento, a relação mediada entre aluno e instrumento através de signos; e posteriormente entre aluno e o mundo através do instrumento.

O uso de instrumentos pode também ser uma importante ferramenta pedagógica. Por exemplo, quando o professor apresenta novas ferramentas para a realização da mesma tarefa ou “proíbe” o uso das ferramentas habituais pode levar o aluno a buscar outros meios de solucionar o mesmo problema.

Segundo Marta Kohl (2006) um dos motivos que aproximam muitos pesquisadores na área do ensino da teoria vygotskyana é o papel dado ao professor. Voltemos à teoria: uma vez que as relações do homem são mediadas, o aluno precisa da mediação para alcançar o conhecimento. Isto é, o professor pode oferecer símbolos e ferramentas para tal mediação, e seu papel é de um agente de interação social. Segundo Vygotsky, o professor não transfere ao aluno o conhecimento como algo pronto e fechado; aquele vai possibilitando a este que construa gradativamente tal conhecimento dentro de possibilidades do momento.

O professor já conhecer aonde o aluno deve chegar, e vai apontando ou encurtando caminhos, fazendo-o experimentar, analisar e refletir diversas trajetórias que levam ao conhecimento desejado. Desta forma, a experimentação pode se tornar um momento, no processo de ensino e aprendizagem, onde o professor tem a possibilidade orientar esses caminhos de maneira mais individualizada, desde que a atividade não seja feita através do modelo “receita de bolo”, que padroniza todos os alunos num único bloco homogêneo, como se todos estivessem na mesma etapa de desenvolvimento.

Moreira (2016) destaca que, para Vygotsky, as relações sociais se transformam em desenvolvimento cognitivo. Isto quer dizer que as atividades em grupo passam a ser grandes aliadas desse processo. Lembramos que as atividades de experimentação costumam ser realizadas em grupos de alunos, o que possibilita as discussões, a divisão de tarefas, a exploração e o compartilhamento das múltiplas habilidades individuais.

Em uma aula tradicional, a possibilidade de colaboração entre os alunos torna-se restrita, uma vez que o professor trata de maneira homogênea uma heterogeneidade de características. Por outro lado, a experimentação e outras práticas, que possibilitam um contato mais próximo entre o professor e o aluno, favorecem a troca direta entre os sujeitos do ato educativo, sendo possível a ampliação do poder de ação do aluno.

Gaspar (2005) analisa os potenciais de se vincular as demonstrações experimentais à pesquisa em ensino de ciências, em sala de aula e espaços não formais de ensino, com a teoria de Vygotsky. Nesse sentido, destaca aspectos da contribuição do pesquisador russo nessa área: conceitos espontâneos, colaboração e interação social.

A colaboração é destacada pelo autor como uma potencializadora de habilidades e capacidades. Vygotsky afirma que, durante o processo de colaboração, a criança sempre pode fazer mais do que sozinha; ela se revela mais forte e mais inteligente. Entretanto, existe uma distância entre a capacidade no trabalho que ela realiza sozinha a zona de desenvolvimento real, e a capacidade de trabalho em colaboração, a zona de desenvolvimento proximal (GASPAR; MONTEIRO, 2005).

Vygotsky não restringe a relação professor-aluno como a única potencializadora, pois em atividades em grupo, os alunos, trabalhando em parceria, podem complementar habilidades e conhecimentos, ajudando uns aos outros, reciprocamente, a atingir um nível maior de entendimento através de diálogos e reflexões. Além disso, numa mesma sala com a heterogeneidade de características, os alunos apresentam níveis de desenvolvimento diferentes, tendo alguns dos estudantes habilidades melhor estabelecidas que outros. Dessa maneira, o aluno menos desenvolvido nesse aspecto encontra um semelhante muito próximo a quem imitar. Isso explica, muitas vezes, por que um aluno tem mais facilidade em compreender a linguagem de um colega, durante a explicação, do que a do próprio professor.

Logo, o trabalho em grupo apresenta grande valor na teoria vygotskyana, sendo as atividades experimentais um momento rico de aprendizado. Tais trabalhos, em geral, são organizados com uma intensa interação entre aluno e professor, aluno e colegas, tendo ampla possibilidade de desenvolvimento progressivo do aluno individualmente.

Gaspar (2005) destaca que é importante o processo de imitação de um “parceiro mais capaz”, alguém que saiba realizar a tarefa solicitada.

“Em outras palavras, a interação social só pode existir efetivamente em relação ao desenvolvimento de uma tarefa, se houver, entre os parceiros que a realizam, alguém que saiba fazê-la.” (GASPAR, MONTEIRO, 2005, p. 233)

Nessa perspectiva, Vygotsky afirma que a criança precisa da ajuda e orientação do professor, uma vez que não aprende o que sabe fazer sozinha; e o professor lhe dá esse acesso. Cabe ao professor, no processo de ensino-aprendizagem, “fazer, demonstrar, destacar o que deve ser observado e, sobretudo, explicar, ou seja, deve apresentar aos alunos o modelo teórico que possibilita a compreensão do que é observado, estabelecido cultural e cientificamente”

(GASPAR, 2005, p. 234). Assim, o professor é um agente de interação social que apresenta ao aluno atalhos para a compreensão de uma determinada cultura, como também de conhecimentos científicos e outros conceitos.

A colaboração de um parceiro mais capaz é um passo que possibilitará ao aluno, futuramente, fazer sozinho o que hoje é capaz de fazer somente acompanhado (VYGOTSKY, 2001). Essa distância entre as duas dimensões do desenvolvimento da criança é definida por Vygotsky como Zona de Desenvolvimento proximal (KOHL, 2006).

Esses são alguns dos aspectos da teoria de Vygotsky que nos auxiliaram na produção do material apresentado nesta dissertação.

Capítulo 3

CONTEÚDO DE FÍSICA

3.1 EMENTA DE ELETRICIDADE PARA UM CURSO DE NONO ANO

Nesse trabalho, posteriormente, apresentaremos uma aplicação dos “Desafios de Criatividade” onde utilizaremos conceitos de eletricidade, esta aplicação será um exemplo de como utilizar essas atividades, para abordar conteúdos de eletricidade, que fazem parte da ementa de um bimestre de um curso de física no nono ano de um colégio, particular no interior de São Paulo.

A seguir apresentaremos tal ementa para que o leitor possa melhor compreender de que forma esse trabalho contribuiu no desenvolvimento dos conteúdos de física. Além disso, no próximo item desse capítulo vamos abordar alguns aspectos físicos dos mesmos conteúdos.

O curso de ciências desse colégio no ensino fundamental desde o sexto ano até o oitavo ano apresenta um foco muito grande em conteúdos de biologia, sendo que apenas no sexto ano são trabalhados conteúdos específicos de química e astronomia em um bimestre, nos demais são tratados temas de ecologia, evolução, reinos e corpo humano. Nono ano, os conteúdos de biologia dão lugar a física e a química, o curso apresenta ao aluno todos os conteúdos que serão aprofundados ao longo dos três anos do Ensino Médio, com isso, obviamente esses conceitos são tratados com uma profundidade.

Com isso, o curso de física está dividido no primeiro bimestre abordando conteúdos de dinâmica e hidrostática, no segundo bimestre, passam a ser abordados conteúdos de vinculados ao estudo de energia, focando na parte de energia mecânica, posteriormente em termodinâmica, já no terceiro bimestre, são abordados os aspectos de eletricidade e óptica geométrica e, por fim, no quarto bimestre é abordada a temática da cinemática.

Fazem parte dos conteúdos de eletricidade:

- Cargas elétricas, corpos neutros e corpos carregados;
- Corrente elétrica;
- Materiais condutores e isolantes;
- Tensão elétrica;
- Lei de Ohm, resistores;
- Potência elétrica;
- Ligações em série e paralelo;

Com essa ementa, o objetivo é de compreender como quais são os fenômenos elétrico e como estão presentes no cotidiano do aluno, buscando que compreendam o funcionamento de circuitos elétricos, que reconheçam os materiais condutores e isolantes de corrente elétrica, que descrevam fenômenos de eletricidade e que sejam capazes de calcular o consumo de energia nos diferentes aparelhos eletrodomésticos.

Buscasse com essa ementa que os alunos tenham condições de fazer uma análise crítica de situações cotidianas para tomadas de decisões e posicionamento em discussões, e que além disso, também possam refletir nesses apertos de tal maneira que passem a agir de forma que leve a um consumo mais seguro, consciente e eficiente de energia elétrica, reduzindo riscos a própria segurança, danos ao ambiente e também mais econômica.

3.2 CIRCUITOS ELÉTRICOS - TÓPICOS DE ELETRODINÂMICA

Para a melhor compreensão do leitor dos aspectos físicos abordados nas discussões das aplicações das atividades, vamos apresentar e aprofundar alguns desses conteúdos. De maneira, que mesmo o leitor que não esteja familiarizado com tais conteúdos, possa acompanhar a descrição e análise das atividades descritas além dos resultados apresentados pelos alunos. Esse item também pode ser visto como uma oportunidade para o leitor, professor de ciências do

ensino fundamental, principalmente que não tenha uma formação em física de relembrar e aprofundar em alguns conceitos para que dessa maneira possa melhorar sua prática em sala de aula.

Apresentaremos a seguir tópicos do conteúdo de física abordado ao longo do trabalho que exploramos em nossa pesquisa, para que dessa maneira o leitor possa ter embasamento teórico necessário para acompanhar as discussões relacionadas ao tema. Nos capítulos posteriores apresentaremos uma atividade de eletrodinâmica, que envolve a compreensão de fenômenos elétricos e a construção de circuitos a partir dos mesmos, dentro da proposta dos Desafios de Criatividade.

Nesta seção, os conteúdos serão abordados num aprofundamento maior do que foi apresentado aos alunos do nono ano do ensino fundamental, uma vez que o objetivo do trabalho de pesquisa era introduzir os estudantes ao tema. Aqui apresentaremos o conteúdo de modo mais detalhado e formal, de modo a permitir ao leitor posteriormente escolher o nível de profundidade que pretende trabalhar.

3.2.1 Carga elétrica, Tensão elétrica e Corrente elétrica

A força eletromagnética é uma das quatro forças fundamentais da natureza (além dela ainda temos a força gravitacional e a nuclear forte e fraca). Diferente da força gravitacional, que é apenas atrativa, ela também pode ser repulsiva. Podemos fazer uma analogia entre essas duas forças numa característica presente nos corpos sujeitos a essas forças, a força gravitacional está associada à massa gravitacional de um corpo, assim como no caso da força eletromagnética às cargas elétricas, como são de dois tipos é convenção chamarmos de carga negativa e positiva. (NUSSENZVEIG, 1997)

É importante destacar que as analogias são uma importante ferramenta para aproximar do aluno o novo conteúdo a ser abordado. Já que muitas vezes, ele não tem vivência, vocabulário, a construção de alguns conceitos e internalização de alguns signos que são importantes para a introdução e construção do conteúdo novo.

Com isso, a analogia pode, em alguns aspectos, fazer o papel desses pré-requisitos que vão dar suporte para a abordagem e construção desse conhecimento. Porém é preciso deixar claro aos alunos que isso se trata de uma analogia, que possui limitações, e que a comparação está sendo usada temporariamente substituindo algumas estruturas que irão compreender melhor ao longo do processo.

Podemos associar as cargas elétricas a diferentes partículas subatômicas, sendo que o próton possui carga positiva de valor $+e$ e o elétron carga negativa do valor de $-e$. O módulo de e é calculado como $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Porém estas não são as menores cargas que uma partícula possui, uma vez que os prótons são formados por três quarks, dois *ups* e um *down*, os primeiros possuem carga $+2/3$ de e , já o segundo $-1/3$ de e . Até mesmo os nêutrons que possuem carga nula são formados por quarks que possuem cargas, no caso dois quarks *down* e um *up*.

Alguns materiais que permitem a passagem das cargas elétricas ao longo do material são chamados de condutores, já os que não permitem a passagem desse fluxo de cargas são chamados de isolantes. Para poder compreender essa propriedade é necessário compreender que alguns materiais são constituídos por átomos que possuem um conjunto de elétrons fracamente ligados ao núcleo, esses elétrons recebem o nome de “elétrons livres”. Os materiais que possuem elétrons livres são considerados condutores, aqueles que não possuem são chamados de isolantes. Segundo Young (2008):

A maioria dos metais é composta de bons condutores enquanto muitos materiais não metálicos são isolantes. No interior de um metal sólido como o cobre, um ou mais elétrons de cada átomo se desprendem e podem se mover livremente através do material, do mesmo modo que as moléculas de um gás podem se mover livremente através das espaços entre os grãos de um balde de areia. O movimento desses elétrons negativos produz a transferência da carga elétrica através do metal. Os elétrons restantes permanecem ligados aos núcleos carregados positivamente, os quais, por sua vez, permanecem relativamente fixos no interior do metal. Em um isolante não existe praticamente nenhum elétron livre, e a carga elétrica não pode ser transferida através do material. Denomina-se semicondutor um material que possui propriedades intermediárias entre as de um bom condutor e de um bom isolante. (YOUNG, 2008, p. 5)

A corrente elétrica pode ser definida como a taxa de cargas que passam por uma secção transversal de um condutor durante um intervalo de tempo. Ou seja, sendo i a intensidade da corrente elétrica e q a quantidade de carga que passou ao longo de um intervalo de tempo dt temos que:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

Hewitt (2002, p. 393) faz a analogia de que as cargas elétricas fluindo por um fio condutor são similares ao movimento de uma corrente de água ao longo de uma mangueira.

Porém assim como no caso da água na mangueira que não escorre espontaneamente, pois é preciso que seja aplicada uma diferença de pressão entre as duas extremidades da mangueira ou uma diferença de potencial gravitacional entre dois pontos, os elétrons livres em um condutor, também precisam de um estímulo para se movimentarem. Portanto é necessária a aplicação de uma diferença de potencial elétrico, ou tensão elétrica.

No caso da força gravitacional, um corpo massivo é capaz de distorcer o espaço-tempo a sua volta, causando a atração gravitacional. Por meio do campo gerado são delimitadas diferentes regiões com diferentes potenciais gravitacionais. Para que haja movimento, é preciso que haja duas diferentes posições com relação a origem do potencial (isto é, duas regiões com diferentes potenciais). Seguindo a analogia sobre a água do Hewitt (2002) podemos perceber que se uma mangueira contendo água em toda sua extensão for mantida por inteira na mesma altura, isto é, no mesmo potencial, não haverá fluxo de água.

Da mesma forma as cargas elétricas deformam o espaço a sua volta criando regiões de diferentes potenciais elétricos. Ao submeter um condutor em dois pontos diferentes a diferentes potenciais elétricos haverá um movimento ordenado de cargas elétricas, o que chamamos de corrente elétrica.

As unidades de medida no sistema internacional das três principais grandezas tratadas até aqui são Coulomb (C) para carga elétrica, Ampère (A) para corrente elétrica e Volts (V) para tensão elétrica (diferença de potencial). Como dito anteriormente a carga de um único elétron é $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C, o que faz com que 1 A de corrente (que possui 1 C por segundo) corresponda à uma taxa de $6,25 \cdot 10^{18}$ (6,25 quintilhões) de elétrons passando por segundo naquela região.

3.2.2 As Leis de Ohm

É possível estabelecer uma relação entre corrente e tensão elétrica dentro de um condutor conhecendo algumas características do mesmo.

Para entender as Leis de Ohm vamos demonstrar as mesmas baseado no que foi apresentado por Nussenzveig (1997, p. 103).

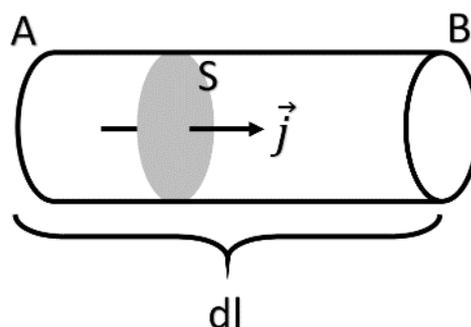


Figura 3.1 – Corrente elétrica passando por um condutor. Fonte: Pesquisador.

Sendo \mathbf{j} a densidade de corrente elétrica longitudinal, que passa pela superfície S é possível calcular a intensidade de corrente elétrica i que passa por toda a secção transversal S , com uma direção orientada pelo versor normal \mathbf{n} através da relação:

$$i = \int_S \mathbf{j} \cdot \hat{\mathbf{n}} dS = j \cdot S \quad (2)$$

Para Ohm é possível calcular a corrente elétrica de uma grande quantidade de materiais isotrópicos (isto é, que têm as mesmas características em todas as direções) líquidos e sólidos, através do produto da condutividade elétrica do meio (que é uma constante que depende do tipo de material) e do campo elétrico aplicado nele. Isto é:

$$\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} \quad (3)$$

Juntando as equações (2) e (3) temos:

$$i = \sigma E S \quad (4)$$

Reorganizando:

$$E = \frac{i}{\sigma S} \quad (5)$$

A diferença de potencial dV aplicada entre os pontos A e B pode ser calculada em função do campo elétrico constante E ao longo de toda extensão dl do fio condutor através da relação:

$$dV = V_A - V_b = \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = E \cdot dl \quad (6)$$

Reorganizando temos:

$$E = \frac{dV}{dl} \quad (7)$$

Relacionando as equações (5) e (7) temos:

$$\frac{dV}{dl} = \frac{i}{\sigma S} \quad (8)$$

O inverso da condutividade elétrica σ é chamada de resistividade elétrica ρ .

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (9)$$

Logo:

$$dV = \frac{i}{\sigma S} dl \quad (10)$$

$$dV = \frac{\rho dl}{S} i \quad (11)$$

Considerando a resistividade elétrica do material ρ , o comprimento dl do resistor e a área da seção transversal S , podemos atribuir para um resistor uma constante que engloba estas três características, o que chamamos de resistência elétrica R .

Abaixo está a equação que descreve a segunda Lei de Ohm, que permite o cálculo da resistência de diferentes materiais.

$$R = \frac{\rho dl}{S} \quad (12)$$

Por fim, substituindo a eq. (12) na eq. (11) podemos chegar à primeira Lei de Ohm (na forma apresentada pelos livros didáticos) que descreve a relação das características de um material condutor representado pela sua resistência elétrica R com a diferença de potencial elétrica U a que está submetido (trocamos a partir daqui a diferença de potencial de dV por U) e a intensidade de corrente elétrica i que surge em função da mesma.

$$U = Ri \quad (13)$$

3.2.3 Circuitos em série e paralelo

Na maior parte dos circuitos elétricos não se utiliza apenas uma lâmpada ou um resistor, mas é necessário fazer a associação de dois ou mais resistores. É possível associar resistores de duas maneiras diferentes, em série e em paralelo. Cada uma delas possui características diferentes de resistência equivalente, corrente e tensão elétrica conforme discutiremos abaixo.

Na associação em série, um resistor é ligado na sequência de outro, conforme a figura 3.2.

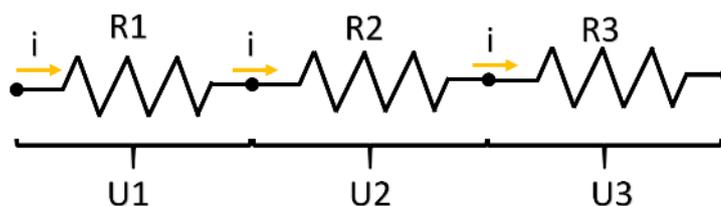


Figura 3.2 – Circuito em Série. Fonte: Pesquisador.

Na ligação em série a corrente elétrica é a mesma em todos os resistores, isso se deve ao fato de só haver um caminho para a corrente fluir. É importante notar que os elétrons não estão passando do primeiro resistor para o último eles fluem partindo de todo o circuito, uma vez que os elétrons livres estão presentes no material ao longo do mesmo.

Se continuarmos a utilizar a analogia da mangueira, como existe um único caminho a mesma gota de água, que na analogia está representando um elétron, terá que passar por toda a extensão dessa mangueira, pois não há outro caminho. Uma diferença de altura entre as duas pontas da mangueira representaria a diferença de potencial total no circuito, porém o desnível

entre cada ponto intermediário (que separa cada resistência) pode ser bem diferente um do outro, assim como a diferença de potencial também pode ser diferente entre cada resistor na ligação em série, dependendo da resistência da mesma.

Por outro lado, a tensão elétrica não é a mesma em cada um dos resistores, seu valor vai depender da resistência, sendo calculada pela Lei de Ohm para resistores ôhmicos.

Para encontrar a resistência equivalente do circuito é preciso compreender que como a tensão elétrica total a ser fornecida ao circuito é igual à soma de todas as tensões, ou seja:

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3 + \dots U_n \quad (14)$$

Substituindo a tensão elétrica utilizando a primeira Lei de Ohm, descrita em (13), temos:

$$R_{eq} \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i + \dots R_n \cdot i \quad (15)$$

Como a corrente elétrica é a mesma em todos os termos da equação, podemos dividir os dois lados da equação pelo seu valor, obtendo assim a equação que permite calcular a resistência equivalente de uma associação de resistores num circuito em série.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_n \quad (16)$$

Na associação em paralelo, todos os resistores são ligados entre os mesmos pontos, conforme a figura 3.3.

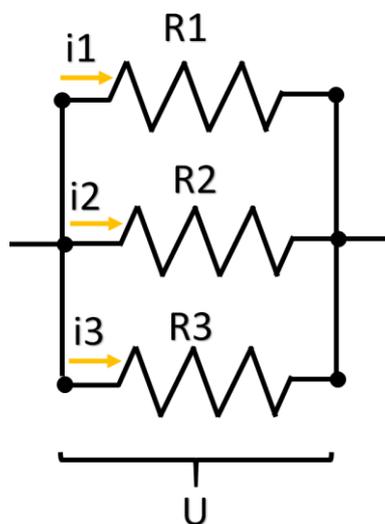


Figura 3.3 – Circuito em Paralelo. Fonte: Pesquisador.

Na ligação em paralelo a tensão elétrica é a mesma em todos os resistores, isso se deve ao fato de que as extremidades de todas as resistências estão submetidas a mesma diferença de potencial.

Já a corrente elétrica é diferente em cada um dos resistores, os valores também vão depender dos valores das resistências calculada pela Lei de Ohm para resistores ôhmicos.

Na analogia prévia, uma mesma gota de água (representa o elétron) não pode passar por mais de um caminho, com isso o fluxo de água (representa a corrente elétrica) pode ser diferente em cada caminho. Em relação a diferença de potencial, todos os resistores estão ligados nos mesmos pontos, com isso é como se a mangueira se separasse em três caminhos, porém cada caminho ligado nos mesmos dois pontos, mantendo assim a mesma diferença de altura.

Para encontrar a resistência equivalente do circuito é preciso compreender que como a corrente elétrica total a ser fornecida ao circuito é igual à soma de todas as correntes, então temos que:

$$i_t = i_1 + i_2 + i_3 + \dots i_n \quad (17)$$

Substituindo a corrente elétrica utilizando a primeira Lei de Ohm, descrita em (13), temos:

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \dots \frac{U}{R_n} \quad (18)$$

Como a tensão elétrica é a mesma em todos os termos da equação, podemos dividir os dois lados da equação pelo seu valor, obtendo assim a equação que permite calcular a resistência equivalente de uma associação de resistores num circuito em paralelo.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \frac{1}{R_n} \quad (19)$$

É possível calcular a potência dissipada nos dois tipos de circuitos pela relação:

$$P = U \cdot i \quad (20)$$

Utilizando novamente a equação (13), para substituir a corrente elétrica pela divisão da tensão elétrica pela resistência obtemos a relação da potência que só relaciona com a tensão aplicada e com a resistência do condutor:

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (21)$$

A ligação em série entre resistores sempre vai gerar maior resistência equivalente que a ligação em paralelo. Com isso, é possível verificar que a potência nos circuitos em paralelo sempre será maior que a potência dissipada pelos circuitos em série. Com isso, o brilho de lâmpadas ligadas em paralelo será maior que o brilho de lâmpadas ligadas em série.

Capítulo 4

TRABALHO REALIZADO: CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO “DESAFIO DE CRIATIVIDADE”

4.1 OS “DESAFIOS DE CRIATIVIDADE”

Apoiados pelo referencial teórico e metodologia de ensino de física apresentados, compilamos as atividades práticas de investigação e experimentação numa sequência de atividades que denominamos de “Desafio de Criatividade”. Conforme já relatamos na apresentação, esse título foi dado junto aos alunos, pois acreditamos que seja motivador e simboliza o papel criador que o aluno possui ao longo do processo de ensino-aprendizagem, demonstrando, e até mesmo, em alguns casos, desenvolvendo habilidades vinculadas ao protagonismo, criatividade e autonomia.

Os “Desafios de Criatividade” são uma sequência de atividades que pode complementar a metodologia de trabalho docente. Esta sequência busca, até certo ponto, uma ruptura com a forma de ensino de ciências tradicional, na qual os conceitos são trabalhados, majoritariamente, por aulas expositivas. A proposta consiste em abordar os conteúdos curriculares de forma diversificada – por meio de aulas teóricas, experimentais, investigativas e práticas de criação. Desta forma, o conteúdo a ser trabalhado recebe uma importância similar às habilidades de investigação, de socialização, criação e autoria do aluno.

A reflexão gerada pelos capítulos 2 e 3, bem como a aplicação prática dessa sequência de atividades, possibilitada pelo trabalho realizado junto aos alunos, permitiu elencar algumas das principais características que estão sempre presentes nas atividades dos “Desafios de Criatividade”, são elas:

- Explorar, pelo menos, um conteúdo curricular durante a sequência de atividades;
- Propor, pelo menos, uma investigação ao aluno ao longo do processo;
- Propor aos alunos uma atividade de concretização de um produto, maquete ou protótipo que solucione a situação problema ou questão proposta inicialmente.

Ressaltamos que o trabalho deve estar apoiado em pelo menos um conteúdo de física. Portanto, embora busquemos uma metodologia de atividades que vá além da simples abordagem conteudista, existe um comprometimento com o ensino de conteúdos da área.

O trabalho, conforme foi defendido ao longo da análise dos documentos de orientação curricular e também da revisão bibliográfica, deve proporcionar ferramentas e habilidades que poderão ser exploradas na vida pessoal e profissional da maioria dos alunos, envolvendo análise e resolução de situações sem uma resposta única.

A concretização do conhecimento teórico no formato de um protótipo, produto ou maquete permite, primeiramente, a elaboração de um planejamento das ações, como uma planta, um esboço ou um esquema do que será feito. Num segundo momento, haverá uma solicitação aos alunos quanto à organização de quais conteúdos, materiais e ferramentas serão importantes para tal construção. Assim, voltam a pensar no conteúdo abordado de maneira sistemática e planejada para enfrentar o problema.

Durante a construção, o trabalho em grupo gera uma série de oportunidades de aprendizado que se dão, principalmente, nos aspectos socioemocionais, uma vez que os estudantes precisam dividir tarefas, encontrar soluções para problemas previstos e não previstos, persistir, apesar dos problemas e dos erros, aprender com essas situações e aprender a vivenciar e solucionar conflitos. Tudo isso, obviamente, com o auxílio do professor.

Por fim, essa concretização traz uma visualização de fenômenos físicos na prática. Este fato, além de ser motivador, pois tira do mundo abstrato o conteúdo abordado, também possibilita ao professor trabalhar uma série de reflexões referentes às relações entre a teoria e a prática, como, por exemplo, as limitações que uma teoria apresenta na prática.

Estabelecidos esses três requisitos necessários para o desenvolvimento de um “Desafio de Criatividade”, listamos os principais procedimentos de aula adotados para a realização dos mesmos. Quais sejam:

1. Levantamento de conhecimentos prévios;
2. Aula(s) teórica(s) sobre o tema;
3. Realização da atividade(s) investigativa(s);
4. Construção do produto ou protótipo;
5. Apresentação e discussão;
6. Avaliação.

O levantamento de conhecimentos prévios tem por objetivo situar o professor em relação ao que os estudantes conhecem e não conhecem sobre determinado assunto, conteúdo ou habilidade. A importância dessa verificação encontra-se, principalmente, no propósito de saber se o aluno possui os pré-requisitos mínimos para o tipo ou nível de abordagem que o professor gostaria de exigir, de tal maneira que possa adequar o cronograma de ações alinhado às necessidades desse grupo de alunos.

Como dissemos anteriormente, o propósito da atividade é ensinar física e, portanto, são necessárias aulas teóricas. É importante que não se confunda aula teórica com aulas tradicionais, meramente expositivas. Ao citarmos tais aulas teóricas, estamos nos referindo a aulas que têm por finalidade abordar o conteúdo de física relacionado a um problema prático. Entretanto, a maneira como o problema pode ser trabalhado é bastante diversificada, a partir de processos mais dialógicos.

O levantamento de conhecimentos prévios deve, necessariamente, vir antes das demais atividades, uma vez que ele vai embasar as demais ações do professor. Os próximos tópicos, porém, não apresentam uma ordem específica. Por exemplo, a concretização do produto pode ser a etapa motivadora inicial para toda a sequência do trabalho, que dará origem a uma investigação e ao trabalho do conteúdo de física. Outra possível ordem é a que está demonstrada na lista: inicia-se com a aula teórica, sucedida pela investigação e finalização com o protótipo.

A avaliação para esse processo não deve ser simplificada e concentrada em uma única prova final, focando apenas nos conteúdos de física trabalhados, seja por memorização ou mesmo por resolução de problemas mais abertos. Isto porque, dessa maneira, corre-se o risco de não avaliar a diversidade de habilidades, competências e até conteúdos paralelos que fazem parte de todo o processo de ensino-aprendizagem envolvido nos “Desafios de Criatividade”.

Ainda mais, comprometeria todo o processo, uma vez que, ao desenvolvermos uma série de situações e avaliarmos apenas algumas delas, poderia transmitir aos alunos a sensação de que as demais situações não seriam importantes, o que prejudicaria todo o desenvolvimento das habilidades a serem desenvolvidas. Assim, acreditamos que a avaliação deva ser processual; vai mais além da atribuição de nota e da verificação da aprendizagem. Isto é, por meio dela os alunos também podem rever seus caminhos.

4.2 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO DE “DESAFIO DE CRIATIVIDADE”: INSTALAÇÃO ELÉTRICA NA CAIXA DE SAPATOS.

Nessa seção apresentaremos a descrição e análise de uma atividade que foi desenvolvida com aproximadamente 55 alunos (nem todos participaram de todas as etapas do processo) do 9º ano de uma escola privada, de classe média alta, de uma cidade do interior de São Paulo. Utilizamos o “Desafio de Criatividade” voltado para a discussão dos conceitos físicos de eletricidade dinâmica e suas consequências em nosso cotidiano.

A escolha desse tema deu-se pela importância que a eletricidade tem no cotidiano, uma vez que vivemos num cotidiano onde estamos cercados por todas as partes por aparelhos elétricos e eletrônicos. Ressaltamos também que é importante conhecer conceitos para resolver problemas cotidianos que envolvam esse tema. Além disso, é importante saber se proteger de situações perigosas relativas à eletricidade. Era sabido que os alunos não haviam trabalhado previamente esses conteúdos nessa série (pesquisamos os conteúdos abordados ao longo de todas as séries da escola e parte desse conteúdo é trabalhada, de maneira introdutória no 5º ano).

As atividades aconteceram, aproximadamente, durante um bimestre (terceiro bimestre), com a duração de três aulas semanais, de 50 minutos. Durante a sequência de atividades, iniciamos com o levantamento das conhecimentos prévios dos alunos. Em seguida, discutimos sobre economia e gasto de energia elétrica para, então, conceituarmos aspectos físicos. A partir de então, realizamos os desafios de criatividade, que foram avaliados em três momentos diferentes.

O “Desafio de Criatividade” proposto aos alunos foi a construção de uma casa, em uma caixa de sapatos, com a montagem de toda a instalação elétrica, utilizando *leds*. Além disso, cada grupo recebeu um desafio entre três possibilidades de tema de construção da casa, podendo

ser uma casa econômica, uma casa que gerasse energia elétrica ou uma casa que consumisse excessivamente energia elétrica.

Os alunos foram avisados de que a atividade faria parte de uma pesquisa de mestrado. Também foram informados sobre a possibilidade ou não em disponibilizar suas atividades para análise. O trabalho foi submetido ao Comitê de Ética e teve início após a aprovação⁵. A atividade seguiu o cronograma da tabela 4.1.

Aula 1	Levantamento de conhecimentos prévios
Aula 2	Discussão da atividade de conhecimentos prévios
Aulas 3 e 4*	Conceito Físico – Corrente e Tensão Elétrica
Aula 5	Conceito Físico – Ligação de resistores
Aula 6	Verificação Tensão e Corrente nas ligações elétricas
Aula 7	Apresentação da proposta do “Desafio de Criatividade”
Aula 8	Conceito Físico – Potência elétrica e Energia Elétrica
Aula 9 e 10	Pesquisa e Investigação Consumo de energia elétrica
Aula 11	Apresentação das plantas
Aulas 12 e 13	Construção dos circuitos elétricos nas caixas
Aulas 14 e 15*	Apresentação final dos trabalhos
Aula 16	Avaliação – Prova
Aula 17**	Avaliação posterior - Relatório

Tabela 4.1 - Cronograma de atividades das aulas do “Desafio de Criatividade”: Instalação Elétrica numa caixa de sapatos. Fonte: pesquisador

* Essas aulas tiveram um intervalo de pelo menos uma semana em relação às anteriores.

** Realizada no final do quarto bimestre.

A seguir, detalharemos o trabalho desenvolvido com os alunos, descrevendo todo o processo. Vamos apresentar as atividades em cada momento e relataremos a análise os dados das aulas 1, 6, 12 a 15 16 e 17, uma vez que foram as de maior participação dos alunos.

Aulas 1: Levantamento de conhecimentos prévios

⁵ CAAE número 65352417.1.0000.5504. Houve a assinatura do Termo De Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), por parte dos responsáveis dos alunos que desejavam participar da pesquisa e autorizados pelos mesmos e também a assinatura, dos alunos, no Termo De Assentimento Informado Livre e Esclarecido (TALE). Modelos disponíveis no apêndice.

Antes de introduzir os conceitos e a proposta de atividade aos alunos, realizamos a coleta de conhecimentos prévios a partir de um questionário, em que os alunos eram convidados a analisar três contas de consumo de energia elétrica diferentes. As perguntas buscavam compreender:

- I. a capacidade do aluno reconhecer e avaliar o porquê dos custos e tarifas;
- II. quais equipamentos e hábitos consumiam maior quantidade de energia elétrica;
- III. quais estratégias poderiam ser utilizadas para a economia desse recurso;
- IV. os demais, pré-requisitos dos conceitos físicos sobre energia elétrica.

Apesar de muitos alunos terem o primeiro contato com o estudo formal da eletricidade no nono ano, vivemos imersos em um mundo onde os recursos elétricos são cada vez mais comuns, o que leva a formular a hipótese de que os estudantes podem possuir alguns conhecimentos gerais de alguns aspectos acerca tema.

Nesse momento, participaram 38 alunos, que autorizaram a utilização de seus questionários. Faremos uma análise desses, acreditando que os dados guardam uma boa representatividade do contexto global da população estudada.

O questionário foi o seguinte:

Levantamento de conhecimentos prévios sobre eletricidade

A seguir, apresentamos uma sequência de Contas de Energia de residências, estabelecimentos comerciais e/ou indústrias localizadas na cidade.

ATENDIMENTO CPFL		PN	SEU CÓDIGO	CONTA MÊS	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0800 010 25 70 www.cpfl.com.br		700669626	2030524342	AGO/2017	28/08/2017	274,25
DISCRIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO						
Cod	Descrição da Operação	Mês Ref.	Quant Faturada	Unid Med	Tarifa com Tributos R\$	Valor Total da Operação R\$
0005	Consumo Uso Sistema (KWh)-TUSD	AGO/17	435,000	KWh	0,24117242	104,91
0001	Consumo Bandeira Verde - TE	AGO/17	435,000	KWh	0,34160920	148,60
0001	Adicional de Bandeira Amarela	AGO/17			6,85	6,85
0001	Adicional de Bandeira Vermelha	AGO/17			8,47	8,47
0004	Juros de Mora	JUL/17			0,24	0,24
0006	Multa por Atraso Pgto	JUL/17			5,18	5,18
	Total Distribuidora					274,25
TOTAL CONSOLIDADO						
274,25 258,83 67,21 208,93 2,50 11,54						
HISTÓRICO DE CONSUMO kWh Dias						
2017	AGO	436	31	Consumo TUSD 0,16786000 TE 0,23775000		
	JUL	430	31	Consumo kWh		
	JUN	402	29			
	MAI	491	33			
	ABR	380	28			
	MAR	402	29			
	FEV	408	31			
	JAN	406	29			
	DEZ	443	28			
016	NOV	530	33			
	OUT	460	30			
	SET	463	30			
	AUG	440	32			
TARIFA ANEEL						
Consumo TUSD 0,16786000 TE 0,23775000						
Consumo kWh						
EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO / DATAS DE LEITURAS						
Nº Energia Ativa 304662718						
Leitura 14/08/2017 69589						
Leitura 14/07/2017 64964						
Fator Multipl. 1,00						
Consumo (KWh) 435						
Taxa Perdas(%)						
Leitura Próximo Mês 14/09/2017						
COMPOSIÇÃO FORNECIMENTO (R\$)						
Energia 99,44						
Transmissão 6,29						
Distribuição 46,77						
Perdas 12,58						
Encargos 22,01						
Tributos 81,74						
INDICADORES DE CONTINUIDADE DE FORNECIMENTO DE ENERGIA						
SOROCABA 1						
Padrão Mensal 4,47						
Padrão Trimestral 8,96						
Padrão Anual 17,91						
Atualizado Mensal 0,00						
Período Apuração 06/2017						
Valor R\$ EU\$D 99,90						

Figura 4.1 Conta de energia número 1 – referente às questões do questionário sobre conceitos prévios. No questionário original, aparecia em uma página completa para melhor visualização. Fonte: Pesquisador.

ATENDIMENTO CPFL		PN	SEU CÓDIGO	CONTA MÊS	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0800 0 10 25 70 www.cpfl.com.br		711689341	2096404710	MAI/2014	09/06/2014	34,07
HISTÓRICO DE CONSUMO kWh Dias						
2014	MAI	10	28	Atual 27/05/2014		
	ABR	18	32	Anterior 28/04/2014		
	MAR	27	29	Nº de dias 29		
	FEV	12	30	Próximo Mês 26/06/2014		
COMPOSIÇÃO FORNECIMENTO (R\$)						
Energia 17,32						
Transmissão 1,50						
Distribuição 7,00						
Encargos 1,99						
Tributos 5,53						
EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO						
Nº Energia Ativa 304561550						
Leitura Atual 17691						
Leitura Anterior 17681						
Fator Multiplicação 1,00000						
Consumo (KWh) 10						
Taxa Perdas(%)						
Versão Nominal [V] 220 / 127 V						
INDICADORES DE CONTINUIDADE DE FORNECIMENTO DE ENERGIA						
SOROCABA 1						
Padrão Mensal 4,96						
Padrão Trimestral 9,91						
Padrão Anual 19,82						
Atualizado Mensal 0,00						
Período Apuração 03/2014						
Valor R\$ EU\$D 10,36						
2014 - TESTE BANDEIRA TARIFÁRIA (Apenas em caráter informativo)						
A partir de 2015 vigorará o sistema de bandeiras tarifárias. A bandeira verde não implicará cobrança adicional. As bandeiras Amarela e Vermelha, quando acionadas, implicarão tarifas de maior valor, devido ao maior custo de geração. No mês de Maio vigorará a bandeira Vermelha, a qual implicará R\$ 0,0300/KWh de acréscimo ao valor de Tarifa de Energia - TE, líquido de tributos. Maiores informações em www.aneel.gov.br						

Pago 06/06

Figura 4.2 Conta de energia número 2 – referente às questões do questionário sobre conceitos prévios. No questionário original, aparecia em uma página completa para melhor visualização. Fonte: Pesquisador.



Figura 4.3 Conta de energia número 3– referente às questões do questionário sobre conceitos prévios. No questionário original, aparecia em uma página completa para melhor visualização. Fonte: Pesquisador.

- 1) Numa primeira observação das contas de energia, liste quais informações vocês identificam?
- 2) Observe que em diversas partes da conta de energia é indicado o consumo de energia desse mês e de meses anteriores, o valor está indicado em KWh. Comparando as contas, você percebe diferentes valores. Porque há diferença de consumo entre as contas? Explique e explicita as possíveis causas.
- 3) Quantos Volts tem a tomada da sua casa? O que Significa Volt?
- 4) Você já ouviu falar em Watt (W) e Ampere(A)? O que significam?
- 5) O que é tomar uma descarga elétrica (choque)? Que fenômeno físico você acha que acontece?
- 6) Se a lâmpada do meio queimar qual(is) dela(s) vai(ão) apagar junto?

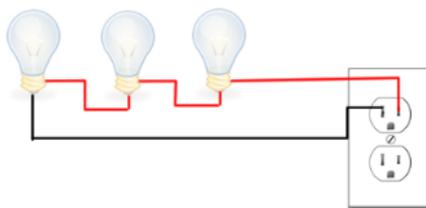


Figura 4.4 Circuito de lâmpadas ligadas – referente à questão 6 do questionário sobre conceitos prévios. Fonte: Disponível em: < <http://www.eletrocode.com.br/ligacoes-em-serie-e-em-paralelo/>>. Acesso em:

7) a) *Imagine todos os equipamentos elétricos e eletrônicos da sua casa. Se todos eles ficassem ligados por uma hora, qual deles você acredita que consumiria mais energia?*

8) b) *considerando o tempo que cada equipamento fica, de fato, ligado, ordene os 5 principais que você acredita que mais aumentam a sua conta de energia, do maior para o menor. Quais estratégias você acredita serem mais eficientes na economia de energia e também da conta de energia?*

Esse questionário foi respondido pelos alunos no período de uma hora. A maior dificuldade encontrada foi garantir a atenção dos estudantes durante a realização do questionário, para que as respostas não ficassem superficiais. Consideramos necessária uma conversa sobre a importância de realizar esse questionário e a explicação do projeto.

Nos capítulos posteriores, apresentaremos a análise dos dados obtidos a partir do questionário. Entretanto, podemos adiantar que houve ampla participação dos alunos, além de fazermos descobertas importantes sobre os conhecimentos dos alunos acerca do tema.

Aula 2: Discussão da atividade de conhecimentos prévios

Na segunda aula da sequência, as questões foram realizadas juntamente com os alunos para que fossem discutidas. Foi alertado que não era importante o acerto das respostas, até porque tais conceitos seriam trabalhados ao longo da atividade. Mas esse momento foi importante, pois uma série de perguntas foi apontada pelos alunos. Ressaltamos que, aqui, nesta etapa, seria importante introduzir, de maneira geral, os conceitos de eletricidade, além de oferecer um panorama do que viria a ser trabalhado em seguida.

A discussão foi realizada com toda a classe, pergunta por pergunta. Alguns estudantes, enquanto lembravam o que haviam escrito em seus questionários, socializavam suas respostas. O professor buscava incentivar a participação de todos para que uma variedade maior de pontos de vistas e experiências, sobre cada conceito, pudessem ser compartilhados.

Destacamos, durante a discussão, o debate sobre termos e conceitos cotidianos e/ou científicos. Muitos alunos não conseguiam “chegar” ao significado científico de alguns conceitos, como, por exemplo, o conceito de unidade de medida *Volts*. Os alunos demonstraram conhecer que ela está presente no cotidiano, mas não sabiam explicar o que significava.

Aulas 3 a 5: Conceitos físicos – Corrente e Tensão Elétrica, Ligação de resistores, Potência e Energia elétrica

Uma vez que o trabalho foi desenvolvido com o 9º ano do ensino fundamental, a intenção de trabalhar tais conteúdos não foi o aprofundamento, para tornar os alunos capazes de resolver uma variedade de exercícios muito grande ou para que pudessem ter o domínio total do assunto. Esperava-se que os alunos conseguissem definir cada conceito, além disso, que pudessem relacioná-los ao seu cotidiano. Para isso se tornar possível, as discussões em sala de aula foram baseadas em componentes elétricos que, em geral, os alunos possuíam em sua residência.

Esses conceitos foram abordados com diferentes ferramentas, desde a aula expositiva com auxílio de apresentação em slides e vídeos, que representaram os conceitos em escala atômica, e em simuladores computacionais, como as do projeto PhET⁶, da Universidade do Colorado.

Nas “aulas 3 e 4” foram trabalhados os conceitos de Corrente Elétrica e Tensão Elétrica.

Inicialmente, foi retomado o conceito de átomos, suas partículas constituintes e suas cargas. Esses conceitos já haviam sido previamente trabalhados pelos estudantes, ao estudarem em ciências a composição dos corpos no universo. Posteriormente, foram definidos os elétrons livres, como os mais fracamente ligados ao núcleo atômico e a sua presença em materiais condutores de eletricidade. Também foram discutidos com os alunos conteúdos sobre materiais condutores e isolantes elétricos.

Outros conteúdos também foram abordados: conceito de corrente elétrica, como o movimento ordenado de cargas elétricas; da corrente elétrica ao choque elétrico. Foi esclarecido que os elétrons não saem de um gerador e circulam por um condutor, mas que os elétrons livres, que constituem o próprio condutor, circulam compondo a corrente elétrica.

Apresentou-se à turma que a Tensão Elétrica, como a diferença de potencial elétrico, é responsável por causar o movimento das cargas elétricas. Como o conceito de diferença de potencial é bastante abstrato, utilizamos analogias com as diferenças de potenciais gravitacionais, causadas pelo campo gravitacional da Terra. Foram discutidos também os componentes domésticos que fornecem a Tensão Elétrica, além da Primeira Lei de Ohm, para que ficasse mais clara a relação entre Corrente e Tensão elétrica.

⁶ “Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As simulações PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.” Disponível em:< https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em: 03 dez. 2018.

Para exemplificar a relação desses dois conceitos, foi utilizado o simulador do Phet Colorado “Kit para Montar Circuito DC - Lab Virtual”, conforme sugere a Figura 4.5. Alertamos aos alunos que a imagem apresenta uma falha conceitual, proposital para facilitar a visualização. Isto é, a imagem mistura as escalas atômicas e macroscópicas na mesma imagem, uma vez que os elétrons circulam “por dentro” do fio numa dimensão e o fio condutor (que é constituído de elétrons) em outra.

Ao final da atividade, os alunos responderam a uma lista de exercícios que contemplava os conceitos trabalhados.

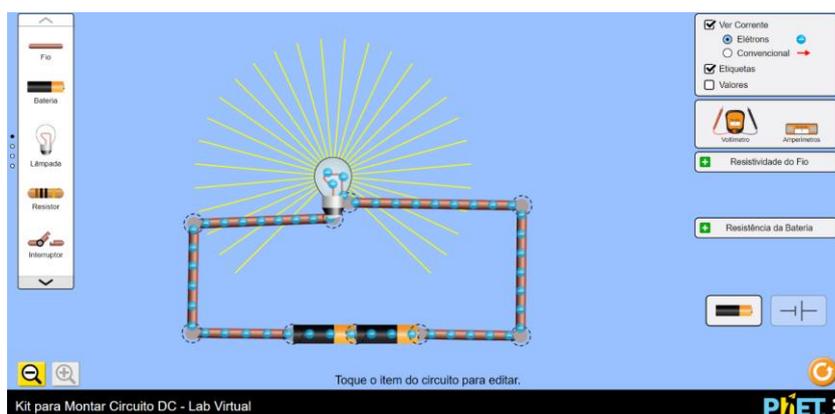


Figura 4.5. Circuito 1 - Fonte: Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>>. Acesso em: 01 nov. 2018

Na “aula 5” foram trabalhadas as Ligações de Resistores. Inicialmente, foram apresentadas as diferenças na forma de ligação entre as duas formas, para, então, descrever o comportamento da tensão elétrica e da corrente elétrica em cada uma delas.

Na sequência, foi discutido com os alunos o que acontecia em cada caso, quando havia uma interrupção: uma lâmpada queimada ou corte no fio. Por exemplo, em cada caso, quais lâmpadas permaneceriam acesas e quais se apagariam? Os estudantes responderam solicitamente, exemplificando que a ligação em série é utilizada em lâmpadas de “pisca-pisca” de natal. A hipótese sugerida pelos alunos deve-se ao fato de que estão acostumados a ver, nesses “conjuntos de luzes”, todas as lâmpadas se queimarem, depois que a primeira “apagou”. Ao serem questionados sobre as ligações elétricas presentes nas lâmpadas da sala de aula, os alunos consideraram as lâmpadas que estavam queimadas e se todas eram ligadas ao mesmo tempo ou não.

Aqui também não foram apresentadas as equações e as relações matemáticas para associação de resistores e resistência equivalente, uma vez que o objetivo era a construção teórica do conceito, sem tanto aprofundamento matemático. Nesse momento, recuperamos as

principais citações dos alunos, referentes à atividade de levantamento de conhecimentos prévios, e comparamos com as potências médias desses equipamentos, buscando na internet os valores. Ao final da atividade, os alunos responderam uma lista de exercícios que contemplava os conceitos trabalhados nessa e na aula sobre ligação de resistores.

Aulas 6: Verificação de tensão e corrente elétrica nas ligações entre lâmpadas

Nessa aula foi desenvolvida uma atividade de experimentação sobre ligações entre lâmpadas, em que os alunos precisaram medir a corrente e a tensão elétrica em circuitos em série e paralelo, em diferentes pontos, para verificar o comportamento da corrente elétrica e a tensão elétrica nesses tipos de ligação.

Para a realização da tarefa, os alunos deveriam seguir um manual para desenvolver toda a atividade, de forma guiada. Os alunos também deveriam trabalhar em grupo de 4 ou 5 alunos. Nós desenvolvemos esse material para instruir como as medidas deveriam ser feitas. Como a atividade é de verificação, ela sugere o modelo, passo a passo, do que deve ser feito. Afinal, o objetivo da atividade é que os alunos constatem, na prática, as questões teóricas. Além disso, é importante que eles compreendam as diferenças e limitações nesse aspecto do conteúdo.

Para os alunos foi apresentado o seguinte manual:

Siga as instruções abaixo para a realização da atividade:

O Multímetro – é um equipamento utilizado para fazer diversas medidas relacionadas a conceitos de eletricidade como: corrente elétrica (funcionando como um amperímetro), a tensão elétrica (funcionando como um voltímetro) e resistência elétrica (funcionando como um ohmímetro. Porém é importante saber como usá-lo e, nesse aspecto, a maneira correta de ligá-lo ao circuito é essencial.



Figura 4.6 – Multímetro. Fonte: Disponível em: <<https://www.netalarmes.com.br/multimetro-digital-am-dt830d>>. Acesso em: 01 nov. 2018

INSTRUÇÕES DE USO DO MÚLTIMETRO

Medindo tensão elétrica

1 - Quando realizar uma medida de Tensão elétrica, é preciso colocar os cabos do multímetro nas posições 1 e 2 sugeridas abaixo. Gire o indicador no centro do multímetro até a posição 3, como mostra a figura abaixo:



Figura 4.7 – Multímetro 2. Fonte: Disponível em: <<https://www.netalarmes.com.br/multimetro-digital-am-dt830d>>. Acesso em: 01 nov. 2018

2 - Quando realizar a medida de Tensão elétrica, é preciso colocar os cabos medidores em paralelo com a lâmpada, conforme a figura abaixo:

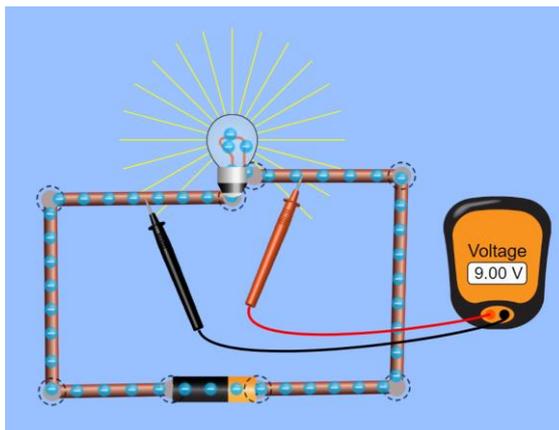


Figura 4.8 – Multímetro medindo tensão elétrica. Fonte: Disponível em:< <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

Medindo a corrente elétrica

1 - Quando realizar uma medida de corrente elétrica, é preciso colocar os cabos do multímetro nas posições 1 e 2, como sugerido abaixo. Gire o indicador no centro do multímetro até a posição 3, como mostra a figura:



Figura 4.9 – Multímetro 3. Fonte: Disponível em: < <https://www.netalarmes.com.br/multimetro-digital-am-dt830d>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

2 - Quando realizar uma medida de Tensão elétrica, é preciso colocar os cabos medidores em série com a lâmpada, conforme a figura abaixo:

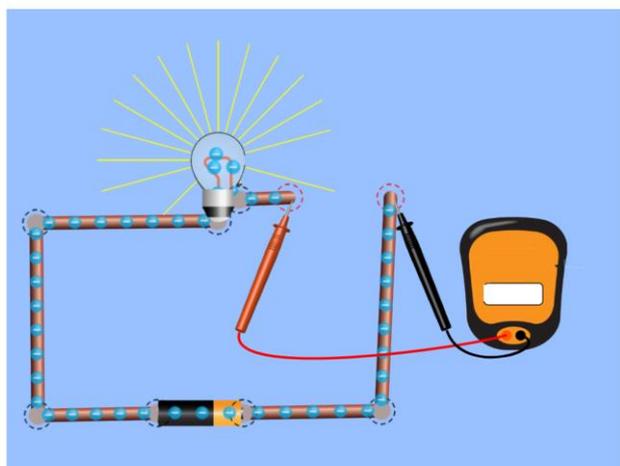


Figura 4.10 – Multímetro medindo corrente elétrica. Fonte :<<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>>.

Acesso em 01 nov. 2018.

ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO

Circuitos em Paralelo

1 – Monte o circuito conectando os cabos conforme a imagem abaixo:

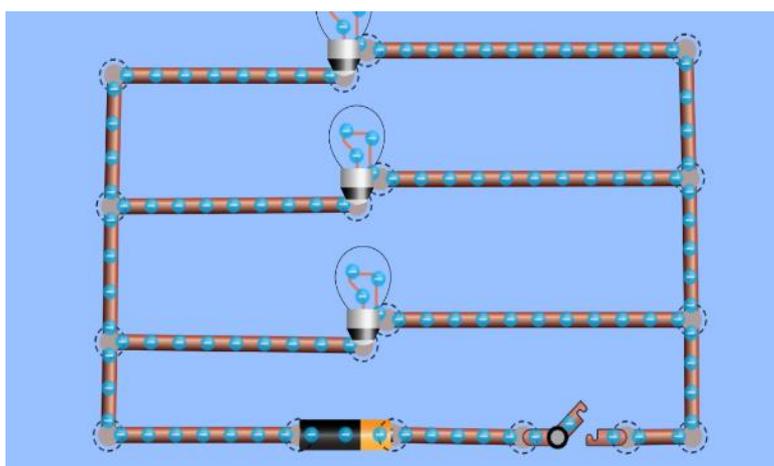


Figura 4.11 – Circuito em paralelo. Fonte: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>. Acesso em 01/11/2018.

2 - Meça a Tensão Elétrica em cada lâmpada conforme as configurações da figura 4.12, anotando os valores na tabela 4.2.

3 - Meça a Corrente Elétrica em cada lâmpada conforme as configurações da figura 4.13, anotando os valores na tabela 4.2.

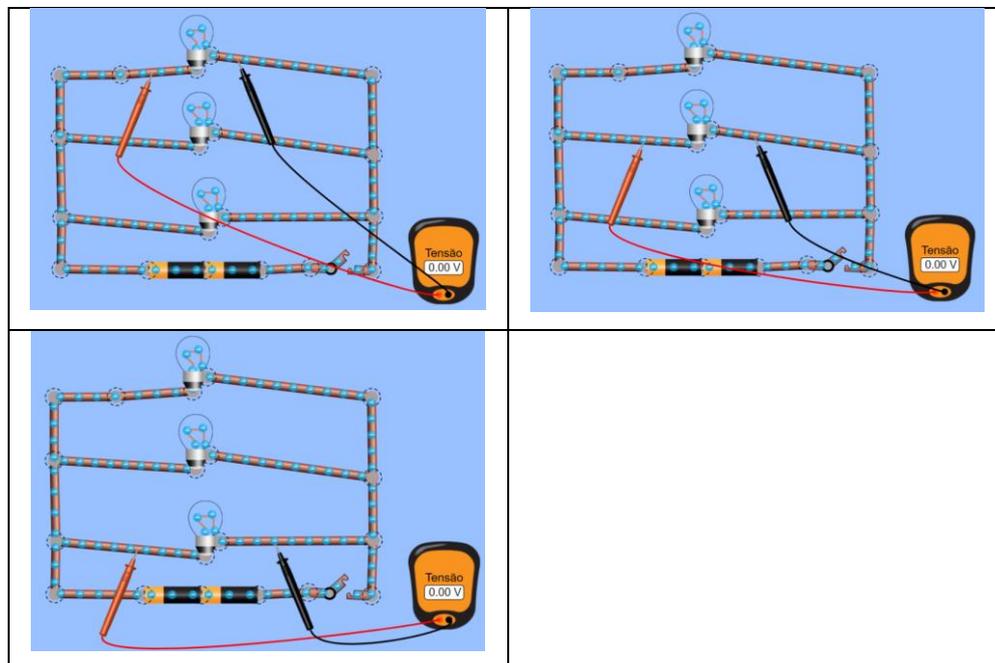


Figura 4.12 – Exercício 2. Fonte: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>. Acesso em 01/11/2018.

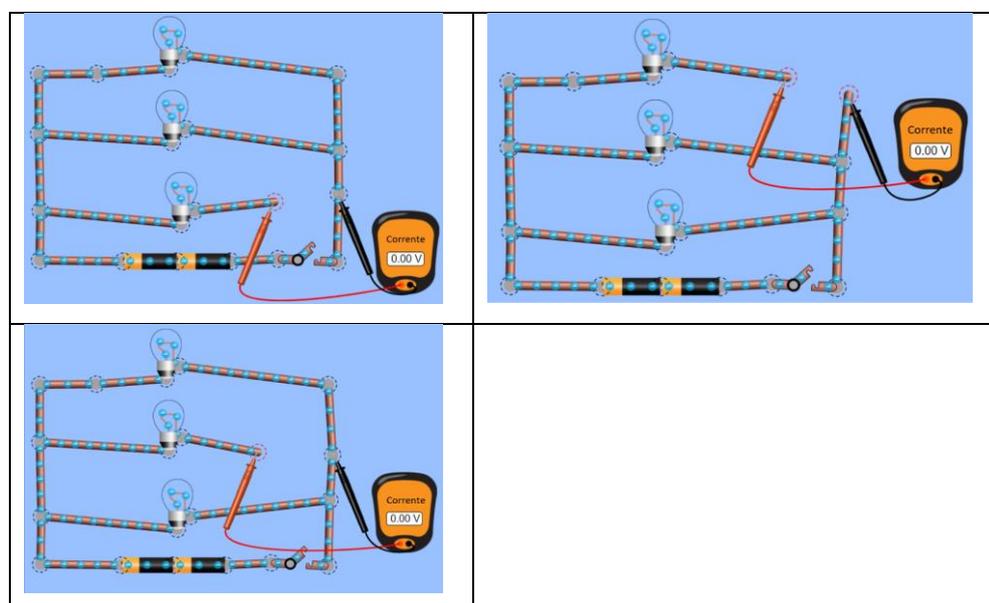


Figura 4.13 – Exercício 3. Fonte: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>. Acesso em 01/11/2018.

Circuitos em Série

4 – Monte o circuito conectando os cabos conforme a imagem abaixo:

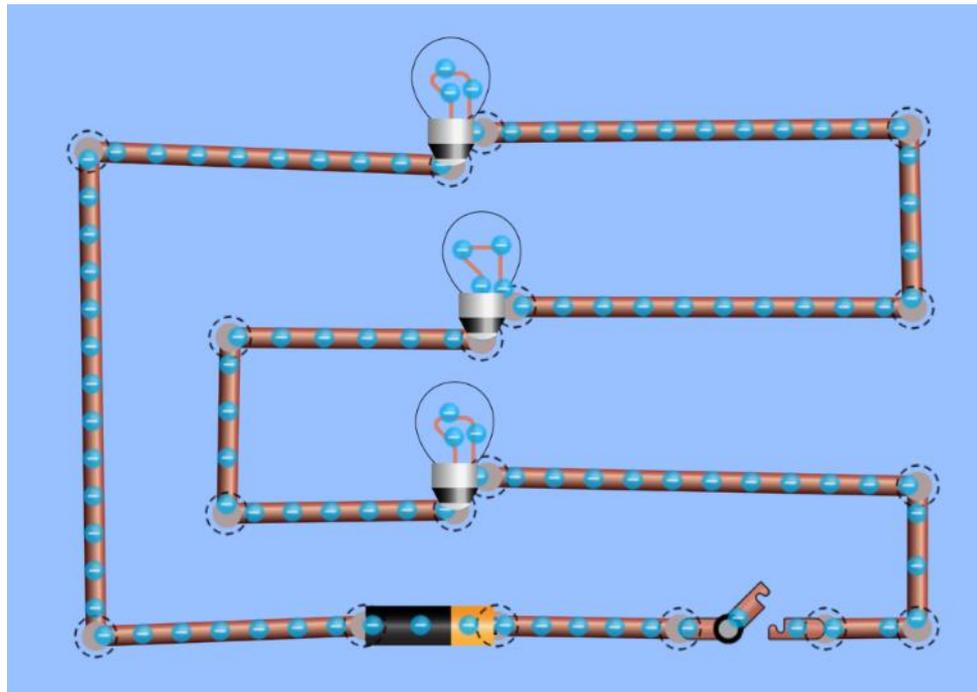


Figura 4.14 – Circuito em Série. Fonte: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>. Acesso em 01/11/2018.

5 - Meça a Tensão Elétrica em cada lâmpada conforme as configurações da figura 4.15, anotando os valores na tabela 4.2.

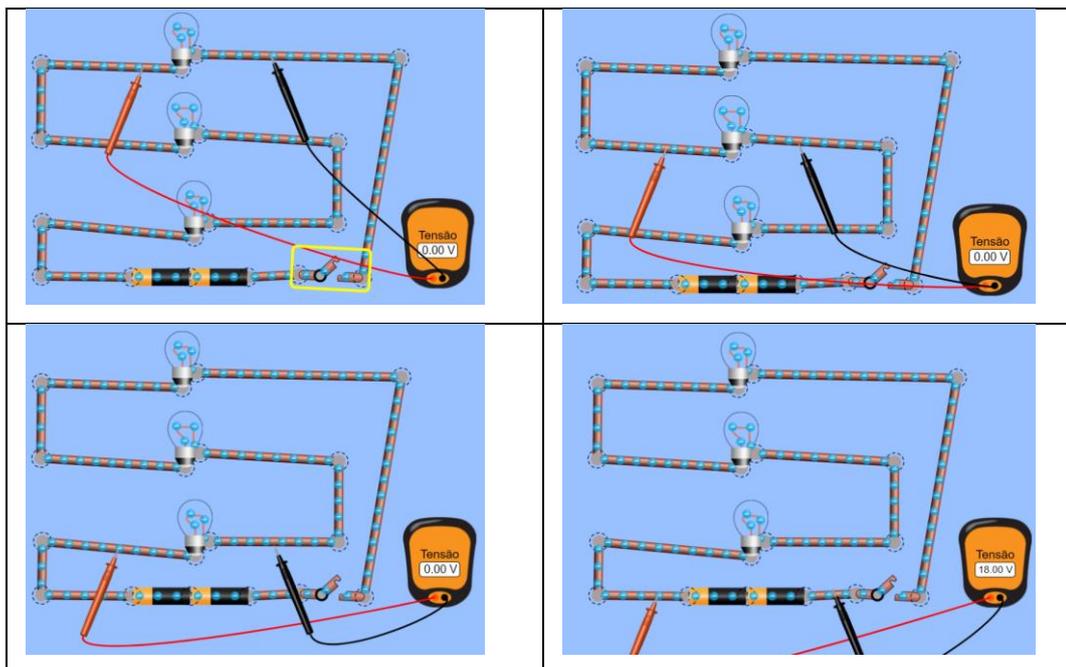


Figura 4.15 – Exercício 5. Fonte: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>. Acesso em 01/11/2018.

6 - Meça a Tensão Elétrica em cada lâmpada conforme as configurações da Figura 16, anotando os valores na tabela 4.2.

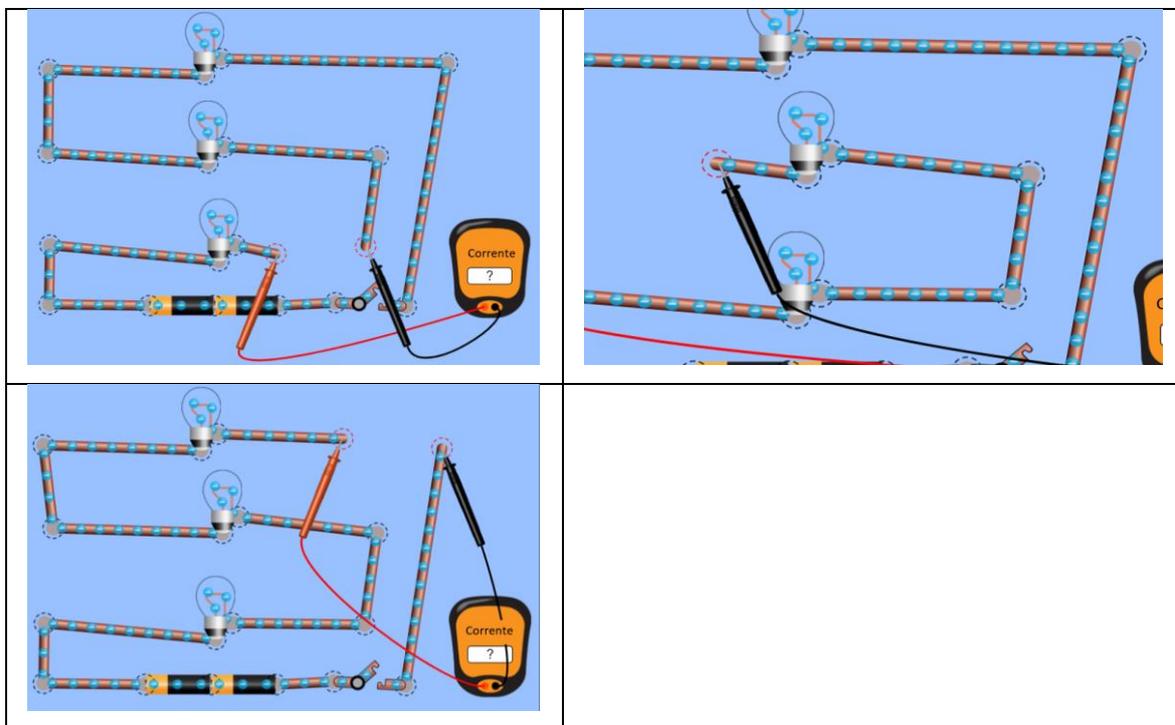


Figura 4.16 – Exercício 6. Fonte: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>. Acesso em 01/11/2018.

<i>Circuito Paralelo</i>			
<i>Tensão elétrica</i>		<i>Corrente elétrica</i>	
<i>Medida 1</i>		<i>Medida 1</i>	
<i>Medida 2</i>		<i>Medida 2</i>	
<i>Medida 3</i>		<i>Medida 3</i>	
<i>Circuito Série</i>			
<i>Tensão elétrica</i>		<i>Corrente elétrica</i>	
<i>Medida 1</i>		<i>Medida 1</i>	
<i>Medida 2</i>		<i>Medida 2</i>	
<i>Medida 3</i>		<i>Medida 3</i>	

Tabela 4.2 – Valores de corrente e tensão elétrica. Fonte: Pesquisador.

Com base na tabela 4.2 responda ao questionário abaixo:

1) Qual o comportamento teórico que se esperava para a Tensão Elétrica em cada uma das formas de se associar as lâmpadas?

2) *Qual o comportamento teórico que se esperava para a Corrente Elétrica em cada uma das formas de se associar as lâmpadas?*

3) *Descreva se o que foi observado nas medidas presentes na tabela representa o padrão de comportamento que se esperava na teoria para o fenômeno da tensão elétrica. Caso não, o que você acredita que possa ter interferido?*

4) *Descreva se o que foi observado nas medidas presentes na tabela representa o padrão de comportamento que se esperava na teoria para o fenômeno da corrente elétrica. Caso não, o que você acredita que possa ter interferido?*

Com a pergunta 1, esperava-se que os alunos descrevessem que a tensão elétrica seria a mesma em todas as lâmpadas no circuito em paralelo e que ela fosse dividida entre todas as lâmpadas no circuito em série, ou que talvez citassem que a soma total daria a tensão da bateria.

Com a pergunta 2, esperava-se que os alunos descrevessem que a corrente elétrica seria a mesma em todas as lâmpadas no circuito na série e em paralelo, tendo em vista que todas as lâmpadas eram idênticas e, portanto, apresentavam a mesma resistência. Isto é, mesmo no paralelo, onde a corrente que percorre cada lâmpada é diferente entre si, os valores são os mesmos. Julgamos necessário, assim, realizar uma discussão com a turma, após a atividade, para mostrar que, no paralelo, a corrente só seria a mesma nesse caso; já na série, a corrente é sempre a mesma em todas as lâmpadas. A discussão foi importante uma vez que a maneira como a atividade foi organizada poderia gerar uma confusão na compreensão dos conceitos. Era esperado também que eles citassem a diferença de valores entre as formas de associação.

Na pergunta 3 e 4 era esperado que os alunos descrevessem pequenas oscilações de medidas em relação ao que era esperado na teoria, desde que realizassem a atividade de maneira correta. Isto porque, na prática, não estamos trabalhando com materiais ideais, o que pode gerar algumas imprecisões.

Aulas 7: Apresentação da proposta do “Desafio de Criatividade”

A sequência de aulas foi interrompida para apresentarmos o “Desafio de Criatividade”, que seria desenvolvido até o final do processo. Isso foi necessário, pois os alunos realizariam como tarefa a planta elétrica de uma casa para ser entregue depois das duas aulas seguintes. Após passarem pela atividade de verificação, haviam compreendido como realizar as ligações, ou seja, a atividade anterior serviu como tarefa preparatória.

A seguir, relatamos o que foi apresentado aos estudantes como guia da atividade completa, com os passos descritos até o final do processo.

Casa na caixa de sapatos

O trabalho consiste em construir em grupo, um protótipo de uma casa, numa caixa de sapato, com uma instalação elétrica de pequenas lâmpadas *led's* e outros componentes decorativos, simulando elétricos e eletrônicos.

A atividade será em grupo. Todos os grupos serão organizados pelo professor.

Utilizaremos os conceitos e as atividades desenvolvidas nas últimas seis aulas. Na sequência, o trabalho ainda será compreendido por 5 etapas:

1. Planejamento e desenho da Planta, feito em casa, devendo ser entregue e apresentado posteriormente;
2. Construção da instalação elétrica, feita no *Maker Space* do colégio (trazer os materiais necessários);
3. Construção do projeto complementar: realização em casa ou no *Maker Space*, no período da tarde, mediante agendamento;
4. Apresentação dos trabalhos;
5. Avaliações - prova e relatório.

Planta:

No dia 21 de agosto, os grupos devem apresentar para toda a sala o esboço de uma planta, em forma de desenho, que represente a ligação das lâmpadas de uma casa que contenha:

- No mínimo dois cômodos, com interruptores independentes;
- É preciso haver na planta, pelo menos, uma ligação em série, e, no mínimo, uma em paralelo;
- Todas devem estar ligadas a uma fonte de energia.

Os projetos serão debatidos, e, se necessário, serão apontadas algumas correções a serem realizadas para a construção da casa na caixa de sapatos.

Construção do projeto Básico

Serão destinadas duas aulas na semana, entre os dias 28 e 29 de agosto, para a primeira construção. Os alunos devem montar o projeto apresentado na planta.

Os grupos devem providenciar:

- Uma caixa de Sapatos ou outra similar;
- 2 ou mais pilhas AA. Elas não são obrigatórias para o dia da construção, mas são recomendadas para testes.

O colégio fornecerá:

- 4 led's de alto brilho, transparentes 5mm;
- 3 interruptores (pelo menos 2 de três pontos);
- fios condutores;

Será utilizada a sala do *Maker Space*, onde poderemos usar as ferramentas e recursos (incluindo o ferro de solda e estanho), com o auxílio do professor ou dos assistentes do *Maker Space*.

Construção do projeto Complementar

Cada grupo receberá a missão de decorar e complementar sua casa com móveis, eletrodomésticos, eletrônicos, e o que mais quiserem incorporar ao protótipo, a partir de um dos temas propostos pelo professor para o grupo. É necessário que o protótipo esteja relacionado ao tema proposto.

Tema “Casa Econômica” - Toda decoração, cores e equipamentos devem ser pensados para economizar energia elétrica.

Tema “Casa consumidora excessivamente” - Toda decoração, cores e equipamentos devem ser pensados como um mau exemplo de economia de energia elétrica, ou seja, a casa deve potencializar os gastos com energia elétrica.

Tema “Casa geradora” - Toda decoração e equipamentos devem ser pensados como uma casa que é autossustentável na geração da energia elétrica que consome.

Essa etapa o aluno deverá realizar em casa ou poderá utilizar o *Maker Space*, mediante agendamento. A apresentação do projeto final deverá ocorrer no dia 19 de setembro.

Relatório posterior:

Ao final do processo, empregaremos um relatório individual, com perguntas preestabelecidas sobre a construção do protótipo e os conceitos envolvidos no desenvolvimento da casa. Ele deverá ser preenchido individualmente pelos alunos. Esta parte do processo se deve ao fato de buscarmos compreender como cada um se envolveu com o processo, além de verificar o aprendizado de cada aluno.

Avaliações e Critérios:

O trabalho será avaliado e comporá a nota do bimestre. Ademais, os conceitos de eletricidade trabalhados anteriormente e ao longo da atividade também integrarão a matéria da prova.

Em relação ao trabalho desenvolvido, serão avaliadas as etapas da entrega e apresentação da planta, a construção do circuito elétrico, da construção complementar, da apresentação e do relatório, conforme forem entregues e apresentados os produtos. Os critérios apresentados nas tabelas abaixo estão distribuídos em quatro níveis de avaliação, em que quatro indica o ideal e um o mais distante disso.

	4	3	2	1
Planta	Desenhamos uma planta fácil de entender, de maneira correta, que qualquer pessoa da minha idade consiga entender onde estão sendo ligados cada componente.	Desenhamos uma planta de maneira correta, mas é preciso que a pessoa entenda de eletricidade para identificar os componentes.	Desenhamos uma planta de difícil entendimento apesar de correta, ou que está quase completamente correta apresentando erros pontuais.	Desenhamos uma planta que não apresenta clareza, ou possui muitos erros, ou não descreve o projeto exigido nas instruções.

Tabela 4.3 – Critérios de Avaliação da planta. Fonte: Pesquisador.

	4	3	2	1
Construção da instalação elétrica	Construímos o projeto exatamente conforme a desenhamos na planta, utilizando menos fios possíveis de maneira organizada e clara, sem desperdiçar recursos.	Construímos o projeto exatamente conforme a desenhamos na planta, porém existe excesso de material utilizado ou falta de simplicidade.	Construímos o projeto básico fugindo do planejado na planta, e foi um dos motivos para funcionar parcialmente, ou a falta de cuidados fez com que não funcionasse perfeitamente, ou foram utilizados mais materiais que o necessário em excesso.	Construímos o projeto básico de maneira que não tomamos os cuidados necessários para os componentes funcionarem.

Tabela 4.4 – Critérios de Avaliação da construção da instalação elétrica. Fonte: Pesquisador.

	4	3	2	1
Construção complementar	A nossa casa representou o tema selecionado de maneira criativa, com muito capricho e dedicação, notoriamente houve uma pesquisa para selecionar todo o design e equipamentos que contribuiriam para deixá-la dentro do tema.	A nossa casa foi construída com alguns elementos que representam o tema, porém são poucos, ou não houve nada além disso.	A nossa casa foi construída com alguns elementos que representam o tema e outros que são contrários ao nosso tema, ou o acabamento está mal feito ou descuidado.	A nossa casa não representava o tema exigido, ou foi feita com falta de cuidado ou esforço.

Tabela 4.5 – Critérios de Avaliação da construção complementar. Fonte: Pesquisador.

	4	3	2	1
Apresentação	Meu grupo todo apresentou, dividindo igualmente as falas, todos falaram de maneira clara como se ninguém da sala soubesse do que se tratava o projeto, além de termos tomado os cuidados com postura, volume e velocidade da fala.	Nem todos do grupo apresentaram grande parte do trabalho, apesar de que não houve erros em conceitos importantes, além de que todos mostraram empenho nas atividades de alguma maneira.	Nem todos do grupo apresentaram, ou houve falha em conceitos principais, ou foram colocados pontos confusos que não ajudaram a entender o trabalho, ou um membro do grupo aparentou não ter participado.	Poucos do grupo falaram, houve erros em conceitos importantes, não houve cuidado com postura ou entonação e velocidade da fala, alguns membros do grupo aparentaram não ter participado.

Tabela 4.6 – Critérios de Avaliação da apresentação. Fonte: Pesquisador.

	4	3	2	1
Relatório	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente tudo explicado de maneira que até alguém que não estava no dia da realização pode compreender o que foi feito, ou até mesmo um leigo no assunto poderia entender.	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente.	O meu relatório está incompleto, apresenta poucos erros ou preenchido superficialmente em algumas questões.	O meu relatório está incompleto, errado ou preenchido superficialmente.

Tabela 4.7 – Critérios de Avaliação do relatório. Fonte: Pesquisador.

A primeira entrega de atividade seria após duas aulas dessa explicação, que seria a apresentação da planta baixa da casa para o planejamento da construção. Foi proposto aos alunos entregarem e apresentarem o planejamento da planta baixa da casa em formato de

desenho, simulador ou de outras maneiras. Entretanto, era necessário compor a planta, já adaptada ao tema sorteado: os cômodos representados, com as ligações elétricas.

Os alunos foram divididos em grupos, segundo alguns critérios. Eles não se organizaram livremente, o que pode, muitas vezes, atrapalhar o processo de construção do conhecimento. Os critérios e cuidados tomados durante a formação do grupo pelo professor foram:

- Quantidade de alunos: Os grupos foram organizados com 4 integrantes, para que os alunos conseguissem distribuir e realizar todas tarefas, sem que ninguém ficasse sem fazer nada por muito tempo, e que, ao mesmo tempo, fosse possível fazer uma boa distribuição de habilidades individuais.

- Liderança: buscamos inserir em cada grupo um aluno com características de liderança, isto é, que fosse capaz de organizar os demais para a realização do trabalho. O seu papel era dividir as tarefas dos integrantes do grupo em cada momento da atividade e orientá-los a fazerem as tarefas no momento adequado. A liderança não dava ao aluno a condição de tomar as decisões individualmente, elas eram tomadas coletivamente. O líder tinha o papel de organizar e motivar o grupo.

- Relacionamentos: Buscamos mesclar os grupos habituais de relacionamento para que os alunos convivessem com diferentes características e habilidades sociais e cognitivas. Entretanto, procuramos não colocar alunos com conflitos muito intensos no mesmo grupo, pois acreditamos que há certos riscos que podem prejudicar o trabalho, caso os conflitos não tenham sido mediados.

- Características individuais: Buscamos mesclar alunos mais participativos, autônomos e proativos com os mais tímidos e menos participativos. Num grupo onde todos têm as mesmas características de inatividade, o trabalho pode não ser realizado. Por outro lado, os grupos nos quais os participantes são todos muito ativos, poderá também surgir outro tipo de conflito na realização da tarefa, uma vez que cada um preferirá dar a “sua cara” ao projeto.

A primeira tarefa do desafio, a elaboração da planta baixa, seria entregue após três aulas, e deveria ser desenvolvida em domicílio pelos alunos. Já a construção do projeto seria realizada em horário de aula, na escola.

Aula 8: Conceito Físico – Potência elétrica e Energia Elétrica

A discussão sobre conceitos físicos foi retomada nessa aula, com os conceitos de Potência Elétrica e a sua relação com a energia elétrica. A discussão nesse ponto objetivava conhecer os maiores consumidores de energia dentro da casa dos alunos, para que dessa maneira desenvolvessem hábitos mais conscientes de consumo.

Para tanto a Potência elétrica foi definida como o a quantidade de energia elétrica transformada (ou seja, “consumida”) durante um intervalo de tempo, com isso, aparelhos de maiores potências apresentam um consumo maior de energia elétrica.

Aulas 9 e 10: Investigação de consumo de energia elétrica

Ao final do bloco de aulas teóricas, propusemos aos alunos uma investigação, cujo objetivo seria refletir sobre quais hábitos de consumo de energia geram maior impacto financeiro e ambiental. Para isso, era necessário descobrir quais equipamentos cotidianos contribuem para o maior consumo de energia na casa dos alunos. Entretanto, os discentes não deveriam apenas usar a internet e pesquisar, mas coletar dados *in loco* para concluírem suas pesquisas, uma vez que o objetivo é que passassem por uma investigação.

Então, solicitou-se aos alunos que procurassem em suas casas os equipamentos domésticos com uso de, pelo menos, uma vez por semana, e que coletassem os seguintes dados:

- tempo de uso do equipamento – medido em horas, mesmo que por estimativa em alguns casos;
- sua potência – que poderia estar escrita no aparelho, caixas, ou pesquisando o modelo na internet para levantamento desse dado.

Dessa forma, foi sugerida a discussão sobre que aparelhos de grande potência, conforme havia sido debatido em aula, são os equipamentos que produzem um maior consumo, porém, os de baixa potência, se ligados durante muito tempo podem superá-los, uma vez que o consumo de energia elétrica é calculado através do produto da Potência, medida em KW, pelo tempo em que o equipamento fica ligado, medido em horas.

Após essa tarefa, os alunos foram convidados a refletir quais os equipamentos estavam sendo utilizados de maneira abusiva e quais poderiam diminuir o consumo. Foi realizado um debate de quais práticas podem ser adotadas para diminuir o consumo de energia elétrica. Obtivemos indagações sobre desperdício – como deixar as luzes acesas quando não se está em

um determinado cômodo ou quando está claro – sobre estratégias em como acumular as roupas para lavar e passar, evitando, assim, utilizar abusivamente a energia da máquina e do ferro de passar roupa. Por exemplo, no caso do ferro de passar, é mais econômico passar mais roupas de uma só vez do que em dois dias separados.

Também propusemos uma atividade em que os alunos levantassem evidências de que tipo e em que lugar as ligações elétricas estão presentes em suas residências. Ou seja, o objetivo era descobrir onde e por que as ligações eram feitas em série ou paralelo. Para orientá-los, discutimos quais aspectos poderiam ser observados. Segundo a atividade de verificação e a aula teórica sobre o tema, os alunos apontaram aspectos como:

- o brilho das lâmpadas, nas diferentes ligações;
- o funcionamento de algumas lâmpadas quando eram removidas ou queimavam, pois, se fosse em série, ao queimar, as demais também se apagavam.

Essa investigação foi proposta na nona aula, para que os alunos voltassem para casa e colhessem tais dados. Os resultados das investigações, obtidos pelos alunos, foram apresentados e discutidos na décima aula. Essa aula teve um caráter de debate, relativo aos aspectos anteriormente citados.

Houve bastante envolvimento nas discussões por parte da maioria dos alunos. Além disso, muitos deles se surpreenderam com o alto consumo gerado por alguns equipamentos. Muitos estudantes não sabiam que o chuveiro elétrico, fornos, *grills* e outros aparelhos com resistência elétrica geravam tanto gasto energético.

Aulas 11: Apresentação das plantas

Na Aula 11, os alunos apresentaram, para toda a turma, a planta baixa das casas de sapato com todos os cômodos e ligações do projeto. Após as apresentações, solicitamos que toda a turma analisasse se os requisitos estavam sendo cumpridos, ou seja, se as duas formas de ligação estavam sendo utilizadas e se estavam ligadas de maneira correta. Aliás, questionamos também se o tema proposto estava sendo seguido.

Ressaltamos que foi um momento importante para o processo de ensino-aprendizagem, pois o professor e os alunos de outros grupos puderam apontar possíveis pontos de curto circuito ou falhas no projeto, bem como outros detalhes, como a quantidade de pilhas e em que posição

do circuito elas deveriam estar. Foi uma oportunidade muito positiva de avaliar como os alunos estavam compreendendo os conceitos.

Essa apresentação é importante, pois além de mostrar aos alunos a importância do planejamento ao desenvolver determinada ação, ainda garante maior autonomia a eles durante o processo de construção do projeto, fazendo com que o professor não precise auxiliar tantos grupos de uma só vez. Apesar de algumas plantas terem sofrido algumas adequações, sendo posteriormente reavaliadas pelo professor, a maioria apresentou um bom nível de compreensão dos conceitos apresentados. Dominantemente, as plantas foram apresentadas em papel e caneta, porém, alguns grupos utilizaram simuladores *on-line*.

Aulas 12 e 13: Construção dos circuitos elétricos nas caixas

Nas aulas 12 e 13, reservamos o “*Maker Space*” para a construção do circuito elétrico na caixa de sapatos.

Os “*FabLabs*” e “*Makerspaces*” são espaços dotados de muitas ferramentas e materiais que possibilitam a construção de diversos protótipos ou objetos. Tem por característica possibilitar a fabricação digital, ou seja, trazer ao mundo concreto construções projetadas em computadores, por meio de impressoras 3D e cortadoras a laser. Além disso, nesses espaços, em geral, existe uma rede de cooperação *online* onde os projetos são divulgados com o código aberto de sua construção, permitindo a outras pessoas, em qualquer lugar no mundo, reproduzi-los em espaços como esse. Muitos desses espaços possuem dias livres que qualquer pessoa pode utilizá-los, pagando apenas o uso do material. A possibilidade da personalização de objetos de usos múltiplos e o acesso a essas construções vindas de qualquer parte, torna esses espaços, para alguns pesquisadores, como a próxima revolução industrial (ANDERSON, 2013). No nosso caso, trabalhamos no *Makerspace* do colégio, que possui uma cortadora a laser, uma impressora 3D e diversas ferramentas manuais.

A caixa e as pilhas ficaram como responsabilidade dos alunos trazerem. Já os *leds*, fios de cobre e ferramentas foram recursos oferecidos pela escola.

O material mínimo disponibilizado para os alunos foi:

- *Leds* de alto brilho 5 mm. A cada grupo foram distribuídos de 3 a 6 *leds*, conforme o projeto;
- Fios de cobre retirados de cabo de rede antigos sem utilização;

- Ferro de solda e estanho, que eram manipulados pelo técnico responsável do *Maker Space*, o chamado “Guru”, e pelo professor, dado o risco de queimadura aos alunos. Buscou-se garantir que todos os alunos acompanhassem e participassem do processo, sendo responsáveis por indicar onde os fios deveriam ser soldados;
- Fita isolante para melhorar o isolamento e evitar curto-circuito, principalmente, nos *leds*;
- Cola quente, para fixação de algumas partes dos fios.

Após duas aulas para a construção do circuito elétrico básico os, alunos levaram os projetos, para que no contraturno do horário de aula, pudessem decorar a casa com móveis, eletrodomésticos, eletrônicos, além de pintura e o que mais desejassem, a fim de atingirem o objetivo de adequar a casa à proposta do tema sorteado (casa econômica, casa consumidora em excesso ou casa geradora de energia). A sala do *Maker Space* ficou agendada com horários de monitoria livre para que esses alunos pudessem utilizá-la. A apresentação final da casa completa ficaria para uma semana após essa última aula.

Aulas 14 e 15: Apresentação final dos trabalhos

No dia da apresentação, os alunos levaram o projeto pronto e fizeram uma explanação de cerca de sete minutos sobre a planta, a montagem, o circuito e os elementos que contribuíram para adequarem o protótipo ao tema sorteado, além de explicarem o porquê de tais elementos contribuíram na adequação. A forma de apresentação dos projetos foi livre. Entretanto, os *slides* foram mais utilizados pela maioria da turma.

Aulas 16: Avaliação – Prova

Todas as etapas do processo foram avaliadas, com critérios que foram apresentados aos alunos na folha de instruções sobre o desenho da planta, durante a atividade de verificação e na construção do “Desafio de Criatividade”. Em diversos momentos, essa avaliação ocorreu de maneira mais objetiva com questionários, por exemplo, ou de forma coletiva, no caso dos protocolos de investigação de ligação em série e paralelo, na construção, na planta e na apresentação. Entretanto, também havia a necessidade de avaliações individuais, para que se pudesse verificar, particularmente, o desenvolvimento de cada aluno. Para isso, ao final desse

processo, os alunos realizaram uma avaliação formal, isto é, uma prova, contendo os conteúdos abordados nas diferentes etapas do processo, incluindo também o que foi apresentado pelos grupos.

A seguir listaremos as questões da avaliação em formato de prova que se relacionaram diretamente com os conteúdos abordados na sequência de atividades desse “Desafio de Criatividade”. Para elaborar a prova, buscamos avaliar o conhecimento de alguns conteúdos e algumas habilidades, desenvolvidos ao longo do processo. Além das questões, também apresentamos o que está sendo avaliado em cada uma delas, bem como qual era a resposta esperada pelo aluno. No início da avaliação foi oferecido aos estudantes um formulário com a primeira Lei de Ohm e a equação da potência elétrica.

1) Defina corrente elétrica.

Esta questão tinha por objetivo avaliar, se o aluno era capaz de definir o conceito de corrente elétrica de maneira mais formal. Era uma questão que podia ser respondida apenas pela memorização do conceito. Porém, por se tratar de um conceito de base importante, e bastante trabalhado, decidimos inseri-la no processo de avaliação. É correta a resposta se o aluno descrever que corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas.

2) O gráfico a seguir representa como a intensidade da corrente elétrica (i) numa lâmpada varia, conforme varia a tensão elétrica (U).

a) Calcule a resistência dessa lâmpada.

b) Uma lâmpada pode ser considerada como um resistor “ôhmico” sempre que sua resistência é constante. Essa lâmpada pode ser considerada um resistor “ôhmico”? Justifique.

c) O brilho de uma lâmpada está diretamente associado à quantidade de energia liberada por tempo, o que definimos na física como potência. Quantas vezes o brilho aumenta quando a tensão elétrica é aumentada de 110V para 220V?

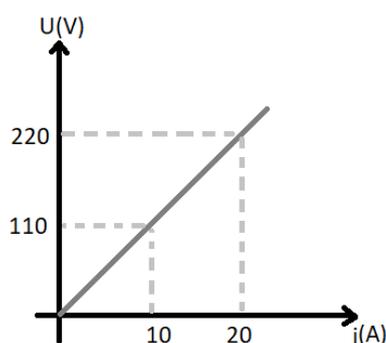


Figura 4.17 – Gráfico exercício 2. Fonte: Pesquisador.

A questão 2 buscava primeiramente compreender a habilidade de leitura e interpretação de gráficos pelos alunos. No item *a*, buscávamos avaliar se os alunos tinham conhecimento e sabiam aplicar a equação da primeira lei de Ohm, através dos dados indicados no gráfico. Não havíamos tratado, propositadamente, durante as aulas e até essa avaliação, o conceito de resistor ôhmico e não ôhmicos dada a definição no exercício, no item *b*, a questão buscava avaliar se o aluno era capaz de analisar uma condição dada no exercício e comparar o resultado obtido por ele no item anterior. No item *c*, o objetivo era verificar se o aluno era capaz de calcular a potência e a razão entre ambas, para que assim pudesse responder quantas vezes o brilho aumenta.

A resposta correta do item *a* é o valor de 11 ohms; no item *b* é correto que o aluno avalie a lâmpada como resistor ôhmico uma vez que a resistência é constante; e no item *c* que chegue num aumento de 4 vezes o brilho.

3) As ligações de lâmpadas e outros componentes elétricos podem ser feitos de duas maneiras, em série e em paralelo.

a) Descreva essas duas ligações, citando pelo menos três características que as diferenciam (como por exemplo, a resistência elétrica total, o brilho das lâmpadas, a necessidade de tensão elétrica, a forma onde são ligadas as entradas e saídas de energia, o caminho que a corrente elétrica segue etc.)

b) O esquema abaixo representa três lâmpadas ligadas a uma bateria (V). Qual(ais) lâmpada(s) pode queimar, individualmente, sem que as outras se apaguem? Escolha uma para exemplificar e mostre por onde a corrente passaria nesse caso.

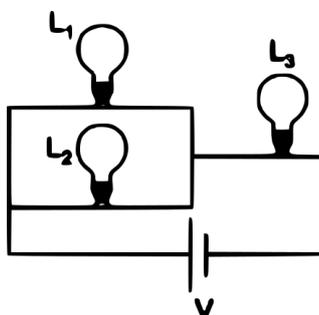


Figura 4.18 – Ligação exercício 3. Fonte: Pesquisador.

A terceira questão buscava no item *a* avaliar o que cada aluno de fato compreendeu de característica de cada tipo de ligação, uma vez que, tanto na atividade de verificação, quanto na

atividade de construção da casa na caixa de sapatos, eles utilizaram e visualizaram tais conceitos, além de terem visto a teoria do mesmo. O item *b* tem por objetivo avaliar se o aluno compreendeu que lâmpadas ligadas em paralelo possuem caminhos diferentes para que a corrente elétrica possa passar, diferentemente das lâmpadas em série, onde o caminho é o mesmo. A resposta correta é que o aluno escolha a lâmpada 1 ou 2 para que uma delas possa queimar sem que as demais apaguem.

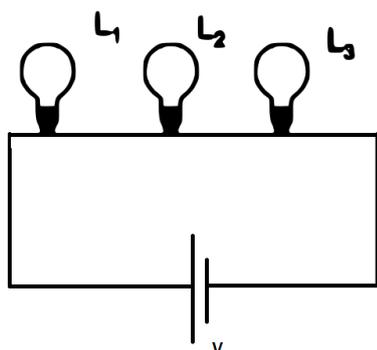
4) Um grupo de alunos realizou a medida de tensão elétrica em três lâmpadas, conforme a tabela abaixo:

	Lâmpada 1	Lâmpada 2	Lâmpada 3
Tensão (Volts)	12 V	6 V	6 V

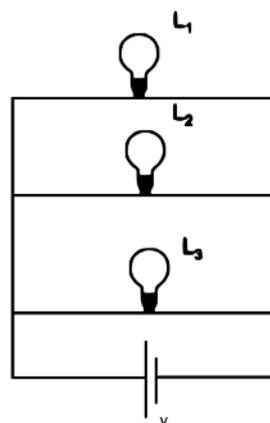
Tabela 4.8 – Exercício 4. Fonte: Pesquisador.

Assinale a alternativa que indica uma possível forma que essas lâmpadas foram associadas:

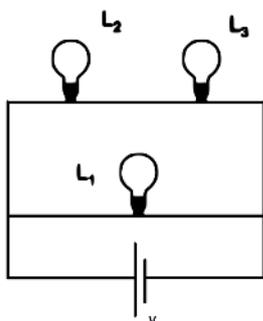
a)



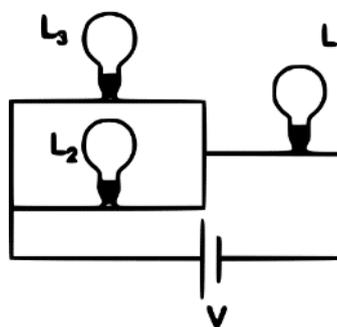
b)



c)



d)



A questão 4 busca averiguar se o aluno consegue avaliar, a partir dos dados de tensão elétrica, qual o tipo de ligação que se enquadra em tal descrição. A resposta correta é a

alternativa c, uma vez que a lâmpada 1 está em paralelo com as lâmpadas 2 e 3, que por sua vez estão ligadas em série. Dessa maneira, a soma dessas duas últimas dá o valor da primeira.

Aulas 17: Avaliação posterior – Relatório

Por fim, os alunos realizaram, individualmente, após dois meses, no quarto bimestre, um relatório⁷ contendo algumas perguntas que questionavam o desenvolvimento do processo de construção e as impressões discentes sobre o trabalho como um todo. Isso foi necessário para avaliarmos o impacto do desafio na aprendizagem dos alunos e quais impressões foram geradas, após esse intervalo de tempo. Além disso, o relatório continha algumas perguntas teóricas, para verificarmos também a compreensão dos conceitos após esse período. Dividimos as perguntas em dois em blocos, cada uma com objetivos diferentes de avaliação.

O Bloco 1 tinha como função avaliar a quais fatores atitudinais e de conhecimento conceitual os alunos atribuíam o funcionamento ou não da instalação elétrica. Dessa maneira, buscávamos que os discentes compreendessem a importância da elaboração de hipóteses para solucionar os problemas que surgiram ao longo da construção, bem como a importância do planejamento prévio das ações ao longo processo. Ademais, esse bloco também buscou compreender alguns aspectos das impressões dos alunos sobre o trabalho em grupo.

O Bloco 2 apresentou como objetivo avaliar alguns aspectos do conteúdo abordado, para que pudéssemos verificar, após dois meses de trabalho, o que os alunos eram capazes de responder sobre questões trabalhadas ao longo de todo o processo. Para isso, elaboramos uma pergunta aberta, para que descrevessem algum aspecto que julgassem ter compreendido; uma questão sobre o tema complementar da casa; e algumas questões para abordar as associações em série e paralelo, bem como suas características.

Abaixo listamos as perguntas do relatório.

Bloco 1 –

- 1) a) A instalação elétrica funcionou, ou seja, todas as lâmpadas ligaram?

⁷ O questionário foi elaborado online, utilizando a ferramenta “Formulários Google” (fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Acesso em 17 dez. 2018). Os alunos foram levados, durante a aula, ao laboratório de informática para responder ao questionário.

b) Caso não tenha funcionado a ligação ou não tenha funcionado da maneira esperada, descreva o problema e qual foi o principal motivo a que o grupo concluiu ter causado isso?

Essa questão tem por objetivo saber se os alunos ficaram satisfeitos com o funcionamento observado. Além disso, caso não tenham ficado, quais hipóteses podiam ser levantadas para explicar o mau funcionamento. Essa etapa é importante para verificar que o “erro” nessa parte do trabalho é apenas mais uma ferramenta para se aprender.

- 2) A planta onde foi projetada a ligação foi seguida?
 - a) Sim, integralmente desde o começo.
 - b) Sim, mas precisou ser alterada no meio do processo em uma pequena parte.
 - c) Não, pois ela não faria o circuito funcionar.
 - d) Não fizemos a planta.

Essa questão visa mapear como foi o planejamento das equipas. Esperava-se que a primeira planta feita apresentasse erros, mas que fosse minimamente seguida, de tal maneira que representasse um guia. Essa questão indicou como foi a passagem do processo de planejamento para o processo de construção.

- 3) Alguma observação sobre a planta?

Uma vez que a questão anterior era alternativa, elaboramos essa questão para que o aluno pudesse dar mais detalhes, explicando mais sobre o processo de produção e concretização das plantas.

4) No dia da construção da planta básica (apenas a instalação das lâmpadas), esperava-se que você: dividisse as tarefas de realização com seu grupo, trouxesse os materiais combinados, não desistisse quando algo dava errado, procurasse soluções para eventuais problemas imprevistos no projeto e se esforçasse ao máximo para se manter ativo até o fim da construção. Com base nesses critérios, se dê uma nota de 0 a 10 como foi o seu envolvimento durante a construção. Sendo 0 se você não fez nenhum dos pontos pedidos e 10 se fez todos os pontos pedidos.

Essa questão busca a autoavaliação dos alunos em relação à etapa de planejamento prévio e às atitudes ao longo da aula, durante o processo de construção da instalação elétrica. Essa avaliação é uma maneira de saber um pouco mais como os próprios alunos se sentiram ao realizarem o trabalho em grupo e como avaliaram a própria dedicação. Dessa forma, pudemos individualizar também a avaliação, uma vez que todo o processo foi coletivo.

Obviamente, como o trabalho é avaliativo, o aluno pode se sentir receoso de dar uma nota muito baixa para si mesmo. No entanto, essa questão, somada a outras, como a questão de seis a oito podem dar uma noção da validade dessa avaliação desse aluno especificamente. As questões 7 e 8 apontam se houve algum aluno que se destacou muito, positivamente ou negativamente, ao longo do processo.

5) De qual forma você acredita que os momentos de trabalho em grupo contribuíram ou atrapalharam o seu entendimento sobre os conceitos de eletricidade?

- a) Contribuíram bastante.
- b) Contribuíram um pouco.
- c) Não ajudaram, mas não atrapalhou.
- d) Atrapalharam um pouco.
- e) Atrapalharam bastante.

Essa questão busca compreender, segundo a visão dos alunos, como que o trabalho em grupo interferiu no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos conceituais. Este é um ponto importante para entender se os alunos acreditam que existe maior benefício ou prejuízo na realização da atividade sendo feita em grupo.

6) No dia da construção da planta complementar (decoreção e implementação do tema), esperava-se que você: dividisse as tarefas de realização com seu grupo, pesquisasse o tema, não ficasse apenas na superficialidade, não desistisse quando algo dava errado, procurasse soluções para eventuais problemas imprevistos no projeto e se esforçasse ao máximo para se manter ativo até o fim da construção. Com base nesses critérios, se dê uma nota de 0 a 10 como foi o seu envolvimento durante a construção. Sendo 0 se você não fez nenhum dos pontos pedidos e 10 se fez todos os pontos pedidos.

Assim como na questão 4 essa é questão autoavaliativa. Esta pergunta referia-se à etapa de planejamento prévio e às atitudes ao longo da aula, durante o processo de construção da planta complementar.

7) Quem foi a pessoa do grupo que mais ajudou no trabalho? Por quê?

Essa questão buscou identificar quais alunos lideraram as ações dentro do grupo e quais mostraram maior dedicação. Ela também nos auxiliou a validar as autoavaliações, uma vez que era esperado que os alunos que aparecessem aqui se dariam notas mais elevadas nas autoavaliações.

8) Alguém não ajudou em nada no trabalho, mesmo quando o grupo insistiu e apontou ao professor?

Essa questão buscou identificar membros dos grupos que não tenham participado ativamente de suas funções designadas ao longo do trabalho, uma vez que o trabalho em sala nem sempre permitiu ao professor presenciar todas as situações. Entretanto, a questão deixa claro que era função também do aluno de indicar ao professor essa postura de inatividade. Esta questão também nos auxiliou a validar as autoavaliações, uma vez que era esperado que os alunos que aparecessem aqui não se dariam notas mais elevadas nas autoavaliações.

Bloco 2 –

9) Descreva algum conceito de eletricidade que você julga ter compreendido, durante todo o processo?

Deixamos essa questão aberta, sem perguntar sobre algum conceito específico, de tal maneira que o aluno pudesse, espontaneamente, apresentar algum conceito que se sentiu mais confiante, ou que entendeu melhor. Dessa forma, acreditamos que ele apresentaria os conceitos que tivesse desenvolvido melhor ao longo do processo. Ou seja, seria possível avaliar qual conceito foi melhor trabalhado por todo o processo.

10) Qual era o tema que seu grupo deveria seguir na construção complementar?

- a) Casa Econômica
- b) Casa Geradora
- c) Casa Excessivamente Consumidora

Essa questão foi apresentada apenas para identificar o tema de cada aluno, para que fosse possível analisar a próxima questão.

11) O que você aprendeu sobre o tema durante a construção da planta complementar?

Também deixamos essa questão em aberto para que o aluno descrevesse um pouco mais sobre o tema trabalhado, de tal forma que pudesse apresentar o que mais foi importante para cada um deles nas discussões acerca dos temas de casas econômicas, geradoras e excessivamente consumidoras. Acreditamos, portanto, que os alunos apresentariam o que mais entenderam acerca de seus temas.

Com base nessa imagem e sabendo que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência, responda as questões abaixo

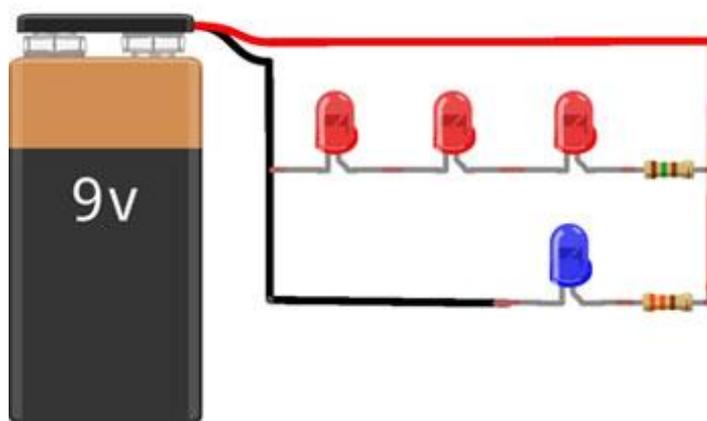


Figura 4.19 – Exercício 12 a 14. Fonte: <http://www.comofazerascosas.com.br/como-calcular-o-resistor-adequado-para-um-led.html>. Acesso em 12/07/2017.

12) Marque o que for verdadeiro: Se a Lâmpada azul queimar

- a) Todas as lâmpadas se apagam
- b) Todas as lâmpadas vermelhas ficam acesas
- c) Duas Lâmpadas vermelhas ficam acesas
- d) Uma Lâmpada vermelha fica acesa

Essa questão envolve os conceitos de associação de resistores. O correto seria que o aluno respondesse que todas as lâmpadas vermelhas ficariam acesas, uma vez que elas estão em paralelo com a azul. O caminho da corrente elétrica que passa por elas é independente da azul. A alternativa correta é a b.

13) Marque tudo o que for verdadeiro: Se a Lâmpada vermelha do meio queimar

- a) Todas as lâmpadas se apagam
- b) As Duas lâmpadas vermelhas ficam acesas
- c) Uma Lâmpada vermelhas fica acesa
- d) A Lâmpada azul fica acesa

Essa questão também envolve os conceitos de associação de resistores. É muito comum os alunos entenderem que ao queimar a do meio, uma das lâmpadas fica acesa como se a corrente elétrica chegasse por uma das lâmpadas das extremidades e não conseguisse passar para a do meio por estar queimada, sem acender a da sequência. Porém, com a lâmpada queimada, o circuito está aberto, e não há diferença de potencial aplicado às extremidades de nenhuma das lâmpadas vermelhas; logo, nenhuma acenderá. Neste caso, apenas a lâmpada azul ficará acesa, o que nos leva a afirmar que a alternativa correta é a letra d.

14) Marque tudo o que for verdadeiro:

- a) A corrente elétrica é a mesma nas lâmpadas vermelhas
- b) A corrente elétrica é a mesma nas lâmpadas vermelhas e a azul
- c) A tensão elétrica é a mesma nas lâmpadas vermelhas
- d) A tensão elétrica é a mesma nas lâmpadas vermelhas e azul

Essa questão trata dos fenômenos de corrente e tensão elétrica. A corrente elétrica é dividida na ligação em paralelo e é a mesma para uma sequência de lâmpadas na ligação em série. Já a tensão elétrica é a mesma para lâmpadas ligadas em paralelo e dividida entre lâmpadas ligadas em série. Portanto, a alternativa **a** está correta, pois todas estão em série. Já a alternativa **b** está errada, pois as correntes que passam pelas lâmpadas vermelhas e azuis serão diferentes, uma vez que estão em série. A alternativa **c** está correta, uma vez que a tensão será dividida entre todas as lâmpadas. E a alternativa **d** está errada, pois a tensão na lâmpada azul será o triplo de cada uma vermelha, uma vez que não vai dividi-la.

Esses foram todos os passos que compuseram o “Desafio de Criatividade” aplicado, na sequência iremos analisar os resultados dessa aplicação. Esse desafio que descrevemos é um modelo bastante completo das ferramentas e possibilidades que essas sequências de atividades podem fornecer para a prática pedagógica. Pois contempla diferentes abordagens, em

momentos, com diferentes objetivos pontuais, porém todos eles visando o mesmo conteúdo e habilidades sócio-emocionais. Com isso, é possível perceber que se trata de uma prática bastante variada, explorando diversas formas de fugir dos modelos mais tradicionais de ensino.

Escolhemos descrever essa atividade nesse trabalho, justamente por possibilitar a discussão de diferentes aspectos desse trabalho, uma vez que se tivéssemos escolhido trabalhar com um desafio menor alguns dos passos não seriam descritos e discutidos, portanto a escolha desse foi baseada em um critério de auxiliar a prática de outros professores que possam aproveitar as contribuições deste trabalho.

Capítulo 5

RESULTADOS E ANÁLISES GERAIS DAS ATIVIDADES

5.1 RECORTE DE PESQUISA E CONSIDERAÇÕES SOBRE APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentaremos os dados e resultados das atividades desenvolvidas pelos alunos. Os dados foram colhidos através de registros como atividades, avaliações, apresentações de trabalho e depoimentos. Apesar de todo o trabalho ter sido desenvolvido pelo pesquisador, escolhemos algumas aulas específicas para apresentar tais dados, uma vez que são essas as aulas que caracterizam etapas importantes no desenvolvimento dos chamados “Desafios de Criatividade”.

Após a apresentação dos dados, realizaremos uma análise qualitativa, para que possamos refletir de que maneira o trabalho, as atividades e as ferramentas utilizadas contribuíram para o alcance dos objetivos. Serão analisadas as atividades que possuem maior importância para o processo, além daquelas que possuem maior participação dos alunos e a presença de dados mais ricos para a análise dos objetivos desejados.

Iniciaremos a análise a partir da atividade de levantamento de conhecimentos prévios, desenvolvidas entre as aulas 1 e 2. Nessa atividade, compilamos as respostas obtidas nos questionários que foram respondidos por 38 alunos. Em algumas questões estabelecemos

categorias de respostas para que pudéssemos analisar padrões; em outros casos, consideramos adequado transcrever as repostas mais representativas.

Na sequência, faremos a análise da atividade de verificação de corrente e tensão elétrica nos dois diferentes tipos de circuitos. Os dados analisados foram obtidos na aula 6, durante uma atividade experimental. Foram examinados questionários respondidos por grupos de alunos. No dia em que a atividade foi realizada, 38 alunos estavam presentes. Eles foram divididos em 10 grupos durante a execução da tarefa. Portanto, 10 é o número total de questionários analisados nesta atividade.

Posteriormente, ainda neste capítulo, relataremos com descrições, depoimentos e fotos da apresentação e da entrega do produto final – as casas construídas com a instalação elétrica –, que aconteceram nas aulas 14 e 15. Todos os 55 alunos que participaram do projeto estiveram envolvidos na apresentação ou na construção da casa.

Buscamos investigar também os resultados obtidos nos projetos visando compreender de que maneira eles refletiam em uma avaliação formalizada. Para tanto, analisamos as questões da avaliação que se apresentava em formato de prova e que explicitavam a relação com o trabalho desenvolvido. Essa prova foi desenvolvida na aula 16. Contamos com respostas das provas de 55 estudantes, ou seja, de todos os envolvidos no projeto.

Finalmente, analisamos os relatórios individuais, realizados dois meses após o final do projeto, na aula 17. Um total de 36 alunos respondeu o questionário online.

É importante ressaltar que, ao final da análise de cada etapa, buscamos sintetizar as reflexões e conclusões obtidas. As sínteses e a conclusão do trabalho aqui apresentadas buscaram pontuar os aspectos que foram desenvolvidos para alcançar os objetivos prévios.

5.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULAS 1 E 2 – ANÁLISE DO LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS.

O levantamento de conhecimentos prévios teve por objetivo situar o professor em relação ao que os estudantes conhecem sobre determinado assunto, conteúdo ou habilidade. A importância dessa verificação está relacionada, principalmente, ao propósito de saber se o aluno possui os pré-requisitos mínimos para o tipo ou nível de abordagem que o professor gostaria de exigir, de tal maneira que ele possa adequar o cronograma de ações às necessidades do grupo de alunos.

Questão de Levantamento de Ideia Prévia (LIP) 1

Numa primeira observação das contas de energia, liste quais informações vocês identificam?

Essa pergunta teve por objetivo verificar o que mais chamou a atenção dos alunos na conta de energia elétrica. Além disso, observar se identificavam os principais elementos presentes nelas: consumo, valor, tarifas e taxas.

Categorizamos as respostas dos alunos, sintetizando as respostas mais frequentes. A tabela 5.1 mostra os resultados da análise. Vale ressaltar que, nesta questão, cada estudante pode dar mais de uma resposta. A média do número de informações identificadas por aluno foi de 4,3.

<i>Informações identificadas na conta de energia pelos alunos</i>	<i>Número de citações</i>
Valor final a pagar	32
Custo da composição do fornecimento (de distribuição/ manutenção/ eventuais multas/ perdas)	31
Data de Vencimento/ leitura/ próxima	28
Histórico de Consumo de energia em KWh	27
Consumo atual de energia em KWh	16
Bandeira tarifária	11
Dados da Empresa/cliente	7
Equipamentos de medição	6
Preço do KWh	2
Tensão Elétrica (Volts)	1

Tabela 5.1 - Informações identificadas na conta de energia pelo número de vezes que foram citadas.

Fonte: Pesquisador.

32 dos alunos que participaram dessa atividade citam o “Valor final a pagar” (o que representa aproximadamente 84% dos participantes), e 31 estudantes (que representa 81%) citam “Custo da composição do fornecimento”. As duas categorias se referem a fatores financeiros da conta, demonstrando que para esse grupo de alunos o que mais chama a atenção são fatores relacionados ao custo, e não propriamente ao consumo. Os itens referentes ao

consumo “Histórico de Consumo” e o “Consumo atual de energia em KWh” são citados por, respectivamente, 27 (71%) e 16 (42%) alunos.

Esperávamos uma maior ocorrência de respostas em relação ao item “Valor total da conta”, uma vez que esta aparece destacada no informe. Além disso, os alunos sabem que a função de uma conta de energia elétrica é a de informar o total a pagar. Entretanto, o fato de o “Custo da composição do fornecimento” ter sido tão citado pelos discentes foi uma surpresa, uma vez que não é um fato tão conhecido pelos estudantes como também não é um item de destaque no informe.

Esse fato pode ser explicado porque os estudantes, durante a atividade, foram surpreendidos, ao saberem que não se paga apenas pela energia elétrica. A seguir, transcrevemos a resposta do Aluno 1⁸ (grupo 1):

Na terceira conta de energia é possível notar que apesar do valor da conta ser de 274 reais, apenas 99 reais foram de energia, ficou caro por conta de outras despesas com: distribuição, a bandeira, tributos etc.

Outro aspecto interessante é o fato de o “Histórico de Consumo” ser bem mais citado que o “Consumo atual de energia em KWh”, talvez pelo fato de que, no histórico, o aluno quisesse conhecer também o consumo atual. Não descartamos a justificativa de que os alunos considerem o histórico mais importante, uma vez que ele permite ao indivíduo acompanhar o consumo ao longo do tempo. Nesse sentido, ressalta o Aluno 2 (grupo 2):

O histórico de consumo para você perceber se está gastando muito ou pouco e ver em que mês gastou mais para melhorar nos próximos

De maneira geral, os alunos encontraram as principais informações que eram esperadas, além de demonstrarem uma boa capacidade de leitura das informações disponibilizadas na conta. Essa primeira pergunta também serviu para contextualizar e introduzir alguns conteúdos a serem trabalhados, posteriormente, em outras discussões.

Questão de LIP 2

Observe que em diversas partes da conta de energia é indicado o consumo de energia desse mês e de meses anteriores. O valor está indicado em KWh. Comparando as contas, você

⁸ Os alunos participantes serão referenciados como Aluno 1, 2 e assim sucessivamente. Também identificaremos desta maneira seus grupos. Essa é uma forma de não os identificar, conforme consta no TCLE.

percebe diferentes valores. Porque há diferença de consumo entre as contas? Explique e explicita as possíveis causas.

A questão visava identificar se o aluno relacionava o consumo com hábitos dos usuários locais com diferentes finalidades; quantidade de usuários presentes no local, uso consciente ou uso indisciplinado (que pode gerar o desperdício), além de diferentes necessidades. Dessa forma, buscamos analisar a capacidade do aluno de comparar as contas, verificando padrões e diferenças, como o fato de serem de anos diferentes.

A tabela 5.2 mostra os resultados das respostas dos alunos. Mais uma vez, também nesta questão, cada estudante pode dar mais de uma resposta, ou seja, apontar mais de uma causa. Os alunos, em média, citaram duas causas cada.

Causas dos diferentes valores	Número de citações
Hábitos de consumo diferentes	32
Ambientes diferentes (Residência, Comércio e indústria)	11
Quantidade de equipamentos eletrodomésticos	8
Custo da energia em diferentes anos	6
Desperdícios	5
Número de pessoas no local	4
Estações do ano	3
Aumento da tecnologia ao longo dos anos	2
Bandeira	2
Multas por atrasos	1

Tabela 5.2 - Causas dos diferentes valores das três contas identificadas pelos alunos. Fonte: Pesquisador.

Na interpretação dos estudantes, a possível causa de maior divergência entre os valores das contas é dada por “Hábitos de consumo diferentes”. Um grupo de 32 estudantes (84%) relaciona esse fato à diferença de valores, citando como causas: o uso ou não de certos equipamentos, o uso de energias não elétricas para o aquecimento de água, a utilização de equipamentos elétricos com maior frequência, e tempo de utilização, e até mesmo a diferença na renda familiar.

A inserção de novos equipamentos eletroeletrônicos no cotidiano também foi citada pelos estudantes, quando 8 deles (21%) apontam a “Quantidade de equipamentos eletrodomésticos”, e 2 (5%) indicam o “Aumento de tecnologia ao longo dos anos”. Em relação à quantidade de uso, o número de usuários foi lembrado por 4(10%) estudantes, quando apontam “Quantidade de pessoas no local”. Apesar da alta importância atribuída ao consumo, apenas 5 alunos (13%) atribuem o gasto excessivo a “Desperdícios” ou ao uso indiscriminado da energia.

A segunda maior frequência de respostas, apontada por 11 participantes (29%), corresponde à diferença do consumo entre residências. Alguns dos estudantes tentam justificar as diferenças a partir das tarefas cotidianas dos moradores: muitas pessoas não passam boa parte do dia em casa. Outros alunos diferenciam o consumo de acordo com o tipo de estabelecimento, se comercial ou industrial. Para eles, o comércio gasta muito energia por conta de equipamentos, como o ar condicionado; a indústria, com equipamentos de alta potência. Segundo o Aluno 3 (grupo 3),

Porque o mais barato provavelmente é a de residência, a segunda mais cara é a de um comércio, que gasta bem mais do que uma residência e o terceiro, o mais caro é da indústria, pois a indústria é o que mais consome energia.

A questão mapeou a percepção dos alunos acerca da relação do consumo com hábitos dos usuários. Isto é, os estudantes compreenderam que o principal fator de custo das contas se dá pelo consumo e não pela alteração de custos. Apesar de não ser a maioria, a identificação dos diferentes locais de consumo se mostrou presente, uma vez que não era tão óbvia para boa parte dos estudantes. O ponto fraco nesse aspecto foi a ausência de reflexão sobre o uso consciente desse recurso.

Questão de LIP 3

Quantos Volts tem a tomada da sua casa? O que Significa Volt?

O objetivo dessa questão foi saber se o aluno tinha conhecimento acerca da unidade de tensão elétrica “Volts”, ou alguma noção sobre isso, além de verificar o conhecimento do conceito Tensão Elétrica. A pergunta visava contextualizar e verificar algum caso mais isolado sobre o não conhecimento de algo, aparentemente, tão corriqueiro.

A Tabela 5.3 indica a resposta dos alunos referente ao conhecimento da tensão elétrica em suas casas.

<i>Tensão elétrica na Residência (V)</i>	<i>Número de citações</i>
110 e 220	28
110	6
220	2
Outros	2

Tabela 5.3 - Tensão elétrica na residência dos alunos segundo eles mesmos. Fonte: Pesquisador.

Se somarmos as três primeiras respostas “110 e 220V”, “110V” e “220V”, que são valores aceitáveis, verificamos que os alunos têm consciência da tensão elétrica de suas casas, uma vez que as respostas totalizam 94%. Na categoria “outros” estão inclusas duas respostas (6V e 12V). Este dado pode indicar a falta de compreensão correta da pergunta, a confusão com a leitura de algum equipamento, como um carregador de celular, ou ainda o desconhecimento da tensão.

A Tabela 5.4 indica o que os estudantes acreditam significar *Volts*. Lembramos que os alunos ainda não estudaram os conceitos de eletricidade; por outro lado, mostram conhecer o valor da tensão elétrica de suas casas.

<i>O que significa Volts?</i>	<i>Número de citações</i>
Medida de Energia Elétrica	18
Força da energia	5
Potência	4
Carga elétrica	4
Unidade de medida	4
Velocidade da energia	2
Tensão elétrica	1

Tabela 5.4 O significado do conceito *Volts* pelos alunos. Fonte: Pesquisador.

Sem dar muitos detalhes acerca da definição, nota-se que 18 estudantes (47%) atribuem *Volts* a uma “Medida de Energia Elétrica”, o que envolveria conceitos de intensidade da energia elétrica, quantidade de energia elétrica e quantidade de eletricidade. Essa compreensão é um indicador de que, para os alunos, o *Volt* seria uma unidade de medida da área da eletricidade,

mesmo que ainda desconheçam o conceito “investigado”. Outros 4 (10%) dizem que é uma “Unidade de Medida”, sem especificar o que ela estimaria.

Alguns alunos relacionam outras grandezas físicas para tentar explicar o significado, indicando que o conceito de *Volts* complementaria a informação sobre intensidade elétrica, e relacionando grandezas que representariam, no senso comum, uma relação de intensidade como “Força da energia” (13%), “Potência” (10%) e “Velocidade da energia” (5%). Um grupo de 4 alunos (10%) atribui *Volts* a uma medida de carga elétrica. Apenas um aluno relaciona *Volts* ao conceito de “Tensão Elétrica”, sem dar maiores detalhes sobre seu significado.

Como esperado, o conceito de Tensão elétrica é bastante abstrato e não intuitivo para os estudantes. Logo, pudemos verificar o alto índice de desconhecimento do conceito, o que reforçou a necessidade de trabalharmos com ele ao longo da atividade “Desafio de Criatividade”.

Questão de LIP 4

Você já ouviu falar em Watt (W) e Ampere(A)? O que significam?

O objetivo dessa questão era saber o que os alunos conheciam sobre *Watt* e *Ampere* como unidades de medida de Potência e Corrente Elétrica.

A Tabela 5.5 apresenta os dados sobre o conhecimento do significado de *Watt*. Nela é possível observar que 20 alunos (52%) dizem conhecer e outros 18 (48%) afirmam não conhecer o significado. A Tabela 5.6 faz o mesmo com o conceito de *Ampere*, porém, o número de alunos que diz conhecer cai para 16 (42%), enquanto 22 (58%) afirmam desconhecer o significado do termo.

Essa diferença entre a compreensão dos alunos sobre conhecer ou não o conceito deve-se ao fato de que alguns produtos apresentam na embalagem, ou nas especificações de compra, a potência em *Watts*, garantindo que ela seja mais lembrada ou conhecida que o *Ampere*.

<i>Watt</i>	<i>Número de citações</i>
Afirma conhecer	20
Não conhece	18

Tabela 5.5 – Alunos afirmam ou não conhecer o significado de *Watt*. Fonte: Pesquisador.

<i>Ampere</i>	<i>Número de citações</i>
Afirma conhecer	16
Não conhece	22

Tabela 5.6 - Alunos afirmam ou não conhecer o significado de *Ampere*. Fonte: Pesquisador.

Apesar de a maioria dos alunos afirmar conhecer a palavra *Watt*, isso não quer dizer que, de fato, saibam o que ela significa. A Tabela 5.7 indica a atribuição de significado pelos alunos.

<i>O que significa Watt</i>	<i>Número de citações</i>
Medida energética	6
Unidade de medida	5
Não sabe o significado	4
Unidade de medida de Potência	3
Força	1
Velocidade da Lâmpada	1

Tabela 5.7 - Qual o significado de *Watt* para os alunos que dizem conhecê-lo. Fonte: Pesquisador.

Dos alunos que afirmaram conhecer *Watt*, um grupo de 4 (20%) não reconhece o significado. A ideia genérica de uma “Medida energética”, que apareceu para definir *Volts*, surge novamente para 6 (30%) dos alunos que dizem conhecer o conceito *Watt*. Para 5 (25%) estudantes, que não especificaram do que se tratava, é uma “Unidade de medida”. Apenas 3 desses alunos (15%), que a descreveram como uma “Unidade de medida de Potência”, conseguiram identificá-la corretamente. Dessa maneira, podemos concluir que 21% do total de alunos demonstraram conhecer *Watt* como uma unidade de medida, mas apenas 8% do total conheciam sua relação com potência.

Assim, os dados obtidos na tabela 5.7 e 5.8 parecem semelhantes. Neste último, como no primeiro, evidenciamos o fato de os alunos possuírem mais contato com a palavra *Watt* do que com o termo *Ampere*. Dos estudantes que disseram conhecer “*Ampere*”, 5 deles (31%) afirmaram não saber o significado do termo. Uma classificação genérica descrita como “medida energética” voltou a aparecer quando foi citada por 3 alunos (19%). Mais uma vez, essa classificação parece ajudar os estudantes na definição de unidade de medida, mesmo quando eles ainda não especificam a grandeza física que está sendo medido. A associação com outras

grandezas físicas como “Força” e “Velocidade” voltou a ser citada. Apenas 1 estudante associou corretamente a medida de ampere com “Unidade de corrente elétrica”.

<i>O que significa Ampere</i>	<i>Número de citações</i>
Não sabe o significado	5
Medida energética	3
Unidade de medida	3
Força	1
“Choque de um raio”	1
Medida da Bateria	1
Unidade de corrente elétrica	1
Velocidade eletricidade	1

Tabela 5.8 - Qual o significado de *Ampere* para os alunos que dizem conhecê-lo. Fonte: Pesquisador.

Esses dados tornam evidente o desconhecimento dos alunos acerca dos conceitos investigados e revela a necessidade de abordá-los durante as aulas.

Questão de LIP 5

O que é tomar choque? Que fenômeno físico você acha que acontece?

O objetivo dessa questão era saber se o aluno tinha conhecimento de que “tomar um choque” está associado à passagem de corrente elétrica pelo seu corpo, e, portanto, saber se os alunos conheciam tal conceito.

A Tabela 5.9 representa a resposta dos alunos em relação a qual fenômeno físico acreditam acontecer no corpo de uma pessoa quando ela toma um choque.

A categoria de resposta mais frequente, dada por 13 dos participantes (34%), é aquela que a “Eletricidade” passa pelo corpo. Ou seja, quando os estudantes afirmam isso, estão associando a eletricidade a um fenômeno físico e não a uma área da física, o que representa a clara associação com conhecimentos prévios dentro do estudo da física. Um grupo de 6 alunos (16%) associa o choque com o fato de o “corpo receber energia”. Aqui, provavelmente, há uma associação da palavra energia com “energia elétrica”, uma vez que, no cotidiano, muitas vezes, são termos utilizados como sinônimos. Um aluno associou o choque a uma “onda” que passa pelo corpo. Esse mesmo número de estudante diz não conhecer o significado.

<i>O fenômeno físico de choque no corpo</i>	<i>Número de citações</i>
Eletricidade passa pelo corpo	13
Descrição de consequências orgânicas do choque	8
O corpo recebe energia	6
O corpo da pessoa recebe carga elétrica	4
Corrente elétrica que passa pelo corpo	1
Não sabe o significado	1
Elétrons se chocam com as células	1
Grande quantidade de elétrons	1
Agitação dos átomos e células	1
Onda	1

Tabela 5.9 –Opinião dos alunos sobre qual fenômeno físico acontece no corpo de uma pessoa quando ela toma choque. Fonte: Pesquisador.

Outros dois alunos, em suas respostas, chamam a atenção por evidenciarem a dificuldade em compreender as diferentes dimensões atômicas e celulares. Para ambos, o choque no corpo é “Elétrons se chocam com as células” e “Agitação dos átomos e células”. Isto é, os estudantes colocam elétrons e átomos na mesma dimensão escalar.

Por não compreenderem a pergunta sobre os fenômenos físicos, 8 desses alunos (21%), acabam respondendo acerca das consequências orgânicas do choque no corpo da pessoa. Apesar de não ser o foco da análise, ressaltamos que essa questão nos deu indícios de que esse grupo de alunos ainda possui dificuldade em estabelecer o que são “conceitos físicos”. Acredita-se que isso seja natural, uma vez que a separação da disciplina de ciências em física, química e biologia, muitas vezes, e nesse caso, começa no nono ano do ensino fundamental.

Para 4 estudantes (11%) o choque acontece quando “o corpo recebe cargas elétricas”. Apenas 1 aluno define o fenômeno como uma grande quantidade de elétrons. Assim, nesse grupo de respostas, apenas 5 (14%) alunos possuem algum conhecimento formalizado sobre o fenômeno físico corrente elétrica, confirmando a necessidade de trabalhar o tema.

Questão de LIP 6

Se a lâmpada do meio queimar qual(is) dela(s) vai(ão) apagar junto?

O objetivo da questão era avaliar se os alunos compreendem que é necessário um circuito fechado para a passagem da corrente elétrica, pois, com a queima da lâmpada, existirá uma interrupção no mesmo.

A Tabela 5.10 representa a resposta dos alunos em relação ao que aconteceria com as demais lâmpadas.

<i>O que acontece se a Lâmpada do meio queimar?</i>	<i>Número de citações</i>
Apenas uma pode apagar	16
As duas outras ficam acesas	10
As duas outras apagam	9
As outras duas queimam ou a bateria queima	3

Tabela 5.10 - O que os alunos pensam que vai acontecer quando, em uma ligação em série de três lâmpadas, a do meio queimar. Fonte: Pesquisador.

Para 16 alunos (42%), com a lâmpada do meio queimando, “Apenas uma pode apagar”, ou seja, uma permanecerá acesa. Este grupo acredita que não há necessidade da corrente elétrica passar por um circuito fechado, pois entende que a lâmpada queimada interrompe o circuito a partir desta lâmpada, mas não antes dela.

Outros 10 estudantes (26%) acreditam que as demais lâmpadas ficarão acesas, revelando-nos que: ou os alunos não associam a queima da lâmpada com uma interrupção no circuito, ou acreditam que não seja necessário um circuito fechado para o funcionamento do mesmo.

Próximo a esse valor, 9 estudantes (24%) acreditam que todas as lâmpadas serão apagadas quando a lâmpada do meio queimar, indicando a compreensão de que a queima da lâmpada do meio pode interromper o circuito. Isto é, para esse grupo de alunos, não é possível haver a corrente elétrica ou qualquer fluxo de energia que atribuam ao funcionamento da lâmpada.

Por fim, alguns estudantes associam a queima de uma das lâmpadas às outras. Além disso, segundo outros alunos, a própria bateria pode queimar, o que deve ser um erro de vocabulário no caso das lâmpadas, uma vez que os estudantes utilizaram a palavra “queimar” ao invés de “apagar”.

Mais uma vez, os alunos mostraram um saber já esperado a partir do questionário: não apresentam o formalismo dos conceitos físicos dos fenômenos de eletricidade.

Questão de LIP 7

a) *Imagine todos os equipamentos elétricos e eletrônicos da sua casa. Se todos eles ficassem ligados por uma hora, qual deles você acredita consumiria mais energia?*

b) *Considerando o tempo que cada equipamento fica, de fato, ligado, ordene os 5 principais que você acredita que mais aumentam a sua conta de energia, do maior para o menor.*

Essa questão buscava verificar se os alunos tinham consciência de quais equipamentos causavam mais consumo de energia ao longo do tempo e quais geravam grande consumo pelo excesso de uso.

Os equipamentos da Tabela 5.11 foram citados como aqueles que mais consomem energia elétrica ao ficarem ligados durante uma hora, ou seja, os que apresentam maior consumo, independente do tempo que, em geral, ficam ligados.

<i>O que gasta mais</i>	<i>Número de citações</i>
Ar-condicionado	12
Televisão	11
Geladeira	5
Micro-ondas	3
Aquecedor Elétrico	2
Aquecedor Piscina	2
Chuveiro Elétrico	2
Videogame	1

Tabela 5.11 - Equipamento que consome mais energia independente do tempo. Fonte: Pesquisador.

Podemos verificar que mais alunos associam a “televisão” (29%), o “ar-condicionado” (32%) e a “geladeira” (13%) a um maior consumo do que “aquecedores elétricos (5%). Assim como os “chuveiros elétricos” (5%), são os aquecedores que utilizam resistências elétricas e, portanto, “maiores” consumidores. O “micro-ondas” (8%) também possui alta potência e aparece citado abaixo desses três itens. Na mesma linha de aquecedores, o “aquecedor de piscinas” (5%) pode se enquadrar entre os que realmente gastam mais, caso a eletricidade seja utilizada para esse fim específico. O “vídeo game” é citado, porém tem baixa potência em geral.

Podemos concluir que, em geral, os alunos não conhecem os equipamentos que produzem maiores gastos energéticos, talvez por associarem o gasto ao tempo de utilização. Os

três itens mais citados são aparelhos que, em geral, apresentam uso prolongado. Entretanto, os que realmente gastam mais tem um tempo de utilização, em geral, reduzido.

Os equipamentos da Tabela 5.12 foram citados como os que mais consomem energia elétrica, levando em consideração o tempo de uso. Cada aluno poderia escolher cinco itens.

<i>Citados entre os 5 que mais gastam</i>	<i>Número de citações</i>
Televisão	35
Ar Condicionado	31
Geladeira	27
Computador	19
Chuveiro Elétrico	13
Lâmpada	12
Máquina de Lavar Roupas	9
Micro-ondas	9
Videogames	7
Roteador	4
Aquecedor Piscina	3
Celular	3
Motor da piscina	3
Aquecedor Elétrico	2
Aquário (Filtro)	1
Aspirador	1
Bebedouro	1
Climatizador	1
Ferro de passar roupas	1
Forno elétrico	1
Freezer	1
Projektor	1
Rádio Médio	1
Secador de cabelo	1
Ventilador	1

Tabela 5.12 - Equipamento que consome mais energia independente do tempo de uso. Fonte: Pesquisador.

Mais uma vez, alguns dados obtidos em duas tabelas parecem semelhantes. Neste caso, alguns dados da tabela 5.11 voltaram a aparecer na tabela 5.12, principalmente no que no que diz respeito aos três que mais gastam energia: a televisão (92%), o ar-condicionado (82%) e geladeira (71%). Isso reforça a tese anterior de que os alunos não são capazes de desassociar o equipamento que mais consome daquele que fica mais tempo em uso.

Alguns equipamentos que apareceram nessa última tabela estavam ausentes na anterior, muito possivelmente pelo tempo em que ficam ligados e não pela constância de uso como é o caso do “Computador” (50%), das “Lâmpadas” (32%), da “Máquina de lavar roupas” (24%), “Roteador” (11%), entre outros.

Outros aparelhos que usam aquecimento elétrico também foram citados, como “Ferro de passar roupas”, “Forno elétrico” e “secador de cabelo” (cada um citado por um único aluno).

Portanto, notamos que não há um vasto conhecimento dos alunos sobre o consumo de energia de cada equipamento.

Questão de LIP 8

Quais estratégias você acredita serem mais eficientes na economia de energia e também da conta de energia?

O objetivo dessa questão era verificar quais as principais estratégias identificadas pelos alunos para ajudar a economizar energia, além de associá-las aos equipamentos que mais consomem energia, listados na questão anterior.

A Tabela 5.13 mostra os resultados obtidos. Cada um dos alunos citar mais de um item em sua resposta. A média do número de estratégias identificadas por aluno foi de 2,4.

Para 25 alunos (66%), uma das estratégias de economia é apagar as lâmpadas ligadas desnecessariamente. Apesar de representar um desperdício, na Questão 7 apenas 31% associava o consumo das lâmpadas com o consumo excessivo, considerando o tempo que ficavam ligadas. Esse alto índice, provavelmente, está associado à simplicidade dessa forma de economizar, pois, individualmente, não é necessário abrir mão do conforto trazido por outros aparelhos. Esse mesmo raciocínio foi apresentado por 20 alunos (53%) ao dizerem dos demais desperdícios de aparelhos elétricos, e também para 10 outros estudantes (26%) que associaram tirar aparelhos da tomada, ou seja, fora de uso (*Stand by*) para que não haja consumo desnecessário. Outra estratégia de economia apontada foi a de não utilizar dois equipamentos ao mesmo tempo (11%), talvez pelo fato de ambos não poderem ser utilizados simultaneamente, ou quando a

atenção é dividida entre TV e computador. Para evitar o desperdício 2 alunos (5%) sugerem programar o tempo de uso dos aparelhos.

<i>Estratégias de economia</i>	<i>Número de citações</i>
Evitar lâmpadas ligadas desnecessariamente	25
Evitar aparelhos elétricos ligados desnecessariamente	20
Deixar aparelho na tomada apenas quando em uso	10
Evitar o uso do ar condicionado	7
Utilizar outras formas de energia (Solar e Gás)	7
Evitar usar aparelhos que gastam muito	4
Não ligar produtos simultâneos	4
Chuveiro ligado por menos tempo	3
Diminuir a frequência de utilização de aparelhos	3
Evitar atrasar o pagamento	3
Uso de janelas para ventilação e iluminação	3
Programar o tempo de funcionamento dos aparelhos	2
Juntar roupa para lavar uma ou duas vezes por semana	1

Tabela 5.13 - Estratégias de economia de energia segundo os alunos. Fonte: Pesquisador.

Para outros estudantes evitar o uso de alguns equipamentos, mesmo abrindo mão do conforto, é uma estratégia necessária. Dezoito por cento dos alunos sugerem “evitar o uso de ar-condicionado”, sendo que para 8% a alternativa seria usar as janelas para ventilação. Cerca de 11% dos participantes sugerem evitar o uso dos “aparelhos que gastam muito”. Nessa perspectiva de estratégia, 8% dos estudantes citam a redução do tempo do uso do chuveiro como estratégia; a mesma quantidade de alunos sugere a diminuição da frequência de uso dos equipamentos.

Outros 18% de discentes acreditam que outras formas de energia são a solução para esse problema, como o uso de energia Solar ou a gás. Em relação ao aspecto econômico, 8% lembram que evitar o atraso do pagamento pode gerar alguma economia. Outra estratégia de gestão para maximizar o uso do recurso é citada por 3% dos alunos, que sugerem reunir roupas para lavar de uma única vez.

Destacamos algumas das respostas dissertativas dos alunos:

Eu acredito ser mais eficiente programar certos aparelhos, assim como funciona o ar-condicionado, que liga e desliga automaticamente sem que tenha a preocupação de ficar ligado o dia todo gastando muita energia, ligando ele só o necessário e na hora que estamos usando ele de fato. Além de não ligar vários produtos elétricos de uma só vez ou de deixar muitas coisas ligadas. (Aluno 4, Grupo 4)

As estratégias que eu acredito de ser mais eficiente na economia de energia e também da conta de energia: é utilizar a energia solar, ou não deixar os aparelhos ligados enquanto não usa, ter várias janelas para não precisar de luz durante o dia e até diminuir o uso do ar-condicionado. (Aluno 5, Grupo 5)

Sempre apagar a luz quando você sair do cômodo, aproveitar a luz do Sol, não deixar os aparelhos que consomem muita energia (máquina de lavar, ar-condicionado) ligados a todo tempo, juntar roupa para lavar tudo uma ou duas vezes por semana, utilizar outras alternativas de energia e não só a elétrica. (Aluno 2, Grupo 2)

Conclusão da análise das conhecimentos prévios

A atividade foi importante para verificar os saberes que os estudantes já possuíam em relação aos fenômenos elétricos, tanto formais quanto espontâneos, vinculados ao seu cotidiano. Além disso, foi possível identificar possíveis imprecisões e erros conceituais, assim como a capacidade de ler e interpretar documentos cotidianos que transmitem informações.

Essa atividade objetivou também o estudo introdutório do conteúdo de energia elétrica, uma vez que, as perguntas que abordaram hábitos e equipamentos sobre economia e gasto de energia elétrica, promoveram discussão que indicou a necessidade de buscarmos uma definição para os conceitos físicos e para a realização de tal análise.

Para concluir, podemos verificar que, em relação aos objetivos inicialmente traçados para essa atividade:

- I. os alunos identificaram custos e tarifas; souberam associar a variação dos custos aos diferentes hábitos de consumo e diferentes momentos de tempo; elaboraram hipóteses para explicar as diferenças entre a quantidade consumida e os valores;
- II. os alunos mostraram desconhecimento em relação aos equipamentos que geram maior gasto de energia pela alta potência, identificando, de maneira geral, o maior gasto com o tempo de uso do equipamento;
- III. os alunos identificaram que a principal forma de economizar energia é evitar os desperdícios de uso do recurso em momentos desnecessários;

- IV. os alunos demonstraram não conhecer os aspectos físicos em relação ao estudo da eletricidade, pois desconhecem o formalismo dos conceitos, uma vez que dominam o conhecimento sobre “eletricidade” do senso comum.

5.3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA AULA 6 - ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO.

A aula 6 contou com a participação de 35 alunos que foram divididos em 10 grupos. De maneira geral, os alunos conseguiram realizar as atividades de medida. No início, muitos grupos apresentaram dificuldades em seguir as instruções ou fazer a relação entre a instrução e o circuito real. A dificuldade maior foi saber quais “jacarezinhos” desconectar para colocar o multímetro em série. Após um primeiro momento mais complicado, quando o professor precisou auxiliar mais de perto os estudantes, todos entenderam o processo de montagem, passaram a construir os circuitos e a agir de maneira mais independente.

A seguir apresentamos a análise das respostas dadas pelos grupos ao questionário:

- 1) Qual o comportamento teórico que se esperava para a Tensão Elétrica em cada uma das formas de se associar as lâmpadas?

No total, oito dos dez grupos citam que a tensão elétrica fornecida pela bateria deveria ser dividida entre cada uma das lâmpadas na ligação em série. Um dos grupos cita que a tensão elétrica era a mesma que a bateria fornecia em cada uma das lâmpadas, ou seja, sem dividi-la, o que na verdade acontece na ligação em paralelo. Por fim, outro grupo cita que as primeiras lâmpadas deveriam ter maior tensão elétrica por estarem mais próximas da bateria.

Para a ligação em paralelo, nove grupos citam que a tensão elétrica em cada lâmpada deveria ser a mesma que a fornecida pela bateria. O único grupo que responde diferentemente, afirma que a tensão seria dividida entre as lâmpadas. Este é o mesmo grupo que respondeu o contrário na ligação em série, portanto, eles trocam os conceitos das ligações.

De maneira geral, os grupos apresentaram o que era esperado dos comportamentos teóricos acerca de tensão elétrica nos dois tipos de associação, cumprindo de maneira positiva os objetivos dessa primeira atividade.

2) Qual o comportamento teórico que se esperava para a Corrente Elétrica em cada uma das formas de se associar as lâmpadas?

No total, nove dos dez grupos citam que a corrente elétrica fornecida seria a mesma em todas as lâmpadas na ligação em série. Apenas um dos grupos afirma que a corrente elétrica fica cada vez mais fraca conforme passa pelas lâmpadas. Dessa maneira, a última lâmpada acaba ficando mais fraca que as primeiras.

Para a ligação em paralelo, seis grupos citam que a corrente elétrica seria dividida em cada lâmpada, porém, por serem lâmpadas idênticas, elas teriam o mesmo valor. Desses grupos, dois afirmam que a corrente ficaria mais fraca que na série, uma vez que seria dividida em três partes. Isso não acontece de fato, e esse erro conceitual deve-se, provavelmente, ao fato de não termos aprofundado o conceito de resistência equivalente. Um dos grupos explica ser o esperado apenas a lâmpada mais próxima da bateria receber a corrente, uma vez que esse seria o menor caminho. Outro grupo afirma que quanto mais próximo da bateria, maior seria a corrente elétrica que passaria pelas lâmpadas. Ainda houve grupo que se manifestou, afirmando que a corrente elétrica seria a mesma nas três lâmpadas, reforçando a não divisão. Segundo eles: “A corrente vai ser igual em todas as lâmpadas, porque os mesmos elétrons passam por todas elas”.

De maneira geral, os grupos apresentaram conhecimento do que era esperado no comportamento teórico da tensão elétrica, nos dois tipos de associação, cumprindo, de maneira positiva, os objetivos dessa primeira atividade. Porém, houve algumas confusões sobre a corrente elétrica. Antes do seguimento da atividade, solicitou-se aos alunos que compartilhassem as respostas. Consideramos necessária uma discussão para apontar e corrigir essas falhas, o que se tornou mais uma oportunidade para reforçar os conceitos no final da atividade.

3) Descreva se o que foi observado nas medidas presentes da tabela representa o padrão de comportamento que se esperava na teoria para o fenômeno da tensão elétrica. Caso negativo, o que você acredita que possa ter interferido?

Dos dez grupos que participaram da tarefa, sete declaram que o resultado estava de acordo com o esperado no resultado teórico, e destes, cinco apontam que não se pode ter a medida perfeitamente igual em todas as vezes, porque existe uma margem de erro que se pode tolerar como igual. Desses cinco, apenas 3 chegaram a elaborar hipóteses para explicar tal diferença. As hipóteses levantadas foram:

- Para medir a tensão, ao posicionar o multímetro, foi deixado mais fio de cobre de um lado do que de outros, possivelmente se referindo ao aumento de resistência elétrica, causada pelo excesso de fio;
- Outros grupos atribuíram os resultados a pequenas diferenças ou imperfeições nas lâmpadas.

Dos grupos que não concordam que o resultado corresponde à teoria, dois deles não consideram a margem de erro da medida, atribuída a imprecisões de medidas e à imprecisão do instrumento. Como os valores não eram perfeitamente iguais aos esperados na teoria, afirmam que os resultados não condizem com a mesma.

Um dos grupos apresentou valores muito diferentes, possivelmente por algum erro de medida, o que gerou um problema na análise. O grupo justificou a diferença com duas hipóteses: ou as lâmpadas não eram idênticas, ou a teoria não se aplicava tão bem na prática em razão dos materiais não serem os ideais.

Abaixo transcrevemos alguns exemplos de respostas:

Chegamos nos valores perto um do outro na medida dos Volts, como era esperado, mas tem algumas coisas que dão uma pequena diferença, até porque não da pra ter uma lâmpada completamente idêntica a outra, então quando era pra dar valor igual as vezes aparece uma pequena mudança. (Aluno 6, Grupo 4)

Os valores que chegamos de tensão no paralelo são bem próximos do esperado, só mudando um pouco, acho que pegamos mais fio na hora de fazer uma medida do que na outra, o que não é grande coisa, mas pode mudar um pouquinho a medida. (Aluno 7, Grupo 5)

A teoria não funciona muito bem, porque mesmo as lâmpadas sendo iguais, o valor da tensão não é 100% igualzinho um do outro. (Aluno 8, Grupo 6)

4) Descreva se o que foi observado nas medidas presentes na tabela representa o padrão de comportamento que se esperava na teoria para o fenômeno da corrente elétrica. Caso negativo, o que você acredita que possa ter interferido?

Dos dez grupos sete afirmam que o resultado correspondia ao esperado daquele apontado no resultado teórico. Os mesmos cinco grupos que indicaram a margem de erro para tensão elétrica voltam a citá-la no caso da corrente elétrica. Como na questão anterior, dois dos grupos que não concordam que o resultado corresponde à teoria, não levaram em conta a margem de erro. Assim, como os valores não são perfeitos, os grupos reforçam que os

resultados não condizem com a teoria. Um grupo, apesar da discussão realizada após a questão 2, insistiu na ideia de que a soma das correntes no circuito em paralelo daria o mesmo valor da corrente que passa pelo circuito em série.

Nós esperávamos que a como a corrente era dividida no paralelo nas três lâmpadas e na série não, achamos que a soma das que passavam nas três lâmpadas em paralelo ia ser igual o valor da corrente que passa nas em série, mas isso não aconteceu. Não sabemos o motivo. (Aluno 9, Grupo 3)

Como dito na descrição dessa atividade na pergunta 3 e 4, esperava-se que os alunos descrevessem pequenas oscilações de medidas do que era esperado na teoria, desde que realizassem a atividade de maneira correta, uma vez que, na prática, não estamos trabalhando com materiais ideais, e isso pode gerar algumas imprecisões. Pudemos observar que os alunos foram capazes de verificar o comportamento teórico na prática da corrente elétrica e da tensão elétrica.

Conclusões da atividade de verificação

Concluimos que a atividade de verificação teve grande valor ao permitir a discussão do mundo idealizado e do mundo real, para que os estudantes possam compreender a relação entre um fenômeno discutido isoladamente na teoria e da prática onde se mistura diferentes fatores. Além disso, alguns alunos relataram compreender melhor o que é um circuito em série e paralelo após realizarem a montagem.

De maneira geral, podemos afirmar que os alunos:

- I. foram capazes de realizar e analisar as medidas de tensão e corrente elétricas em série e paralelo;
- II. entenderam as limitações que a teoria pode apresentar na prática, dado o uso de equipamentos, que apresentam comportamentos diferentes dos idealizados na teoria;
- III. tiveram a oportunidade de aprender a usar ferramentas de medidas, não tão cotidianas, como o multímetro;

Podemos ainda destacar que a atividade de verificação suscitou questões inesperadas, que na discussão teórica dificilmente teria aparecido, um exemplo, é o fato de os alunos esperarem que a soma das correntes elétricas no circuito em paralelo fosse igual ao valor da corrente elétrica no circuito em série.

5.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULAS 12 E 13 – INSTALAÇÃO ELÉTRICA.

Nas aulas 12 e 13, os alunos deveriam construir o circuito elétrico da casa, conforme descrito anteriormente. Nessas aulas, os alunos, em geral, sentiram dificuldade inicial em transferir o desenho da planta, onde estava o planejamento, para o projeto concreto. Necessitaram de muita orientação do professor em relação ao funcionamento do *led*, mas após a colaboração, passaram a trabalhar com maior independência.

A maior função do professor, nesse momento, foi manter a motivação junto aos grupos. Ele também foi responsável por fiscalizar o andamento da produção dos alunos, pois, muitas vezes, eles deixavam de fazer mais de uma etapa do processo, abandonavam uma para começar outra, quando muitas vezes era possível fazer as duas separadamente. Por exemplo, era possível montar o circuito em série e em paralelo de forma independente e, posteriormente, juntá-los se necessário.

É importante considerar que, em alguns momentos, a falta de mais equipamentos, como o ferro de solda e pessoas habilitadas a usarem-no, deixou alguns grupos mais improdutivos, o que gerou distração durante a atividade. Esse pode ser um fator complicador para recuperar a atenção posteriormente.

Algo que chamou a atenção dos alunos foi o fato de serem necessárias menos pilhas para obter mais brilho na ligação em paralelo que na ligação em série. Não havia sido trabalhado o conceito de resistência equivalente, então, foi necessário introduzir o tema, mesmo de maneira superficial. Mostramos o que era e como isso interferia na potência. Por este motivo, alguns grupos readaptaram o projeto inicial, uma vez que, inicialmente, haviam conectado as duas ligações nas mesmas pilhas, o que não fazia acender a ligação em série ou a tornava muito fraca.

Diferente da atividade de verificação, na qual os alunos foram guiados através de um manual passo a passo, essa construção partiu de projetos desenvolvidos pelos estudantes. No primeiro caso, não foram convidados a refletir sobre os motivos de certos fios serem ligados em cada parte, bastava seguir a “receita de bolo” que o projeto funcionaria. Alguns grupos sentiram dificuldade em fazer a ligação em paralelo, pois haviam compreendido existir uma relação na distribuição das lâmpadas, como se o desenho formado pelos fios fosse o mais importante para definir o tipo de ligação, ao invés de considerarem em que parte de uma lâmpada a outra era ligada.

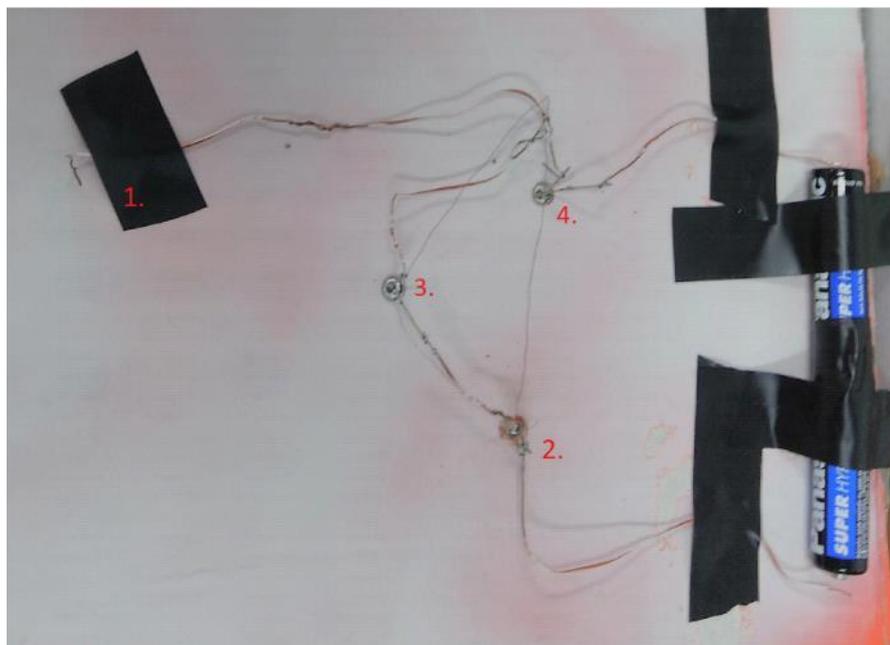


Figura 5.1 – Tentativa de fazer uma ligação em paralelo. Fonte: Pesquisador.

Na Figura 5.1, temos um exemplo do que inicialmente foi considerado pelo grupo uma ligação em paralelo, porém não há ligação entre as lâmpadas 2 e 4, além disso, há um fio solto no ponto 1, sendo assim, as três lâmpadas estão, aparentemente, em série. Após apontarmos o erro, o mesmo foi corrigido. É possível observarmos um esboço das ligações feitas a lápis pelos alunos, a forma geométrica da ligação esboçada ficaria parecida com a que utilizamos na explicação para falar de ligação em paralelo, o que pode ter causado o erro dos alunos que não compreenderam profundamente o conceito de como as ligações deveriam ter sido feitas.

O fio marcado por fita isolante, indicado no desenho pelo número 1, poderia ser conectado ao *led*, indicado na figura pelo número 2, ocasionando um curto circuito no *led* indicado pelo número 3, fazendo com que apenas os *leds* 2 e 4 se acendessem. Ou seja, como a ligação não foi realizada entre os polos positivos e um potencial e os polos negativos a outro potencial, não se tratava de uma ligação em paralelo, na verdade, não se trataria nem mesmo de uma ligação em série.

Abaixo, a figura 5.2, exemplifica uma montagem correta das ligações. No retângulo verde verificamos a existência de uma ligação em série (a polaridade positiva de um *led* se conectando à polaridade negativa do outro). No retângulo amarelo observamos a ligação em paralelo, na qual outros dois *leds* se encontravam ligados (as polaridades positivas em um mesmo ponto e as negativas ligadas a outro ponto). Ainda no retângulo vermelho, o que parece uma interrupção no circuito é na verdade um interruptor colocado na região interna da caixa, o que inviabilizou a visualização.

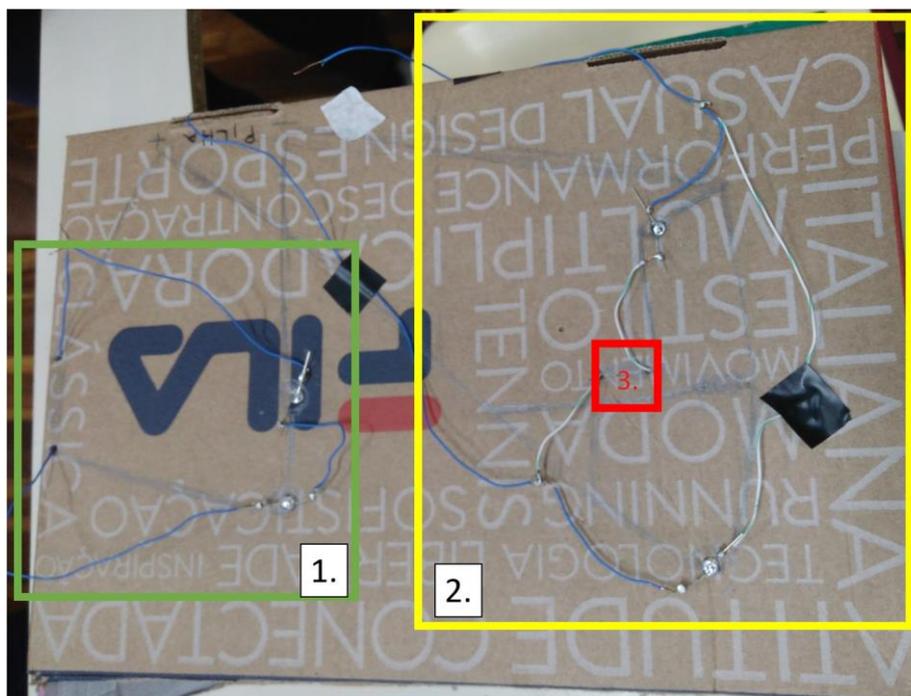


Figura 5.2 – Ligações feitas de maneira corretas. Fonte: Pesquisador.

5.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULAS 14 E 15 – APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS

Todos os grupos cumpriram a tarefa: apresentar numa caixa de sapatos, trazida de casa e o circuito funcionando. Em relação à decoração e ao tema, alguns foram mais cuidadosos para apresentar o máximo de elementos possíveis, outros, porém, nem tanto. A quantidade de elementos, que poderiam ser objetos, ideias ou conceitos, que defendiam que as casas estavam alinhadas ao tema pedido foi de 3 por grupo.

Abaixo listaremos as principais ideias apresentadas pelos grupos com os três temas.

Para o tema “Casa Econômica de energia elétrica” as soluções encontradas pelos alunos para que a casa consumisse menos energia possível foram:

- Casas com mais janelas, para que a ventilação e refrigeração não precisasse depender tanto do ar-condicionado. Além disso, poderia contribuir para a iluminação durante a manhã amenizando o consumo de energia pelas lâmpadas;
- As paredes e os telhados tinham cores claras, pois absorveriam menos luz esquentando menos e diminuindo o consumo de ar-condicionado. Em relação ao telhado, um dos grupos

também sugeriu o “telhado verde”, ou seja, utilizar esse espaço para plantar, tornar produtivo e também controlar a temperatura;

- Dois grupos citaram a importância de se investir em tecnologia de inteligência, ou seja, que evita que os equipamentos permaneçam ligados desnecessariamente. Um exemplo seria a instalação de sensores de presença para as lâmpadas;

- Também foi lembrado, por um dos grupos, que os eletrodomésticos deveriam, preferencialmente, serem comprados somente se apresentassem o “Selo Procel de Eficiência Energética – Inmetro” garantindo uma maior economia;

- Outro grupo sugeriu a criação de um aplicativo, ou um aparelho que ficasse dentro de casa mostrando a marcação do consumo de energia do relógio medidor de consumo, que em geral não é de tão fácil leitura e acesso. Dessa maneira, o morador teria mais controle sobre seus hábitos.

A figura 5.3 representa alguns dos elementos citados anteriormente, como as paredes brancas, janelas e portas grandes para melhor iluminação e ventilação. Os alunos destacaram que as lâmpadas de *led* são mais econômicas.



Figura 5.3 – Casa Econômica. Fonte: Pesquisador.

A figura 5.4, também apresentava o mesmo tema: além das paredes brancas e da janela, na geladeira aparece a palavra “Procel”, fazendo referência ao selo de consumo de energia, assim como foi indicado no protótipo do outro grupo. Segundo o Grupo 1, representa que o fogão e o chuveiro utilizariam gás e não seriam elétricos. Os alunos ainda sugeriram que o ar-condicionado poderia ser trocado pelo ventilador de menor potência.

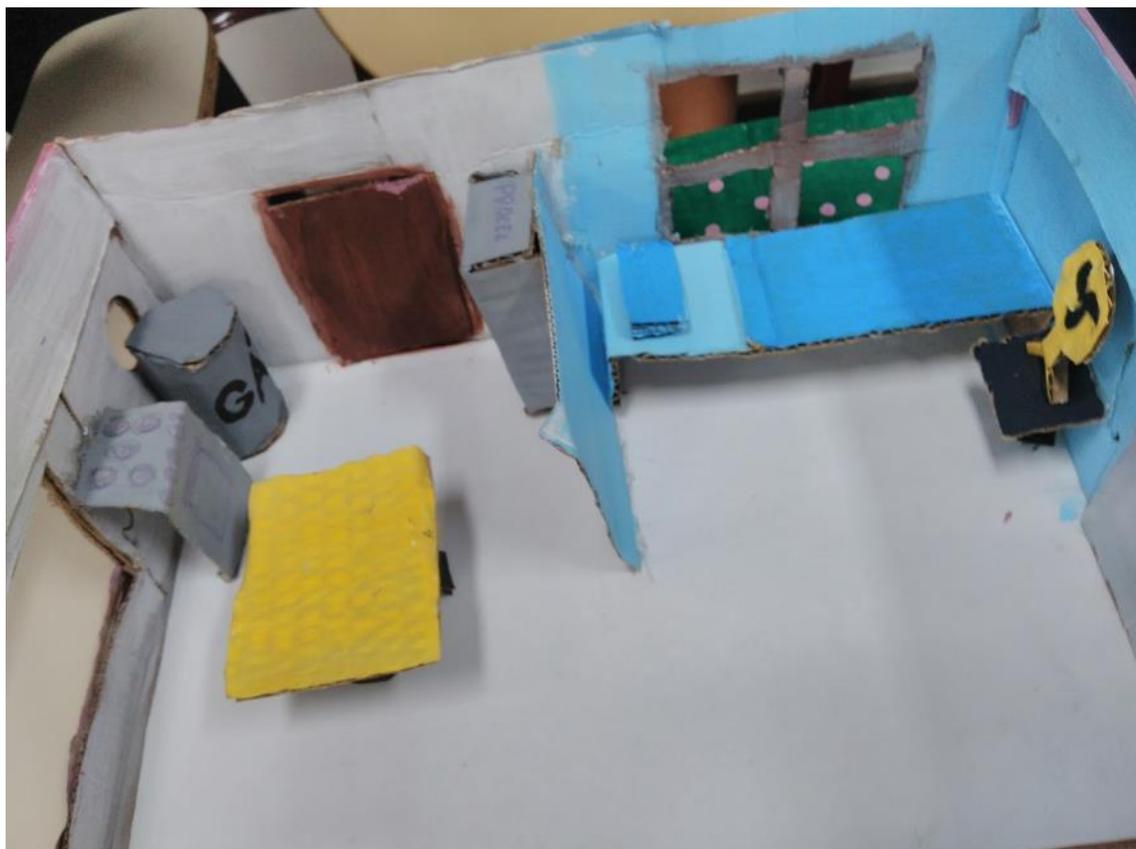


Figura 5.4 – Casa econômica exemplo 2. Fonte Pesquisador.

Em seguida, vamos apresentar as soluções encontradas pelos alunos para que a casa consumisse mais energia possível, ou seja, adequando ao tema “Casa consumidora em excesso de energia elétrica”:

- Os alunos citaram o excesso de equipamentos elétricos, principalmente com resistores, como os principais componentes das casas consumidoras. Entre os exemplos citados: chuveiro, forno e fogão elétrico, torradeira, *grill* e churrasqueira elétrica, e equipamentos de beleza como chapinha e secador;

- Muitos estudantes indicaram ar-condicionado em vários cômodos espalhados pela casa;
- Utilização de Lâmpadas menos econômicas;
- Utilização de várias lâmpadas ao mesmo tempo para iluminar o mesmo cômodo;
- Utilização de máquinas de lavar louça e máquinas de secar roupa.

A figura 5.5 representa um cômodo da casa que apresenta alguns elementos que elevam o consumo de energia. Segundo o grupo, as três lâmpadas no mesmo cômodo é um excesso que poderia ser diminuído. Além disso, a cor vermelha representa que elas são incandescentes e, portanto, menos econômicas. Eles ressaltaram que após verem outros grupos desenvolvendo o trabalho, desistiram das paredes que seriam, inicialmente, brancas. Optaram, portanto, deixá-las escuras para absorverem mais luz. Outro aspecto apontado é que não haveria ventilação sem janelas na sala, sendo necessário o uso de ar-condicionado.



Figura 5.5 - Casa Consumidora em excesso de energia elétrica. Fonte: Pesquisador.

Já a figura 5.6, que também está orientada pela mesma temática, apresenta dois elementos que gastariam mais energia elétrica: o fogão elétrico e a caixa de som grande. Segundo o grupo, o tamanho da caixa representa o uso de equipamentos de alta potência desnecessariamente. Esse grupo ainda citou que todas as torneiras da casa teriam água aquecida por resistores elétricos.



Figura 5.6 - Casa Consumidora em excesso de energia elétrica, exemplo 2. Fonte: Pesquisador.

Para o tema “Casa geradora de energia elétrica” – aquela que consome menos energia possível –, as soluções encontradas pelos alunos foram:

- O item mais citado por praticamente todos os grupos foi a placa de energia solar no telhado. Entretanto, os grupos apresentaram diferentes explicações para o funcionamento das placas: ora como fotovoltaicas; ora como termosolares;
- Um dos grupos sugeriu vincular a aparelhos de ginástica geradores de energia. Assim, se a pessoa se exercitar todos os dias, poderia gerar energia elétrica;
- Um dos grupos citou o aproveitamento da energia eólica. Entretanto mostraram uma pesquisa que aponta que essa energia não é viável e possível em pequena escala ou tamanho, mesmo considerando seu avanço tecnológico;

- Outro grupo sugeriu que cada bairro devesse ter um gerador a partir da queima de restos orgânicos, aproveitando o lixo orgânico das casas daquela região;
- Um dos grupos, apesar de não ter apresentado no projeto, citou, após assistir à apresentação do outro grupo, que o telhado verde também pode ser uma maneira de produzir energia, uma vez que o que é plantado no telhado pode gerar biocombustível utilizado em termoelétricas;

A figura 5.7 mostra no telhado as placas fotovoltaicas para a produção de energia elétrica através da absorção da luz solar. Além disso, o cata-vento representa a tentativa de usar a energia eólica e deixá-la mais viável para residências. O piso preto na frente da residência é uma tentativa de absorção da luz do sol que aquece a tubulação de água. Segundo o grupo, se o aquecimento fosse alto poderiam criar uma espécie de caldeira com a água aquecida que poderia gerar energia termoelétrica para a casa toda.



Figura 5.7 - Casa Geradora de energia elétrica. Fonte: Pesquisador.

Com essa atividade, observamos alguns pontos importantes que desejamos ressaltar. Primeiramente, o fato de o trabalho ser em grupo possibilitou a somatória de habilidades manuais, conhecimentos e curiosidades dos temas, além de múltiplas soluções para as mesmas questões. Nesse sentido, notamos também que não houve apenas o intercâmbio dentro do próprio grupo, mas também entre outros grupos. Essa situação pode ser exemplificada no uso das paredes brancas na maquete, que foi adotada por diferentes grupos.

Verificamos que, com um maior ou menor nível de detalhes, todos os grupos conseguiram realizar as ligações, decoraram seus protótipos e atingiram o objetivo de expor as suas ideias em relação ao tema proposto.

A pluralidade de soluções dadas para os mesmos problemas mostrou uma virtude desse tipo de atividade, que busca expandir o número de soluções mais tradicionais. Das ideias mais comuns de que para economizar deve se apagar as luzes quando não as tiver usando, os alunos ousaram e pensaram em alternativas mais inovadoras, como, por exemplo, a ideia do aplicativo ou aparelho que possibilita uma melhor visualização do consumo elétrico, uma ideia simples que poderia ajudar na educação do consumo de energia. Com isso, os estudantes puderam variar entre dois cenários: quais ações posso tomar hoje para me educar em relação ao consumo de energia elétrica e o que pode ser feito no futuro para melhorar ainda mais essas situações. Além disso, a partir dessas ideias podem surgir projetos de pesquisa como a criação desse aplicativo, ou a ideia da viabilização da energia eólica em escala residencial.

5.6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULAS 16 – PROVA.

Todos os 55 alunos participaram dessa etapa avaliativa, afinal essa avaliação compunha grande parte da nota final de cada aluno no bimestre. Na sequência, apresentaremos as respostas dadas em cada questão bem como sua análise.

1) Defina corrente elétrica.

Categorizamos as respostas através da ideia central que cada uma correspondia, considerando correta a definição de corrente elétrica como o “movimento ordenado de cargas”. Na tabela 5.14, apresentamos as respostas dadas pelos alunos.

Definição	Número de alunos
Movimento ordenado de cargas	39
Sinônimo de Energia Elétrica	5
Local de trânsito livre dos elétrons	4
Outros erros conceituais	4
Sinônimo de Eletricidade	3

Tabela 5.14 – Respostas questão 1. Fonte: Pesquisador.

Essa é uma questão que não envolve um raciocínio mais elaborado, a simples memorização da definição do conceito é o suficiente para que se defina corretamente o conceito. Assim, do grupo total de alunos, 39 (71%) que acertaram a definição. Os demais alunos não souberam definir mais profundamente, apresentando uma definição mais superficial. Um total de 8 alunos definiram corrente como sinônimo de energia elétrica ou de eletricidade, corroborando a resposta apenas no nível do senso comum. Outros 4 alunos responderam que corrente elétrica é o local por onde passa a eletricidade.

Apesar de a avaliação mostrar que nem todos conseguiram definir o conceito de corrente elétrica, a maior parte dos erros possuía alguma associação com algum aspecto do fenômeno. Podemos dizer, assim, que a questão revelou que boa parte dos estudantes conseguiram atingir o objetivo da questão.

2) O gráfico a seguir representa como a intensidade da corrente elétrica (i) numa lâmpada varia, conforme se varia a tensão elétrica (U).

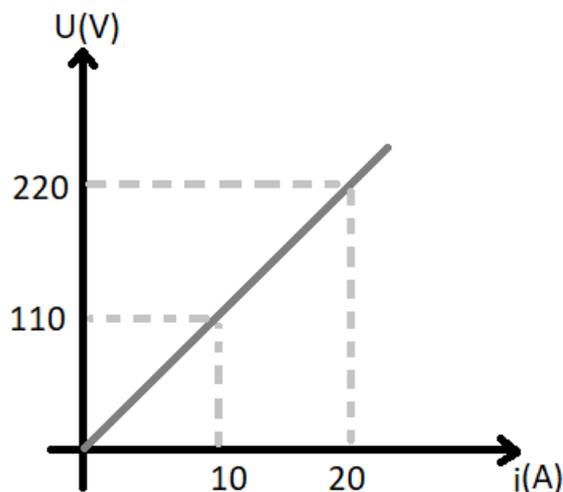


Figura 5.8 – Gráfico questão 2. Fonte: Pesquisador.

a) Calcule a resistência dessa lâmpada.

Nessa questão, os alunos poderiam calcular a tangente da inclinação da reta ou substituir os dados do gráfico na fórmula da primeira lei de Ohm. Dessa forma, conseguiriam calcular o valor de 11 ohms. Na tabela 5.15, apresentamos as respostas dadas pelos alunos.

Resultado	Número de alunos
Correta	46
Erro conceitual	5
Erro na conta	4

Tabela 5.15 – Respostas questão 2 a). Fonte: Pesquisador.

Um total de 46 alunos (83%) apresentaram a resposta corretamente. Ressaltamos que 4 (7%) erraram na hora de realizar os cálculos, porém, o raciocínio para montar a questão estava correto. Podemos dizer que 90% dos alunos sabiam como realizar a questão, uma vez que apenas 5 alunos erraram totalmente a questão. Assim, percebermos que dada a alta taxa de acerto, os alunos obtiveram boa compreensão do que foi pedido.

b) Uma lâmpada pode ser considerada como um resistor “ôhmico” sempre que sua resistência é constante. Essa lâmpada pode ser considerada um resistor “ôhmico”? Justifique.

Nessa questão era esperado que o aluno observasse que a resistência era constante, podendo ser pelo fato de o gráfico respeitar uma função de primeiro grau, ou verificando através dos dois pontos dados que o valor permanecia constante, usando a definição do enunciado para que pudesse concluir. Na tabela 5.16, apresentamos as respostas dadas pelos alunos.

Respostas	Número de alunos
Sim com justificativa correta	36
Não	12
Sim com justificativa errada	7

Tabela 5.16 – Respostas 2b). Fonte: Pesquisador.

Acertaram a questão 36 alunos (65%). Como o mais importante da questão era a relação entre o valor constante da resistência e a informação dada pelo enunciado, consideramos como erro conceitual os 7 alunos que disseram que o resistor é ôhmico, com uma justificativa errada. Dessa maneira, o total de 19 alunos (35%) erraram a questão. Observamos o aumento de questões erradas em relação às anteriores. Isso já era esperado, pois se tratava de um problema novo a ser enfrentado pelos alunos, que não havia sido trabalhado anteriormente. Apesar disso, o índice de acerto ainda foi alto, mostrando que os alunos que compreenderam os conceitos

foram capazes compreender as questões de eletricidade um pouco mais do que lhes foi exigido ao longo do trabalho.

c) O brilho de uma lâmpada está diretamente associado à quantidade de energia liberada por tempo, o que definimos na física como potência. Quantas vezes o brilho aumenta quando a tensão elétrica é aumentada de 110V para 220V?

Nessa questão era o aluno deveria calcular as duas potências e encontrar a razão entre ambas correspondentes um valor que o brilho é 4 vezes maior. Na tabela 5.17, apresentamos as respostas dadas pelos alunos.

Respostas	Número de alunos
4 vezes maior	26
Erro conceitual	10
2 vezes	8
Subtraiu as duas potências	7
Apenas calculou a Potência	4

Tabela 5.17 – Respostas questão 2 c). Fonte: Pesquisador.

Acertaram a questão apenas 26 alunos (47%). Esse item era o mais elaborado da questão, pois envolvia habilidades de interpretação do enunciado, associação com o conteúdo desenvolvido em sala de aula, além de cálculos. Vários eram os momentos em que o aluno poderia cometer algum erro. Das respostas erradas, classificamos como erro conceitual os 10 alunos (18%) que não foram capazes de identificar a relação do exercício pedido com o conceito de potência elétrica. Os outros 19 alunos conseguiram fazer essa relação, porém erraram em diferentes pontos. Para 8 alunos (15%) o erro foi considerar que ao dobrar a tensão elétrica dobraria a potência, sem levar em conta o aumento da corrente elétrica; outros 7 alunos (13%) erraram porque ao invés de calcular a razão entre as potências, calcularam a diferença entre ambas; finalmente, 4 alunos deixaram de concluir suas respostas, calculando apenas a potência (7%).

Apesar de o índice de acerto estar abaixo da metade do total possível, notamos que a maioria dos alunos buscou o caminho correto para solucionar a questão. Por envolver diferentes habilidades avaliadas, consideramos essa questão um pouco mais complexa, o que pode explicar o índice de acerto completo da questão abaixo de 50% dos alunos.

3) As ligações de lâmpadas e outros componentes elétricos podem ser montados de duas maneiras diferentes, em série e em paralelo.

- a) Descreva essas duas ligações, citando pelo menos três características que as diferenciam (como por exemplo, a resistência elétrica total, o brilho das lâmpadas, a necessidade de tensão elétrica, a forma onde são ligadas as entradas e saídas de energia, o caminho que a corrente elétrica segue etc.)

Categorizamos as respostas dos alunos. Como foi solicitado a eles citassem três características, era esperado que obtivéssemos 165 respostas diferentes. Entretanto, alguns alunos não citaram os 3 aspectos; outros acabaram citando dois ou mais fatores de uma mesma característica. Assim, obtivemos 145 respostas. Na tabela 5.18, apresentamos as respostas dadas pelos alunos.

Resultado	Número de alunos
Se uma Lâmpada queimar/apagar como se comportam as outras	37
Forma como a ligação é feita	33
Brilho das lâmpadas (potência)	22
Tensão elétrica	15
Resistência equivalente	14
Conceitos errados	12
Corrente elétrica	12

Tabela 5.18 – Respostas questão 3a). Fonte: Pesquisador.

Por se tratar de uma pergunta aberta, são permitidas múltiplas respostas corretas. Além disso, é importante ressaltar que, nesta questão, deixamos os alunos à vontade para escolherem sobre o que iriam falar. Foram considerados erros nessa questão apenas as respostas que não condiziam com nenhuma característica dos conceitos de ligação ou ainda trocavam características de uma ligação com outra. Apesar disso, apenas 12 alunos (22%) cometeram esse tipo de erro. Vale destacar que alguns alunos podem ter errado alguma característica, mas ter acertado outras.

Daqueles que responderam corretamente, as características mais citadas foram: 37 alunos (67%) destacaram o que acontece com as demais lâmpadas em cada tipo de ligação quando uma das lâmpadas queima ou apaga; 33 alunos (60%) citaram como são ligadas as

lâmpadas em cada tipo de ligação; e outros 22 alunos (40%), o brilho das lâmpadas em cada tipo de ligação. É importante notarmos que essas três características estão diretamente associadas a vivências práticas que os estudantes tiveram ao longo do processo, seja na atividade de verificação ou na montagem do circuito elétrico na caixa. As questões mais vinculadas à teoria como tensão elétrica, resistência equivalente e corrente elétrica obtiveram menor número de citações.

Esse resultado indica que os alunos tiveram maior confiança em citar algo que vivenciaram. Assim, ressaltamos a importância das atividades práticas ao longo do processo de desenvolvimento dos “Desafios de Criatividade”, bem como de outras práticas pedagógicas no ensino de ciências.

b) O esquema abaixo representa três lâmpadas ligadas a uma bateria (V). Qual (ais) lâmpada (s) pode(m) queimar, individualmente, sem que as outras se apaguem? Escolha uma para exemplificar e mostre por onde a corrente passaria nesse caso.

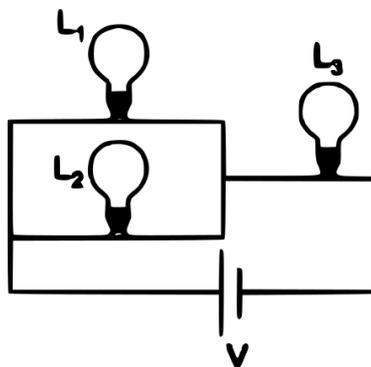


Figura 5.9 – Circuito questão3. Fonte: Pesquisador.

Os alunos que responderam que a lâmpada 1 ou a 2 poderiam queimar, desenhando a corrente elétrica passando pela outra lâmpada, que não consideraram queimada, tiveram a resposta considerada correta. Alguns alunos obtiveram notas parciais de acordo com a lâmpada que marcaram, ou conforme os argumentos utilizados em suas justificativas. Na tabela 5.19, apresentamos as respostas dadas pelos alunos.

Acertaram a questão 36 alunos (66%); outros 6 alunos (11%) marcaram apenas uma das duas lâmpadas e mostraram a corrente corretamente. Já 3 alunos (5%) marcaram as duas lâmpadas, porém mostraram a corrente elétrica de maneira errada. Esse resultado indica que, de maneira geral, os alunos tiveram uma boa compreensão dos processos que envolvem a

corrente elétrica circulando pelo circuito. Erraram completamente a questão apenas 10 alunos, sendo que desses, 7 alunos (13%) marcaram que a lâmpada 3 poderia ser apagada, e outros 3 alunos (5%) marcaram outras respostas.

Resultado	Número de alunos
L1 e L2, mostrou corretamente a corrente	36
L3	7
Apenas L1 ou L2, mostrou corrente corretamente	6
L1 e L2, mostrou errado a corrente	3
Outro	3

Tabela 5.19 – Respostas à questão 3b). Fonte: Pesquisador.

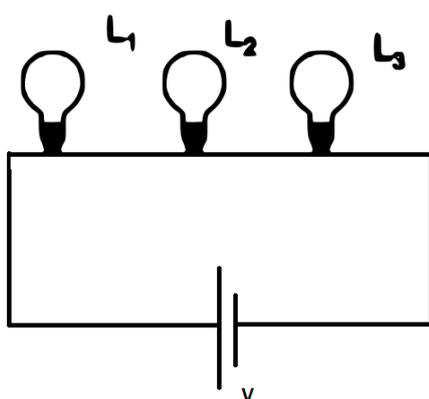
4) Um grupo de alunos realizou a medida de tensão elétrica em três lâmpadas, conforme a tabela abaixo:

	Lâmpada 1	Lâmpada 2	Lâmpada 3
Tensão (Volts)	12 V	6 V	6 V

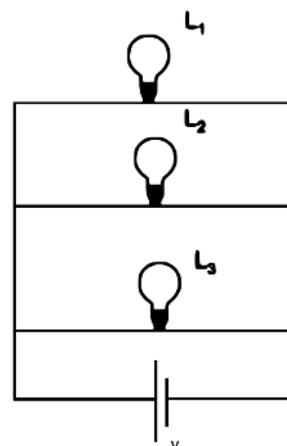
Tabela 5.20 – Exercício 4. Fonte: Pesquisador.

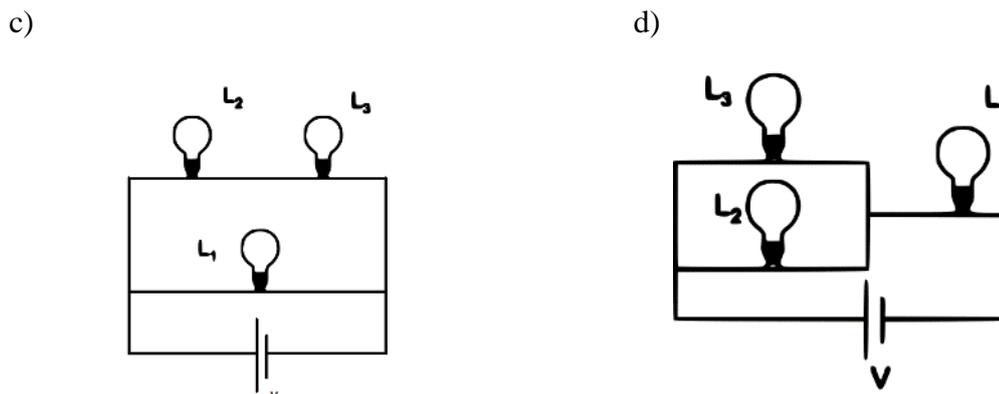
Assinale a alternativa que indica uma possível forma que essas lâmpadas foram associadas:

a)



b)





Segundo a tabela, a tensão aplicada à lâmpada 1 é igual à soma das outras duas lâmpadas. Logo, o único circuito representado que traz essas características é o circuito do item c, uma vez que as lâmpadas 2 e 3 estão em série e ambas estão em paralelo com a 3. A tensão aplicada em 3 é dividida em 1 e 2. Na figura 5.10, apresentamos as respostas dadas pelos alunos.

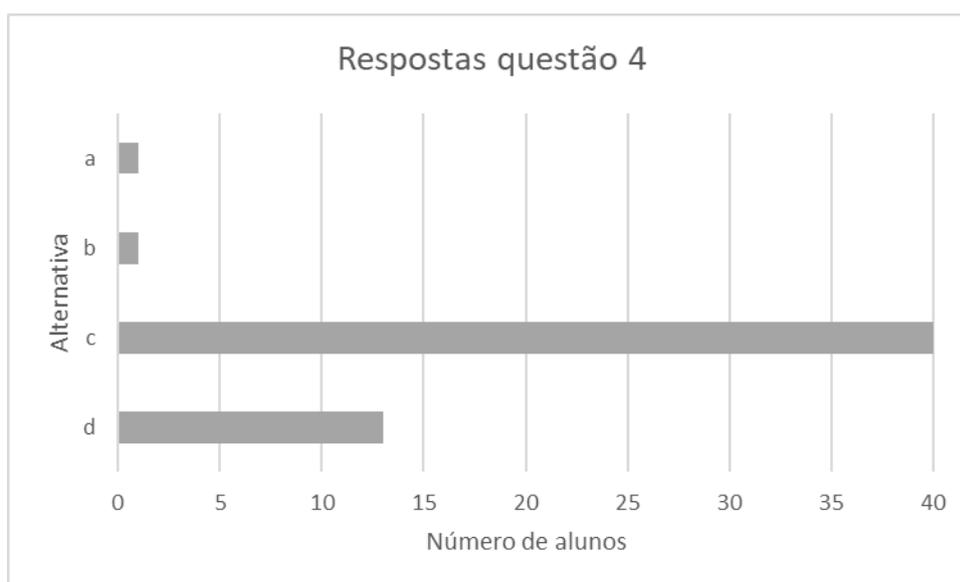


Figura 5.10 – Respostas questão 4. Fonte: Pesquisador.

É possível destacar que as alternativas a e b receberam, cada uma, apenas uma resposta dos alunos, uma vez que os circuitos colocam todas as lâmpadas em série ou em paralelo. Nota-se que os alunos que não as assinalaram compreenderam que não havia motivos para a tensão ser diferente em cada uma delas. A alternativa d, que não está correta, foi assinalada por 13 alunos (27%). É possível que eles tenham confundido o conceito tensão elétrica com corrente elétrica, ou realmente não sabiam como ocorria a distribuição de tensão em cada tipo de ligação. Assim, temos 40 alunos (72%) que assinalaram a opção correta, colocando uma boa margem no entendimento dessa questão.

Com essa avaliação foi possível concluir que:

- Os alunos obtiveram um bom aproveitamento nas questões que tratavam dos conceitos básicos de corrente elétrica, Lei de Ohm e conhecimento de alguns aspectos e características das associações de resistores em série e em paralelo;
- Detectamos uma maior dificuldade no exercício em que o aluno deveria realizar leitura e interpretação mais elaboradas, naquele em que o conceito de eletricidade serviria para resolver uma situação problema;
- Identificamos que na pergunta aberta, sobre as características das associações de lâmpadas, o aspecto mais citado foram conceitos verificados na prática, o que pode indicar uma contribuição maior desse tipo de atividade na construção do conceito do que a explanação e discussão teórica;
- De maneira geral, a avaliação mostrou um bom desempenho dos estudantes, o que foi verificado pelo alto índice de acertos completos de cada questão, além do baixo índice de erros completos, ou seja, quando o aluno não acertou nenhuma parte do raciocínio exigido na questão.

5.7 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AULAS 16 – RELATÓRIOS POSTERIORES.

O questionário foi respondido no laboratório de informática por 36 alunos que estavam presentes nesse dia. Abaixo, apresentamos os resultados e a análise dos dados.

Bloco 1 –

- 1) a) A instalação elétrica funcionou, ou seja, todas as lâmpadas ligaram?
 - b) Caso não tenha funcionado a ligação ou não tenha funcionado da maneira esperada, descreva o problema e qual foi o principal motivo a que o grupo concluiu ter causado isso?

A figura 11 representa os resultados da questão 1 item a.

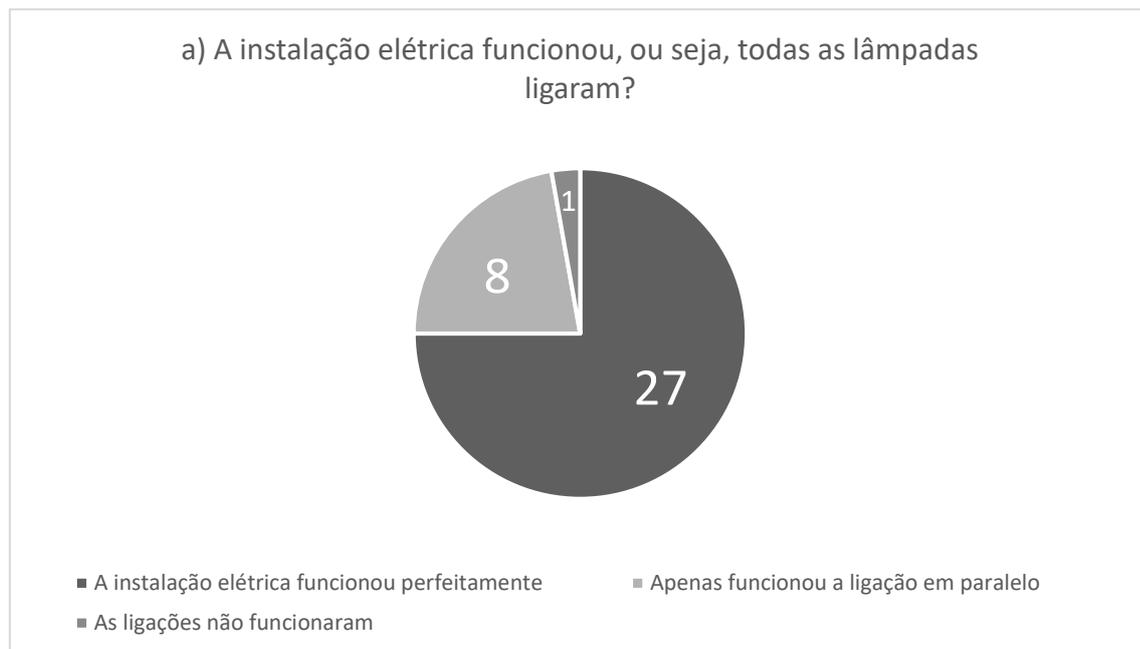


Figura 5.11 – Respostas à questão 1a). Fonte: Pesquisador.

Nenhum grupo havia deixado de fazer funcionar as ligações, porém é importante compreender qual foi a impressão dos alunos acerca do funcionamento. No que diz respeito à pergunta do item *a*, do total de alunos que responderam o questionário, 27 (75%) deles assinalam que a instalação elétrica funcionou perfeitamente, conforme o esperado pelo trabalho; para 8 (22%) alunos funcionou apenas ligação em paralelo; e um único aluno disse que as ligações não funcionaram, mesmo tendo sido realizadas de maneira correta.

A figura 5.12 representa os resultados da questão 1 item *b*.

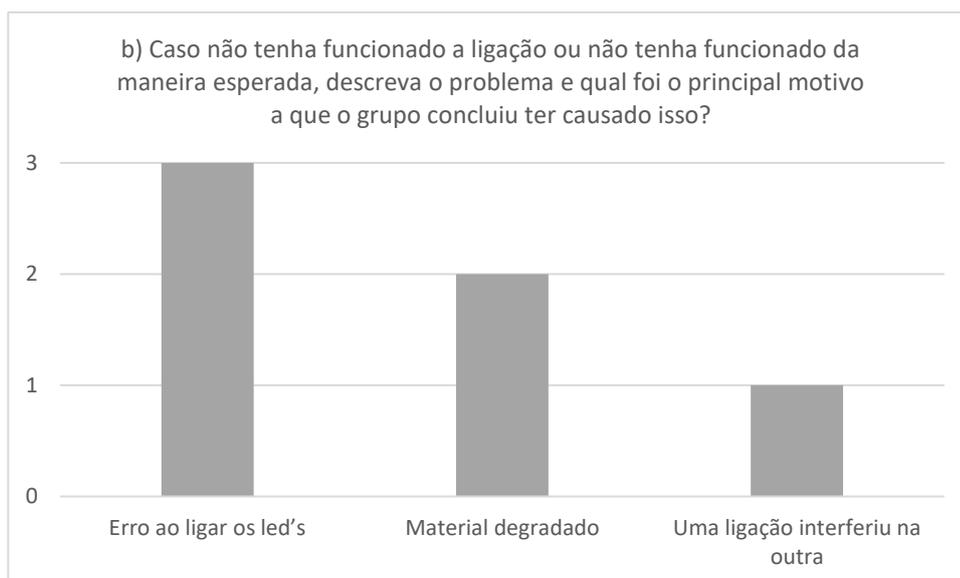


Figura 5.12 – Respostas à questão 1b). Fonte: Pesquisador.

Dos 9 alunos que afirmam haver algum problema na ligação, apenas 6 responderam o item *b*, justificando a falha do processo. Os problemas apontados foram: três alunos citam

“erro ao ligar os *led's*”, os mesmos são diodos, ou seja, a corrente elétrica só pode passar por uma direção, se os polos forem ligados de maneira invertida, não será possível fazer a corrente passar e, portanto, o *led* não acenderá; dois alunos afirmam que o “material estava degradado” e que uma ou mais lâmpadas estavam queimadas ou a bateria acabou; por fim, um dos alunos disse que “uma ligação interferiu na outra”, sem apresentar muitos detalhes do que exatamente isso significava.

O funcionamento parcial, apenas da ligação em paralelo, pode ser atribuído ao maior brilho que as lâmpadas possuem nesse tipo de ligação, uma vez que a resistência equivalente é menor. Com isso, dependendo da claridade do local e da resistência dos *led's* pode se tornar difícil de visualizar, ou seja, não houve necessariamente algum tipo de falha. Isso foi explicado para alguns grupos enquanto desenvolviam suas montagens, porém, conforme os dados, nem todos os alunos foram entenderam o que foi explicado. O aluno que diz não ter funcionado pode ter encontrado dificuldade como falhas nas conexões, ligação de polos errados no caso dos *led's*, e até mesmo o desgaste da bateria, conforme indicado posteriormente.

- 2) A planta onde foi projetada a ligação foi seguida?
- a) Sim, integralmente desde o começo.
 - b) Sim, mas precisou ser alterada no meio do processo em uma pequena parte.
 - c) Não, pois ela não faria o circuito funcionar.
 - d) Não fizemos a planta.

A figura 5.13 representa os resultados da questão 2.

Do total que respondeu à questão, 21 alunos afirmam que a planta foi seguida, mas precisou sofrer algumas pequenas alterações. Para outros 14 alunos, a planta foi seguida desde o começo, e apenas 1 aluno disse que a planta não foi seguida, pois continha erros e não faria o circuito funcionar.

Esse resultado demonstra que, apesar do planejamento ser uma etapa importante para dar a direção ao projeto, muitas vezes os problemas não são integralmente previstos, sendo necessário um remanejamento ao longo do processo. Isso já era esperado; fatores como a idealização teórica, a inexperiência na área e limitações técnicas, de materiais e de habilidades criam restrições para o planejamento inicial.

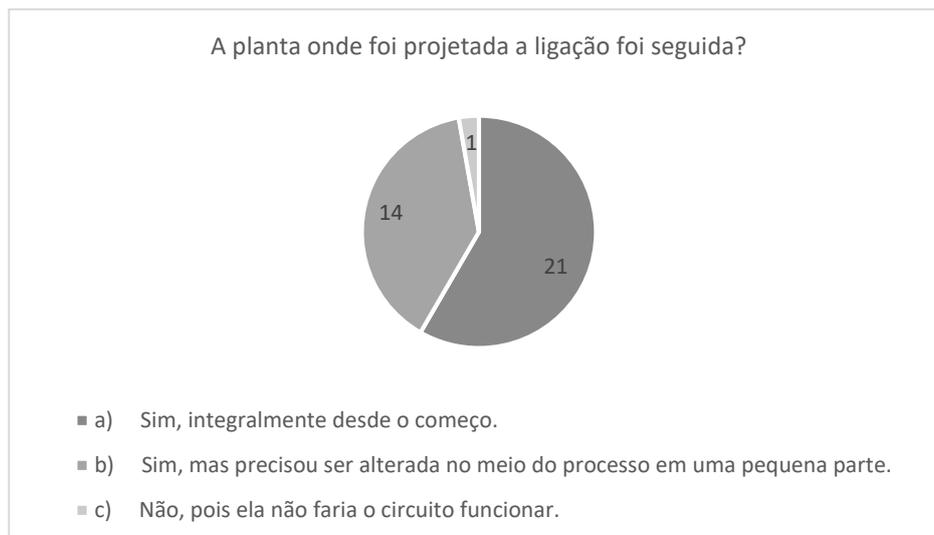


Figura 5.13 – Respostas à questão 2. Fonte: Pesquisador.

3) Alguma observação sobre a planta?

Como a questão anterior era alternativa, elaboramos essa questão caso o aluno quisesse dar mais detalhes sobre o processo de desenvolvimento da planta. Além disso, ele poderia dar mais detalhes sobre sua resposta, caso desejasse. Obtivemos um total de dez respostas, já que era uma pergunta opcional.

Obtivemos respostas de quatro estudantes que descrevem, em detalhes, as plantas elaboradas. Outros três alunos justificam o porquê da planta ser alterada. Ainda tivemos estudantes, três no total, que não descrevem em detalhes, mas apenas reafirmam o item anterior que haviam marcado.

Abaixo, temos um exemplo de resposta dada pelos alunos:

Na planta, duas pilhas alimentavam tanto a ligação em série quanto a em paralelo, mas no decorrer da construção tivemos que adicionar uma pilha, totalizando três, para a ligação em paralelo e, colocar uma bateria à parte para a ligação em série. Isso ocorreu, pois a tensão elétrica de apenas duas pilhas não estava sendo suficiente para acender todas as lâmpadas das ligações. (Aluno 10, Grupo 2)

Essa pergunta é relevante uma vez que permite ao aluno refletir sobre os erros do processo como um todo, pensar no porquê do aparecimento, como solucioná-los e como evitar ou prever outros, de tal maneira que possam aprender durante o percurso do processo de aprendizagem.

4) No dia da construção da planta básica (apenas a instalação das lâmpadas), esperava-se que você: dividisse as tarefas de realização com seu grupo, trouxesse os materiais combinados, não desistisse quando algo dava errado, procurasse soluções para eventuais problemas imprevistos no projeto e se esforçasse ao máximo para se manter ativo até o fim da construção. Com base nesses critérios, se dê uma nota de 0 a 10 como foi o seu envolvimento durante a construção. Sendo 0 se você não fez nenhum dos pontos pedidos e 10 se fez todos os pontos pedidos.

A figura 5.14 representa os resultados da questão 4

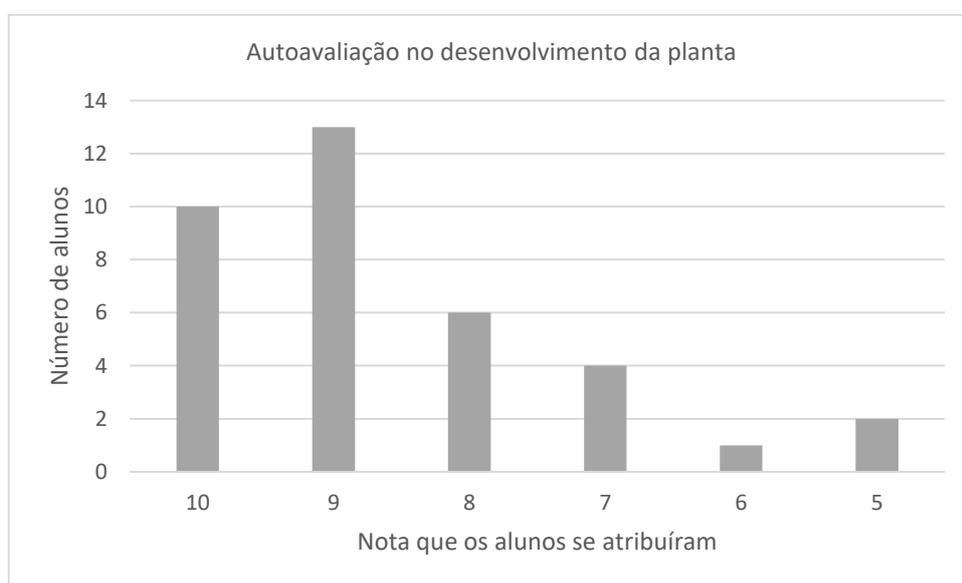


Figura 5.14 – Respostas à questão 4. Fonte: Pesquisador.

Notamos que os alunos não se autoavaliam com notas inferiores a 5. Por outro lado, também é possível notar que mais alunos se avaliam com 9 que com 10, mostrando que, provavelmente, deixaram de fazer, pelo menos, algum dos itens desejados, apesar de estarem satisfeitos com o desempenho de suas tarefas. Do total, 29 alunos atribuem a si mesmos notas superiores a 8, o que evidencia que consideraram ter um bom envolvimento com essa parte do processo. Porém, outros 7 alunos se atribuem entre 5 e 7, demonstrando, possivelmente, não realizaram todas as tarefas solicitadas.

Ressaltamos que a média mínima exigida dos alunos nessa escola é 5. Um aspecto sensível quando permitimos ao aluno se autoavaliar em uma atividade, é que dificilmente a autocrítica não está contaminada por um receio das consequências de uma nota mais baixa. Porém, essa nota é capaz de indicar alguns aspectos que, combinados com outras questões, podem oferecer dados bastante valiosos sobre os alunos. Por exemplo, é possível combinar os

resultados dessa questão com a questão 7 e 8, para ter um panorama mais completo de como foi o ambiente e a participação dos indivíduos no grupo como um todo.

5) De qual forma você acredita que os momentos de trabalho em grupo contribuíram ou atrapalharam o seu entendimento sobre os conceitos de eletricidade?

- a) Contribuíram bastante.
- b) Contribuíram um pouco.
- c) Não ajudaram, mas não atrapalhou.
- d) Atrapalharam um pouco.
- e) Atrapalharam bastante.

A figura 5.15 representa os resultados da questão 5.

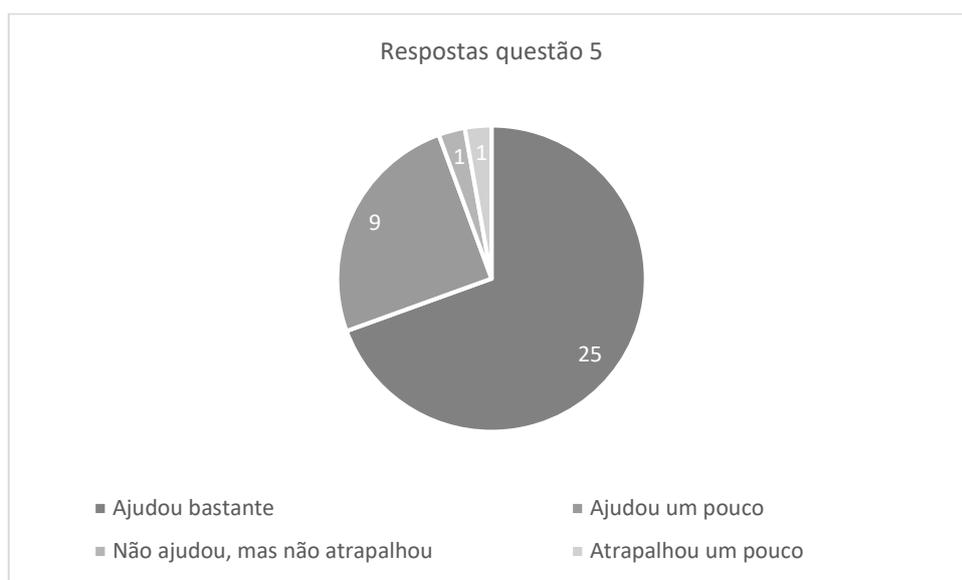


Figura 5.15 – Respostas à questão 5. Fonte: Pesquisador.

Podemos notar que 34 alunos, representando quase 95% do total da amostra, acreditam que o trabalho em grupo contribuiu para que pudessem entender alguns conceitos sobre eletricidade. Apenas um afirma que o trabalho em grupo pode ter atrapalhado. Esse resultado evidencia que os alunos se identificam com a proposta do trabalho em grupo da forma com que foi desenvolvida.

É importante, porém, que a avaliação do trabalho em grupo seja acompanhada da visão dos alunos, sobre os componentes do grupo. Como por exemplo, citamos as questões 7 e 8 que

poderão mostrar como foi o envolvimento de todos os participantes do grupo, de tal maneira que podemos compreender como se deram algumas relações no grupo, principalmente se alguém ficou sem nada para fazer ou se alguém ficou sobrecarregado.

6) No dia da construção da planta complementar (decoreação e implementação do tema), esperava-se que você: dividisse as tarefas de realização com seu grupo, pesquisasse o tema, não ficasse apenas na superficialidade, não desistisse quando algo dava errado, procurasse soluções para eventuais problemas imprevistos no projeto e se esforçasse ao máximo para se manter ativo até o fim da construção. Com base nesses critérios, se dê uma nota de 0 a 10 como foi o seu envolvimento durante a construção. Sendo 0 se você não fez nenhum dos pontos pedidos e 10 se fez todos os pontos pedidos.

A figura 5.16 representa os resultados da questão 6.

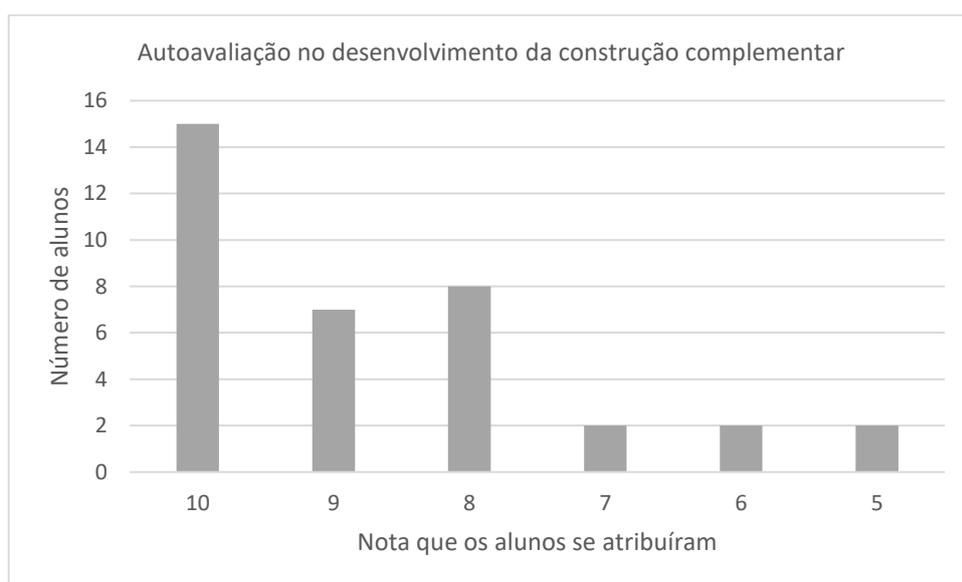


Figura 5.16 – Respostas à questão 6. Fonte: Pesquisador.

Novamente os alunos não atribuem a si mesmos notas inferiores a 5. Esse dado reforça o que já foi discutido na questão 4. Porém, diferentemente da questão anterior, dessa vez, a resposta mais frequente foi a nota 10; as notas 9 e 8 continuam sendo bastante citadas, chegando a 30 alunos se avaliam com notas superiores a 8, e apenas 6 alunos com notas entre 5 e 7.

Os dados apresentam um envolvimento um pouco maior dos alunos nessa etapa se comparada à etapa anterior do processo. Uma das possíveis causas talvez seja o fato de que a etapa anterior, por ser mais técnica, tenha exigido um pouco mais de conhecimentos e entendimento da matéria que estava sendo trabalhada naquele momento, e a insegurança de

alguns alunos pode ter os deixado menos à vontade de participar, por receios de cometer mais erros. Entretanto, nessa segunda etapa trabalhamos com conceitos mais comuns ao cotidiano de quase todos, além de realizarmos uma pesquisa menos técnica que abrangeu diferentes soluções, não somente técnicas.

Isso mostra a importância de se trabalhar diferentes habilidades em um trabalho como esse desenvolvido nesta dissertação, pois, mesmo os estudantes que não apresentam tanta facilidade com a disciplina trabalhada, podem se sentir autores e participantes do processo de construção do conhecimento.

7) Quem foi a pessoa do grupo que mais ajudou no trabalho? Por quê?

A figura 5.17 representa quais pessoas foram citadas na resposta da questão 7.

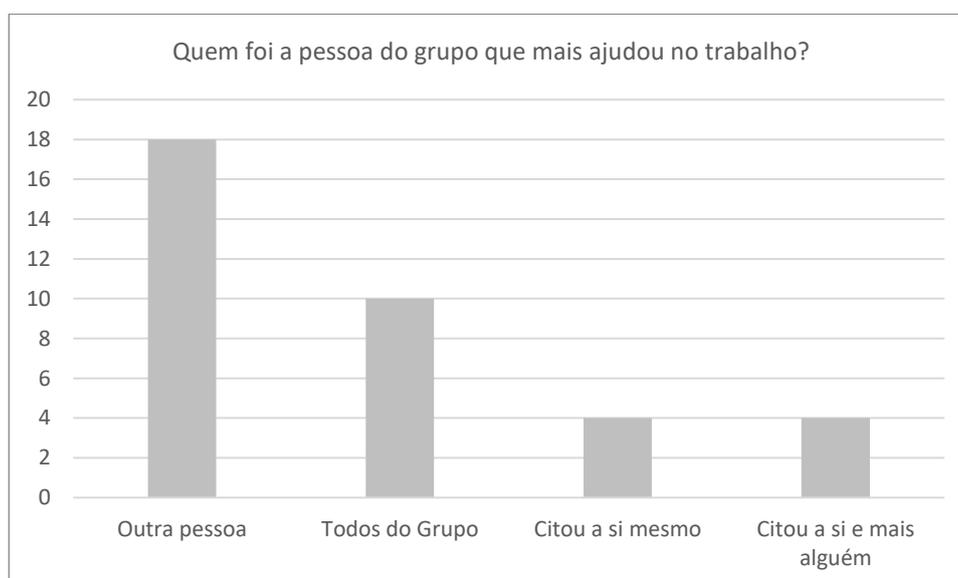


Figura 5.17 – Respostas à questão 7. Fonte: Pesquisador.

Ainda dentro de um aspecto autoavaliativo, buscamos saber como os indivíduos identificam quais foram os integrantes que apresentaram maior envolvimento no trabalho. Do total da amostra, 32 alunos (89%) não se colocam como a pessoa que mais contribuiu, ou seja, sabem identificar outros componentes que ajudaram tanto quanto eles, mas não fazem referência a si mesmos. Esse dado mostra o reconhecimento que alguns alunos têm das habilidades e do envolvimento dos colegas com o trabalho.

Ao analisar as respostas dos diferentes membros de um mesmo grupo, podemos ter uma noção de como foram estabelecidas algumas relações no grupo. Abaixo, seguem algumas das respostas apresentadas pelos alunos de um mesmo grupo:

Acredito que eu tenha sido a pessoa que mais ajudou no trabalho, pois apesar de o **Aluno 10** também ter feito uma grande parte, principalmente fora de aula, eu o ajudei durante esse tempo todo e, além disso, levei o trabalho para casa duas vezes e testei-o, procurei soluções para diversos problemas na internet, experimentei utilizar pilhas diferentes (com e sem alumínio em suas junções) e, o mais importante, resolvi um problema, um dia antes da data da entrega do trabalho, que há horas estava fazendo com que a nossa ligação em paralelo não acendesse. (Aluno 2, Grupo 2)

Aluno 2, pois quando estava dando tudo errado, ele foi o único que não desistiu, ele foi e consultou o professor, e nos ajudou a não desistir também. (Aluno 10, Grupo 2)

Aluno 2, ele foi o que mais ajudou por que ele foi o que mais bem entendeu a matéria, e com isso ele sabia exatamente o que fazer, diferente de alguns do grupo. (Aluno 11, Grupo 2)

Todos ajudaram, mas o **Aluno 2**. Foi como um líder. (Aluno 12, Grupo 2)

Nesse caso, o grupo, segundo as palavras dos próprios alunos, foi liderado tanto no aspecto do conhecimento da disciplina, como no aspecto atitudinal, uma vez que “o líder” incentivou a todos a não desistirem. Podemos ver que o aluno apontado reconhece o trabalho de outro membro do grupo, porém também reconhece que teve maior participação em diferentes etapas.

Como dito anteriormente, o trabalho em grupo visa não apenas trabalhar com as habilidades que cada um pode oferecer para a compreensão da disciplina, mas também com atitudes que possam ser desenvolvidas. Não é esperado pelo professor que o trabalho do aluno apresente problemas nas vésperas de sua apresentação, mas dependendo de como o grupo e o próprio professor lidarem com a situação, passa a ser um momento bastante rico de aprendizado.

8) Alguém não ajudou em nada no trabalho, mesmo quando o grupo insistiu e apontou ao professor?

A figura 5.18 representa quais pessoas foram citadas na resposta da questão 8.



Figura 5.18 – Respostas à questão 8. Fonte: Pesquisador.

Completando o questionário da autoavaliação, também é necessário verificar se, para os alunos, algum integrante do grupo deixou de se dedicar ou de entregar alguma tarefa pela qual ficou responsável. Contudo, é importante notar que a pergunta indica que esta atitude, conforme conversado ao longo da atividade com os estudantes, deveria ter sido indicada ao professor, para que houvesse a possibilidade de ser revertida.

Do total das autoavaliações recebidas, 31 afirmam que houve a participação de todos os membros do grupo em alguma etapa do trabalho. Entretanto, 5 alunos apontam para 3 alunos de grupos diferentes, afirmando que deixaram de realizar suas funções. Um aluno afirma que, apesar de todos terem ajudado, ainda era possível maior dedicação de alguns membros.

Essa questão finaliza o bloco de questões autoavaliativas. Todas elas mostraram uma boa coerência entre as respostas. A maioria dos alunos, aparentemente, se envolveu nas mais diferentes etapas de planejamento e desenvolvimento das atividades, bem como mostrou ter dado valor para o trabalho em grupo, que os ajudou de diferentes maneiras.

Um pequeno grupo de alunos não se envolveu muito em uma etapa parte ou em grande parte do processo. Infelizmente, quando as turmas são grandes e o ambiente é um espaço de criação, fica mais difícil para o professor acompanhar todos os estudantes ao longo do processo. Por isso, é muito importante que haja diálogo entre professor e alunos o tempo todo. Acreditamos que as ações realizadas amenizaram essa situação e ela poderia ter sido mais preocupante caso o professor fosse omissivo em certos momentos.

Bloco 2 –

Conforme descrito anteriormente, esse bloco diz respeito a questões conceituais trabalhadas ao longo do processo todo.

9) Descreva algum conceito de eletricidade que você julga ter compreendido, durante todo o processo?

Essa pergunta foi deixada aberta, de tal maneira que o aluno poderia descrever qualquer conteúdo. Assim, acreditamos que fariam daquilo que sentiram maior segurança para explicar, ou seja, aquilo que tiveram maior entendimento ou mais facilidade.

Os dados indicam que, em média os alunos citam um ou dois conteúdos cada, lembrando que cada aluno poderia ter citado mais de um conteúdo, uma vez que a pergunta era aberta. A figura 5.21 mostra quais foram e o número de vezes que apareceram nas respostas dos alunos.

<i>Conteúdos citados</i>	<i>Número de citações</i>
Associação de lâmpadas	31
Corrente elétrica	6
Tensão elétrica	3
Funcionamento do Led	3
Relação com o cotidiano	2
Componentes elétricos	2
Resistência Elétrica	1
Uso consciente de energia elétrica	1

Tabela 5.21 – Respostas à questão 9. Fonte: Pesquisador.

Dos 31 alunos que citam associação de resistores, um grupo de 20 alunos descreveram características que observaram na prática, tais quais, diferenças nos brilhos das lâmpadas, quando uma apaga o que acontece com a outra e a quantidade de pilhas para fornecer tensão para cada uma delas. De fato, o conceito mais trabalhado ao longo de todo o processo foram as duas formas de associar as lâmpadas.

O segundo conceito mais lembrado foi a “corrente elétrica”, com a indicação de 6 alunos, o dobro da “tensão elétrica” que também foi trabalhada nas mesmas atividades. Provavelmente essa diferença entre ambas possa ser explicada pela maior exigência de

abstração para a compreensão do fenômeno da “tensão elétrica”. Outro item que também é lembrado por três alunos foi o funcionamento de um *led*, assunto tratado apenas na prática.

Para exemplificar, segue descrição de um aluno:

Na aula, eu já havia acumulado uma certa quantidade de dúvidas sobre o tema (principalmente sobre ligações em série e paralelo), assim, quando eu e meu grupo colocamos em prática o que havíamos aprendido, consegui me aprofundar na matéria e, naturalmente, descobrir as respostas para todas essas dúvidas. Algumas das coisas que eu aprendi a respeito da matéria foi que a luz das lâmpadas na ligação em série é mais fraca que a das lâmpadas em paralelo, que a resistência das lâmpadas em série é muito maior (tanto é que tivemos que colocar uma bateria de 9 Volts e ainda assim uma das três lâmpadas ficou bem fraca) que a da ligação em paralelo, e também, consegui ver na prática que quando uma lâmpada da ligação em série queima, as outras da mesma ligação apagam, já se uma da ligação em paralelo queimar, as outras continuam ligadas (conseguimos vivenciar bem esse aspecto, pois três LEDs queimaram enquanto fazíamos o trabalho). (Aluno 2, Grupo 2)

10) Qual era o tema que seu grupo deveria seguir na construção complementar?

- a) Casa Econômica
- b) Casa Geradora
- c) Casa Excessivamente Consumidora

Essa era uma questão que visava identificar o tema que havia sido trabalhado pelos alunos para poder orientar o entendimento da resposta da questão seguinte. Como esperado, afinal os temas foram sorteados para cada grupo, cada uma das alternativas recebeu, exatamente, um terço das respostas: 12 alunos em cada alternativa. Lembramos que era poderia haver uma pequena oscilação nesses valores, uma vez que os grupos eram composto por 3 a 4 alunos.

11) O que você aprendeu sobre o tema, durante a construção da planta complementar?

Apesar de termos 12 alunos respondendo cada tema, nem todos se atentaram que a pergunta se referia ao complementar da construção, perguntado no item anterior. Assim, um grupo de 6 alunos respondeu que aprendeu assuntos vinculados à eletricidade e não propriamente a cada um dos três temas.

É importante ressaltar que essa é mais uma questão que os alunos já responderam anteriormente, durante a apresentação dos trabalhos. Entretanto, como essa foi uma avaliação

feita após o trabalho, pudemos verificar o que mais chamou a atenção dos alunos em relação a cada tema.

Foram nove respostas vinculadas ao tema “Casa econômica”. Em média, os alunos citam dois exemplos do que é observado em casas econômicas. A seguir, na tabela 5.22, está representado o que foi citado pelos alunos.

<i>O que aprendeu com o tema “casa econômica”</i>	<i>Número de citações</i>
Características e quantidades de aparelhos elétricos	5
Maneiras e atitudes de economizar energia	4
Janelas para iluminação	4
Paredes Brancas	3
Diminuir a resistência elétrica	2

Tabela 5.22 – Respostas à questão 11 para “casa econômica”. Fonte: Pesquisador.

Os alunos, de maneira geral, descrevem características e componentes de uma casa econômica. O item mais citado (5 alunos) foi a quantidade de eletrodomésticos e se os mesmos apresentam boa eficiência energética. Apesar de pouco citado, por apenas dois alunos, vale ressaltar que os alunos compreenderam que ao colocar as lâmpadas em paralelo, a resistência total diminuiria, o que auxiliaria na economia de energia. Estamos dando destaque para essa resposta, pois o conceito de resistência foi pouco trabalhado e aparece como conclusão, a partir da vivência do trabalho

Foram 11 respostas vinculadas ao tema “Casa Geradora”; em média os alunos citam 3,3 exemplos do que é observado em casas geradoras. Na tabela 5.23, está representado o que foi citado pelos alunos.

<i>O que aprendeu com o tema “casa geradora”</i>	<i>Número de citações</i>
Painel Solar	7
Geradores	5
Economia na conta de energia pela autossustentável	5
Custo alto de instalação	3
Gerador Eólico	3

Tabela 5.23 – Respostas à questão 11 para “casa geradora”. Fonte: Pesquisador.

A presença ou os tipos de painéis solares foi citado por 7 pessoas. Por tal motivo, esse é o item mais lembrado em casas geradoras, o que se justifica por representar um produto que já é utilizado em domicílios. Podemos destacar também a presença de vários itens, nessa parte do trabalho, que buscam uma geração de energia de maneira ecologicamente correta (geradores eólicos), apesar de não termos pedido isso aos alunos.

Além de apresentar maneiras de geração mais ecológicas, os alunos também mostraram os impactos positivos e negativos, como a economia na conta de energia e o alto custo de instalação, respectivamente.

Foram 10 respostas vinculadas ao tema “Casa excessivamente consumidora”; em média os alunos citaram 1,9 exemplos do que é observado nessas casas. Abaixo, na tabela 5.24, está representado o que foi citado pelos alunos.

<i>O que aprendeu com o tema “casa excessivamente consumidora”</i>	<i>Número de citações</i>
Aparelos elétricos ligados por muito tempo	5
Danos ao meio ambiente	4
Atitudes que consomem em excesso	4
Uso excessivo de aparelhos com resistores	3
Cores escuras	2
Ausência de janelas	1

Tabela 5.24 – Respostas à questão 11 para “casa excessivamente consumidora”. Fonte: Pesquisador.

Os alunos (4) citam causas do consumo excessivo e também uma consequência, que são os danos ambientais. Em geral, houve a descrição de hábitos que os próprios alunos têm e disseram que precisam se policiar mais para evitar. É o caso de cinco alunos que citam utilizar aparelhos elétricos por mais tempo do que deveriam; outros três estudantes que afirmam pretender evitar desnecessariamente aparelhos com resistores elétricos, como *grills*, churrasqueiras elétricas, torradeiras e outros.

Podemos perceber que mesmo após dois meses do fim do trabalho, os alunos conseguem associar elementos que estiveram presentes nas discussões apresentadas para os grupos. Além disso, também é importante notar a variedade de temas e conteúdos que esse tipo de trabalho pode abordar, e a amplitude de alcance que esses temas podem tomar no cotidiano do aluno.

Com base nessa imagem e sabendo que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência, responda as questões abaixo

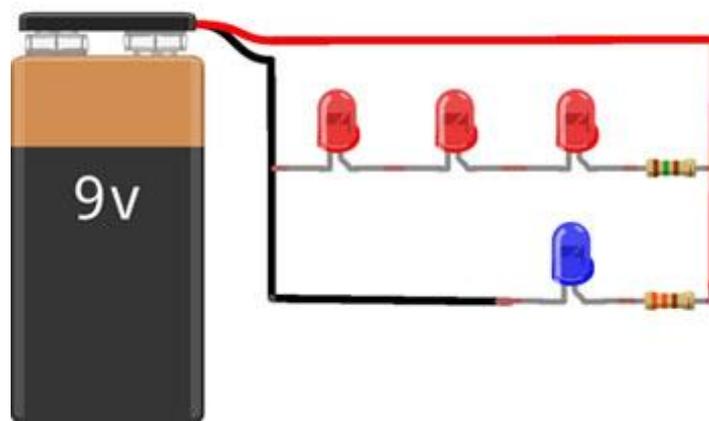


Figura 5.19 – Questões 12 a 14. Fonte: Disponível em:< <http://www.comofazerascosas.com.br/como-calculer-o-resistor-adequado-para-um-led.html>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

12) Marque tudo o que for verdadeiro: Se a Lâmpada azul queimar

- a) Todas as lâmpadas se apagam
- b) Todas as lâmpadas vermelhas ficam acesas
- c) Duas Lâmpadas vermelhas ficam acesas
- d) Uma Lâmpada vermelha fica acesa

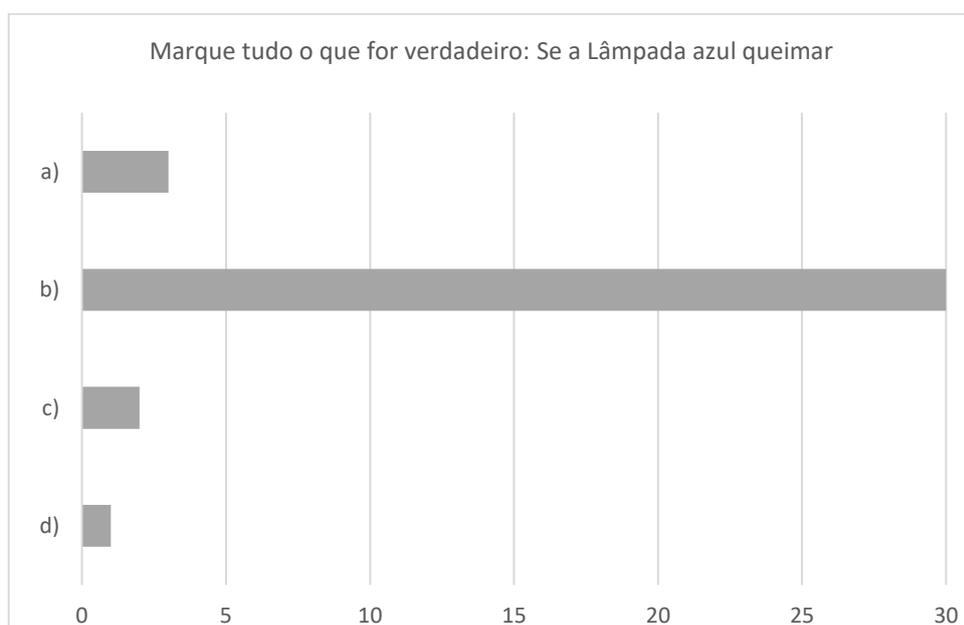


Figura 5.20 – Respostas à questão 12. Fonte: Pesquisador

Como dito anteriormente a resposta correta é a alternativa b, indicada por 30 (83%) alunos, mostrando uma boa taxa de acertos para a questão. Dos seis alunos que erram a questão, metade indicou que todas as lâmpadas se apagariam. Isso quer dizer que os estudantes que não perceberam que a ligação entre as azuis e vermelhas eram em paralelo ou desconheciam o funcionamento da corrente elétrica nesse tipo de circuito.

13) Marque tudo o que for verdadeiro: Se a Lâmpada vermelha do meio queimar

- a) Todas as lâmpadas se apagam
- b) As Duas lâmpadas vermelhas ficam acessas
- c) Uma Lâmpada vermelhas fica acessa
- d) A Lâmpada azul fica acesa

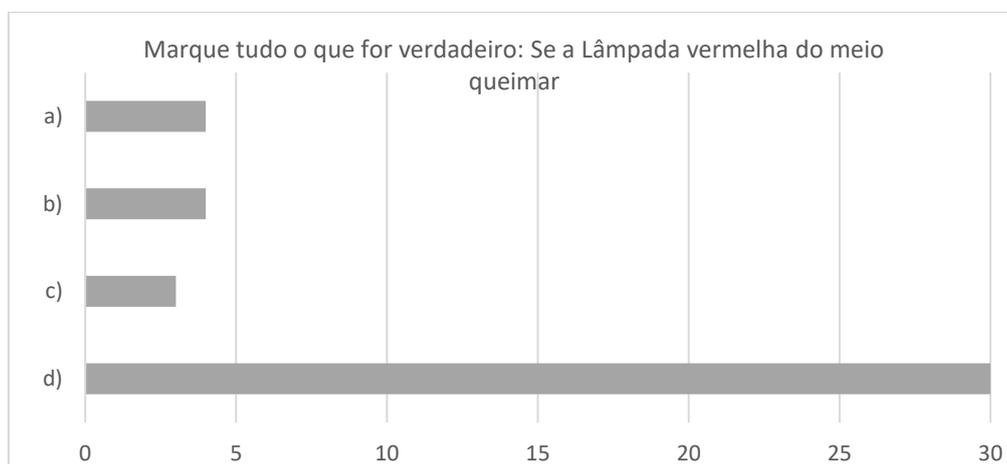


Figura 5.21 – Respostas à questão 13. Fonte: Pesquisador

É importante destacar que nessa questão os alunos podiam assinalar mais de uma alternativa, justificando a soma do número de respostas (41) ser maior que o número de alunos (36). Entretanto, a questão só apresenta uma alternativa correta que é a letra d, assinalada por 30 alunos (83%). Os itens b e d, obtiveram respostas de 4 e 3 alunos, respectivamente, revelando-nos que esses 7 alunos (19%) não compreenderam que o circuito se abriria e as lâmpadas não teriam tensão elétrica entre os seus polos. Para 3 estudantes, todas as lâmpadas se apagam, incluindo a azul, o que mostra que não compreenderam esse conceito.

14) Marque tudo o que for verdadeiro:

- a) A corrente elétrica é a mesma nas lâmpadas vermelhas
- b) A corrente elétrica é a mesma nas lâmpadas vermelhas e a azul

- c) A tensão elétrica é a mesma nas lâmpadas vermelhas
d) A tensão elétrica é a mesma nas lâmpadas vermelhas e azul

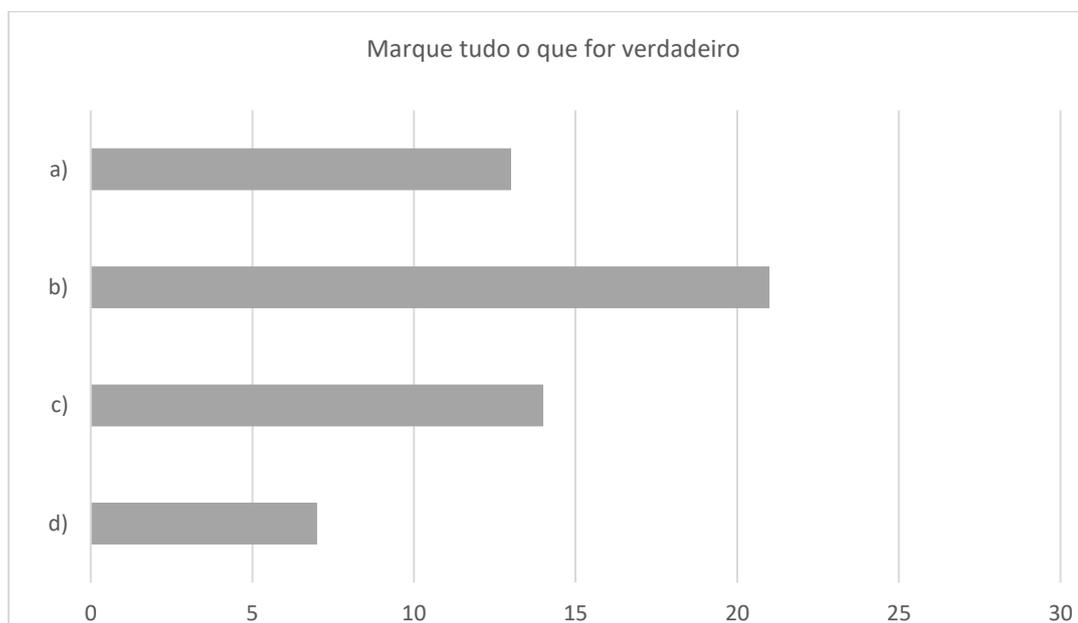


Figura 5.22 – Respostas à questão 14. Fonte: Pesquisador

Nessa questão, os alunos também poderiam marcar mais de uma alternativa: obtivemos um total de 55 respostas. Os dados indicaram um ponto sensível no trabalho, uma vez que revelaram que os conceitos de corrente e tensão elétrica não foram consolidados para os alunos. As alternativas corretas eram a e c, marcadas por 13 (36%) e 14 (39%) alunos, respectivamente, ficando atrás da marcação do item b com 21 (58%).

É importante ressaltar que os dados obtidos revelam a natureza dos conceitos e a dificuldade dos alunos em compreendê-los, por serem mais abstratos e também por não terem sido o foco principal do trabalho, diferente das ligações em série e paralelo, que são mais concretas e foram abordadas diversas vezes, e de diferentes formas. Isso nos suscita reflexões sobre a necessidade de reelaborar algumas atividades para dar maior foco para essa questão na próxima aplicação, se um dos objetivos, for, de fato compreender tais conceitos.

Com essa atividade foi possível concluir que:

- Os alunos buscaram elaborar hipóteses que explicassem ou solucionassem os problemas que tiveram durante o planejamento e construção de cada etapa;

- O processo de autoavaliação pode ser um bom indicador da dedicação que os alunos tiveram de uma parte do processo, desde que a pergunta seja bem conduzida e amparada por outras perguntas;
- Segundo a visão dos alunos, o trabalho em grupo foi bastante produtivo, pois além de haver auxílio para a realização de tarefas, ainda afirmaram que a atividade contribuiu para a compreensão de conceitos;
- os alunos foram capazes de identificar quais dos seus colegas lideraram ou auxiliaram mais ao longo do processo;
- Os conceitos vivenciados na prática também foram os que mais citados, dois meses depois do fim do trabalho;
- O trabalho trouxe uma variedade de temas e conteúdos, dando uma noção da amplitude de alcance desses no cotidiano do aluno;
- Os alunos apresentaram bom desempenho ao responder questões relacionadas à associação de lâmpadas, mostrando que, mesmo depois de um tempo afastados do tema, os conceitos foram concretizados.

Capítulo 6

CONCLUSÃO

Conforme apontado inicialmente, o presente trabalho objetivou a elaboração de um manual de orientação ao professor na aplicação dos “Desafios de Criatividade”, com abordagem de pelo menos um conceito científico, ou um tema mais amplo com alguns conceitos. Além de explorar um determinado conteúdo, as atividades propostas buscaram desenvolver habilidades motoras e socioafetivas. Ao buscar uma forma em que o ensino de ciências possa colaborar com a formação do indivíduo, aplicamos uma metodologia relacionada ao cotidiano do aluno, capaz de incentivar a investigação e permitir ao aluno desenvolver um processo criativo.

O Manual elaborado (no apêndice) tem por função instruir e inspirar o professor, principalmente de ciências do ensino fundamental, a utilizar os “Desafios de Criatividade” já realizados, além é claro, de criar os próprios a partir das ferramentas apresentadas. O manual foi pensado como um guia do que fazer e do que não fazer, para que se possa tirar maior proveito pedagógico das situações apresentadas.

Com relação ao processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos, encontramos evidências de como essa forma de trabalho se mostrou eficiente, uma vez que os alunos relataram melhor compreender os conceitos de ligação em série e paralelo devido a atividade prática de verificação, a ponto de conseguirem reproduzir mais adiante esse conceito na hora de realizar as ligações na atividade de construção da casa. Outra evidência dessa eficiência foram os resultados obtidos nas provas e no relatório posterior, pois tais instrumentos mostraram um bom desempenho dos estudantes, verificado pelo alto índice de acertos de cada questão. Podemos conjecturar que esse resultado pode ser ampliado ainda mais pelo baixo

índice de erros completos, ou seja, aqueles que o aluno não acertou nenhuma parte do raciocínio exigido na questão.

Foi possível identificar outra evidência que reforça a eficiência das atividades práticas. Em perguntas abertas sobre as características das associações de lâmpadas, a resposta mais citada pelos alunos foram conceitos verificados na prática, o que pode indicar uma contribuição maior desse tipo de atividade na construção do conceito do que a explanação e a discussão teórica. Outro aspecto importante possibilitado pelo trabalho foi a reflexão e discussão de como funciona a relação teoria e prática numa pesquisa ou investigação científica, ou seja, sobre as limitações teóricas ao serem observadas na prática.

Verificamos que mesmo dois meses após a aplicação das atividades, muitos dos resultados avaliados ao longo do processo e na avaliação final, se repetiram no relatório no quarto bimestre. E vários conceitos trabalhados por vias práticas foram os mais lembrados posteriormente.

Em relação às habilidades motoras, os alunos tiveram a oportunidade de usar ferramentas de medidas e construção de circuitos pouco conhecidas por eles, ampliando o repertório, como o uso do multímetro e do ferro de solda. Além usarem também outras mais convencionais durante a montagem da casa na caixa de sapato.

Com relação ao aspecto socioafetivo, destacamos que houve trocas de informações dentro e fora dos grupos, além de o trabalho ter sido organizado com diferentes funções para cada membro, valorizando as mais diferentes formas de trabalho. Para os alunos, o trabalho em grupo foi produtivo e auxiliou na realização de diversas tarefas. Segundo os estudantes, a atividade realizada em grupo contribuiu para a compreensão dos conceitos. Os alunos também indicaram saber identificar quais os alunos que lideraram o trabalho ou auxiliaram ao longo das etapas do processo.

O trabalho em grupo potencializou as habilidades individuais de cada estudante, de tal maneira que, cada membro, pode contribuir com algum conhecimento e com suas experiências diversas de vida, enriquecendo e pluralizando as soluções. Dessa forma, o relacionamento interpessoal passou a ser uma importante ferramenta de aprendizado e solução de problemas. Dada essa experiência, julgamos que não faria sentido os “Desafios de Criatividade” serem aplicados de maneira individual, pois perderiam uma de suas principais ferramentas de ensino-aprendizagem.

É necessário ressaltar a criatividade – das perguntas não esperadas à pluralidade de soluções apresentadas – como uma virtude desse tipo de atividade, que busca expandir o número de soluções para um mesmo problema, mostrando a amplitude que determinado tema

possa ter. Essa amplitude facilita a identificação de como os conteúdos estão presentes no cotidiano dos alunos, pois mostra mais possibilidades de vínculos com diferentes situações.

Portanto, com base no que foi apresentado, entendemos que os “Desafios de Criatividade” podem colaborar com a metodologia do trabalho docente, no que diz respeito ao desenvolvimento de um conteúdo de ciência, na aplicação e desenvolvimento de habilidades motoras e socioafetivas, e também como potencializador de aprendizado dos alunos através do trabalho em grupo, que incentiva soluções criativas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, C. *Makers: A Nova Revolução Industrial*. 1Ed. São Paulo: Campus Elsevier. 2013
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, junho. 2003.
- BARROCO, S. M. S.; TULESKI, S. C. Vigotski: o homem cultural e seus processos criativos. *Psicologia da educação*. n.24, pp. 15-33. 2007.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN+*. *Ciência da natureza, matemáticas e suas tecnologias*. Brasília, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília. 2006.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Curricular Comum*. Brasília. 2017.
- CAMILO, J. *Experiências em contexto: A experimentação numa perspectiva sócio-cultural-histórica*. 2011. Dissertação de Mestrado (Mestre em Ensino de Ciências - Física). Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DIETRICH, A. The cognitive neuroscience of creativity. *Psychon Bulletin Review*. v. 11, n. 6, p 1011-1026, dez. 2004
- DRIVER, R. et al. "Construindo conhecimento científico na sala de aula." *Revista Química Nova na Escola*. v. 1, n. 9, p. 31-40. 1999
- DRISCOLL, M.P. *Psychology of learning and instruction*. 2 Ed. Boston: Allyn and Bacon. 1995.
- ELIA, M. F. O ensino não experimental de uma ciência experimental. In: ATAS VI SNEF, Niterói-RJ, 1985
- FREIRE, P.; *Pedagogia da Autonomia*. 1 Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1987.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigação em Ensino de Ciências*, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GEHLEN, S. T. *A função do problema no processo ensino aprendizagem de ciências: contribuições de freire e Vygotsky*. 2009. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação e Centro de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 9. ed. Porto Alegre: Bookman. 2002.

KOHL, M. Coleção Grandes Educadores – Lev Vygotsky. PAULUS editora. 2006

LEONTIEV, A. N. *O Desenvolvimento do psiquismo*. 1Ed. Lisboa: Livros Horizonte. 1978.

MATTHEWS, Michael. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, jan. 1995.

MOREIRA, M.A. *Coletânea de breves monografias sobre teorias de aprendizagem como subsídio para o professor pesquisador, particularmente da área de ciências*. 2ª ed. Porto Alegre. 2016.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. E. Ensinar ciências por investigação: O que estamos de acordo? *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, p. 20, 2007.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica 3: eletromagnetismo*. São Paulo: Blücher. 1997;

PINO, A.S. *As marcas do humano: às origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev S. Vigotski*. 1Ed. São Paulo: Cortez, 2005.

PINO, A.S. Semiótica e cognição na perspectiva histórico-cultural. *Temas em Psicologia*. Porto Alegre, v. 3 n. 2, ago. 1995

SANTOS, M.E.V.M. *A cidadania na voz dos manuais escolares*. Lisboa: Livros Horizonte. 2001.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da Educação brasileira. *Ensaio*. v. 2, n. 2, dez, p. 1-23, 2002.

STRIEDER, R.S. *Abordagem CTS e o ensino médio: espaços de articulações*. 2008 Dissertação de mestrado (mestrado em Ensino de Ciências, modalidade Ensino de Física). Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. São Paulo.

SÉRÉ, M.; COELHO S. M.; NUNES, A. D. O Papel Da Experimentação No Ensino Da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Porto Alegre. v. 20, n. 1, abr. 2003.

TRUMPER, R. The Physics Laboratory: A Historical Overview and Future Perspectives. *Science & Education*, n. 12, p. 645-670, 2003.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 4 Ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda. 1991.

VYGOSTKY, L. S. *La imaginación y el arte em la infância*. 4. ed. Madrid: Ediciones Akal, 1998.

VYGOTSKY, L.S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo. Editora Martins Fontes. 2001.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. *Estudos sobre a história do comportamento: Estudos sobre a história do comportamento símios, homem primitivo e criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *FISICA III – Eletromagnetismo*. 12a ed. São Paulo: Addison Wesley. 2008;

ZANETIC, J.; MOZENA, E. R. *Apostila de Evolução dos Conceitos da Física*. São Paulo: Publicação do IFUSP. 2004.

Apêndice A

DOCUMENTOS COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO PARA REGISTRO DE IMAGEM

Eu, Prof. CARLOS EDUARDO GUARIGLIA, professor do Colégio X e mestrando na Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, solicito vossa autorização para que sejam coletados dados de seu/sua filho/filha na realização de atividades propostas pela minha pesquisa de mestrado, na forma de fotografia, filmagens e gravação de áudio das atividades de sala de aula nas aulas de ciências e de entrevistas posteriores, além de trabalhos desenvolvidos pelos alunos.

Informamos que:

1. A autorização refere-se à coleta de dados de gravações e imagens em que seu/sua filho/filha esteja desenvolvendo atividades didáticas relacionadas à aula do referido professor.
2. As gravações e imagens não serão – DE MODO ALGUM – comercializadas.
3. Os dados que forem utilizados na pesquisa – DE MODO ALGUM – possibilitarão a identificação de seu/sua filho /filha.
4. Nas publicações serão utilizadas transcrições das entrevistas, sem identificação, e imagens das atividades e dos trabalhos, também sem identificação. As filmagens serão utilizadas apenas para análise posterior a atividade.
5. Após o evento, as imagens serão devidamente alocadas na UFSCar – Sorocaba.

O Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física. O

objetivo é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula. <http://www.sbfisica.org.br/~mnpef>.

Sua recusa não trará nenhum prejuízo estudantil para o seu/sua filho/filha.

Você receberá uma cópia deste termo constando meu telefone, endereço profissional e e-mail, podendo solicitar esclarecimentos e tirar suas dúvidas sobre a solicitação a qualquer momento.

Prof. CARLOS EDUARDO GUARIGLIA

Rua X, X

Ensino Fundamental II - Sorocaba

Fone: X, e-mail: X

Declaro que entendi os objetivos da presente solicitação e compreendi a finalidade do evento a que se faz referência. O professor CARLOS EDUARDO GUARIGLIA informou-se sobre essas questões e colocou-se à disposição para quaisquer esclarecimentos. Concordo que imagens e gravações de meu/minha filho/filha retiradas em atividades no Colégio X sejam utilizadas nas pesquisas do seu projeto de mestrado, se ele/ela assim desejar.

Local

e

data:

Nome do participante da pesquisa: _____

Número e tipo de documento de identificação _____

Assinatura do Sujeito da pesquisa: _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução 466/2012 do CNS)

**A CRIATIVIDADE NO ENSINO DE FÍSICA: REFLEXÃO SOBRE ATIVIDADES
E METODOLOGIAS QUE A POTENCIALIZAM**

Eu, Prof. CARLOS EDUARDO GUARIGLIA, professor do Colégio XXXX e mestrando na Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, o(a) convido seu/sua filho/filha a participar da pesquisa “A CRIATIVIDADE NO ENSINO DE FÍSICA: REFLEXÃO SOBRE ATIVIDADES E METODOLOGIAS QUE A POTENCIALIZAM” orientada pela Prof^ª Dr^ª FERNANDA KEILA MARINHO DA SILVA.

O projeto a ser desenvolvido envolve uma atividade a ser aplicada às salas de nono ano do ensino fundamental. Por meio do desenvolvimento de atividades-desafios, utilizando de diferentes conteúdos e metodologias, pretendemos estudar se esses roteiros possibilitarão a centralização do processo de ensino aprendizagem no aluno, de modo que esse assuma um papel protagonista, além de buscar um maior desenvolvimento de habilidades criativas buscando múltiplas soluções para um mesmo problema. Dessa forma, como criatividade não é algo que

se possa medir de maneira direta ou tão clara, buscaremos uma ampla descrição da solução de problemas encontrados e como foram solucionados pelos alunos.

Seu/sua filho/filha foi selecionado/selecionada por ser aluno/aluna regular do nono ano do ensino fundamental do colégio X, cidade onde o estudo será realizado.

A autorização refere-se à anuência de v.s.^a para a realização de atividades referentes aos trabalhos regulares das aulas, com finalidade de compor os dados da pesquisa de mestrado, gravações de áudio e imagens em que seu/sua filho/filha esteja desenvolvendo as atividades didáticas. Além disso, solicita-se também a autorização para a realização de entrevistas que poderão ocorrer durante o horário letivo, na escola.

As atividades e eventuais perguntas da entrevista não serão invasivas à intimidade dos participantes, entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar estresse e desconforto como resultado da exposição de opiniões pessoais em responder perguntas que envolvem decisões relacionadas às atividades. Caso isso ocorra, os participantes terão garantidas pausas nas atividades e entrevistas, bem como liberdade de não responder as perguntas. Serão retomados nessa situação os objetivos a que esse trabalho se propõe e os possíveis benefícios que a pesquisa possa trazer.

Sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área de Ensino de Física/Ciências, para a construção de novos conhecimentos e para a identificação de novas alternativas e possibilidades para o trabalho da equipe na escola. O pesquisador realizará o acompanhamento de todos os procedimentos e atividades desenvolvidos durante o trabalho.

A participação de seu/sua filho/filha é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. A qualquer momento o/a aluno/aluna pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo acadêmico ou profissional, seja em sua relação ao pesquisador, à Instituição em que trabalha ou à Universidade Federal de São Carlos.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre a participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

As gravações realizadas durante a entrevista (caso venha a ocorrer) serão transcritas pelo pesquisador. Depois de transcrita poderá ser apresentada aos participantes, caso isso seja solicitado.

Você receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas por você e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Endereço para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Carlos Eduardo Guariglia

Endereço: X, X

Contato telefônico: X e-mail: X

Local e data: Sorocaba, _____ de _____ de 2017.

Nome do Pesquisador

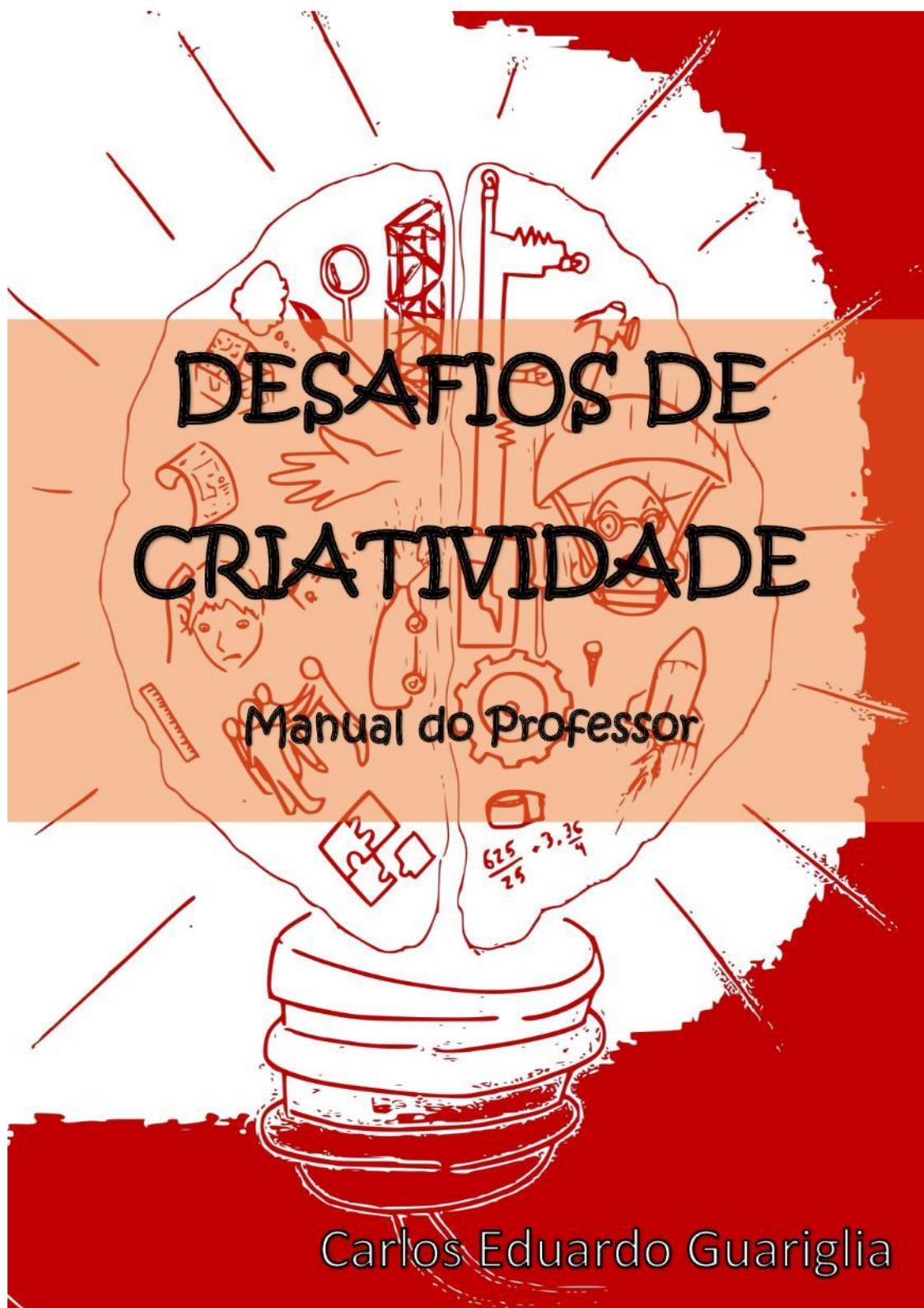
Assinatura do Pesquisador

Nome do Participante

Assinatura do Participante

Apêndice B

PRODUTO EDUCACIONAL



Este produto educacional é o resultado da pesquisa apresentada na dissertação de mestrado “Atividades práticas para a física no ensino fundamental por meio de desafios: proposta de material de apoio ao professor” por Carlos Eduardo Guariglia (Guariglia, 2019), orientado pelas Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva e Profa. Dra. Adriana Oliveira Delgado Silva, no Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no polo da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) campus Sorocaba.

Cara Professor

A atualização de sua prática, além da busca pela ruptura com as estruturas tradicionais do ensino, pode ter te trazido a este livro. Este manual visa orientar, principalmente, aos docentes de Ensino Fundamental (apesar de que essas práticas e atividades são perfeitamente adaptáveis a alunos do Ensino Médio) nas disciplinas de Ciências e Física, por meio de sugestões de como trabalhar com uma variedade de metodologias de ensino de ciência no desenvolvimento de uma atividade que chamamos de *“Desafios de Criatividade”*¹. Este nome foi escolhido, pois além de ser motivador para os alunos, também representa um convite aos discentes para se envolverem em diversos momentos de criação, sendo protagonistas e autores do processo de ensino-aprendizagem.

¹ Porém, é importante deixar claro que apesar do nome, não pretendemos abordar uma discussão sobre o conceito de criatividade e suas diferentes definições.

Os “Desafios de Criatividade” são sequências de atividades elaboradas pelo professor, aplicadas em diferentes aulas, para o ensino de um determinado conteúdo da área de ciências. Tais sequências utilizam diversas metodologias, indo muito além das aulas apenas expositivas. Normalmente, são compostas por aulas de práticas de experimentação por investigação e verificação, aulas teóricas e também uma proposta de criação de um protótipo, que fará os alunos serem desafiados a criar algo que explore o conceito trabalhado, possibilitando também aos discentes personalizarem o processo de ensino-aprendizagem. Ao longo dessa sequência, os alunos são convidados a investigar, explorar e construir enquanto aprendem.

Além de explorar conteúdos teóricos da disciplina de ciências, os “Desafios de Criatividade” têm por objetivo promover o desenvolvimento de habilidades motoras e socioemocionais nos alunos. Por isso, apesar da diversidade de metodologias que podem ser usadas, a experimentação tem papel essencial nessa sequência de atividades, pois permite uma série de situações diferentes, como, por exemplo, possibilitar que o aluno atue em grupos, além de lidar com diferentes ferramentas e materiais. Essa atuação prática e social, em nossa perspectiva, proporciona oportunidades mais ricas que o ensino.

Sumário

<u>Introdução</u>	6
<u>A busca pela ruptura com o ensino tradicional</u>	6
<u>Vygotsky e o ensino por experimentação</u>	8
<u>Os “Desafios de Criatividade”</u>	16
<u>Características dos Desafios de Criatividade</u>	17
<u>Etapas e Processos</u>	22
<u>O professor e o Desafio de Criatividade</u>	26
<u>I. Defina um objetivo</u>	26
<u>II. Tempo de aplicação</u>	28
<u>III. Divisão de Grupos: Tarefa do Professor</u>	29
<u>IV. Avaliações</u>	36
<u>V. Todo conteúdo x conteúdo bem explorado</u>	38
<u>VI. Buscando inspiração e referências</u>	39
<u>Exemplos de Desafios de Criatividade</u>	43
<u>Casa na caixa – Instalação elétrica</u>	44
<u>Carrinho movido a 3ª Lei de Newton.</u>	69
<u>Queda do Ovo</u>	84
<u>Referências Bibliográficas</u>	96

Introdução

A busca pela ruptura com o ensino tradicional

Vivemos um momento histórico em que a escola parece estar em crise, pois se antes não havia concorrência à altura como fonte informativa e detentora de conhecimento, hoje ela vem brigando por esse espaço cada vez mais com as demais mídias, principalmente para a internet. Lutar pela manutenção do modelo tradicional, que busca meramente a transmissão de informações, é negar todas as potencialidades que a escola poderia trazer em favor de algo que a sociedade já tem acesso. Ou seja, insistir nesse modelo é tentar encaixar uma escola obsoleta para essa sociedade absolutamente modificada. Isso seria colocar a escola na contramão do progresso cultural humano, o que poderia fortalecer a crise de valor e identidade da escola.

Por outro lado, o acesso às informações através das mídias, sem uma orientação, não garantem, por si, a construção do conhecimento; o excesso de informações sem confiabilidade também podem trazer certos prejuízos ao aprendizado sobre determinado assunto. Nesse aspecto, a escola pode continuar sendo responsável pelo desenvolvimento intelectual, social e cultural do indivíduo, porém ressaltando o desenvolvimento da autonomia, do senso crítico e de outras habilidades que possam garantir maior liberdade individual de ação e escolhas, dentre as múltiplas interpretações possíveis da realidade.

Com isso, a educação, ao ter como objetivo a valorização e desenvolvimento de habilidades que possibilitam ao aluno interpretar, analisar e encontrar diferentes caminhos para a solução de um problema, passa a ter papel libertador para o sujeito. É preciso buscar uma ruptura com os tradicionais modelos de ensino e aprendizagem adotados nas escolas que se utilizam de práticas repetitivas e reprodutoras de informações e modelos.

A pesquisa em ensino de ciências está repleta de exemplos que possibilitam esse novo modelo de escola, ao se desviarem da relação professor-aluno descrita como “educação bancária” (FREIRE, 1987), na qual o professor é detentor do conhecimento e deposita-o no aluno. Nesse caso, o objetivo principal é tornar os

alunos protagonistas nos processos da sala de aula, contribuindo, assim, na formação de cidadãos mais independentes.

Vygotsky e o ensino por experimentação

Apesar da riqueza metodológica, observa-se que quando se fala da pesquisa utilizando experimentação no ensino de ciências, muito se evidencia os conteúdos e pouco as habilidades que a mesma pode oferecer. A experimentação pode garantir uma série de habilidades motoras, intelectuais, atitudinais e emocionais que podem contribuir para o desenvolvimento de um indivíduo autônomo e protagonista. Dentre estas habilidades, citamos: o trabalho em grupo, a solução de um problema por mais de um caminho, além de fazer todo o processo de desenvolvimento do experimento como oportunidade de aprender diferentes conteúdos e habilidades, não sendo determinando somente o final do processo.

O ensino de ciências com a experimentação é uma das metodologias que pode complementar as habilidades

desenvolvidas no ensino por investigação, tendo um papel de grande importância. São diversas as maneiras que o ensino investigativo pode concretizar o processo de ensino-aprendizagem (MUNFORD, 2007), partindo da ideia de que os estudantes podem, a partir de uma mediação, se envolver em atividades análogas àquelas de cariz científico, sendo levados a formularem e testarem hipóteses, analisarem os resultados e voltarem ao problema inicial ou à modificação deste, assim como ocorre na ciência. Desta forma, é possível ao mesmo tempo abordar a natureza da ciência e desenvolver o conteúdo.

Valorizar o espírito investigativo dos alunos é valorizar a curiosidade, capacidade inerente ao ser humano. Acreditamos que muitas das atividades humanas deveriam ser guiadas pela curiosidade e pela investigação.

Para Driver et al. (1999) aprender ciências é desenvolver uma nova forma de pensar e explicar o mundo natural. Nesse sentido, os autores defendem que há mais importância em desenvolver no aluno a forma de pensar de um cientista na solução de um problema, que acumular conceitos científicos já bem definidos. Podemos entender que a atividade científica é uma atividade de criação, dada a capacidade do cientista de analisar padrões e, então, criar modelos para interpretá-los. Porém,

comumente, não é dada a mesma importância para a compreensão da ação criativa da ciência no ensino da mesma área nas escolas. Temos expressões como “descobertas científicas” que retiram o caráter criador do cientista e da ciência.

Com relação à criatividade na sala de aula, ela parece interpretada erroneamente por educadores, pois, em geral, é vista como um dom, acontecendo por meio de insights, aparentemente, portanto, incontrolável. Essa visão torna muito difícil o trabalho para o desenvolvimento da criatividade em uma sala de aula. Pesquisas em neurociência apontam que existem diferentes tipos de criatividade, algumas espontâneas e outras deliberadas (DIETRICH, 2004), levando-nos a crer que é possível buscar maneiras de potencializar essa habilidade.

Encontramos em Vygotsky uma teoria de aprendizagem que contempla diversos aspectos que estão vinculados com o que estamos buscando analisar. Dentre eles, o desenvolvimento de um indivíduo com as dimensões divididas em seus quatro planos genéticos de desenvolvimento, levando em conta aspectos da espécie, aspectos individuais, culturais e sociais. Além disso, sua teoria também oferece suporte para a análise do desenvolvimento das funções psicológicas superiores, importantes para analisarmos

o aprendizado de conceitos científicos, bem como analisarmos os aspectos emocionais mais subjetivos.

Outro ponto de destaque na teoria vygotskyana, que nos auxiliou na análise, é a importância atribuída à interação social durante o processo de ensino-aprendizagem. Tal destaque permitiu melhor compreensão das relações aluno-professor e aluno-aluno, uma vez que as atividades descritas em nossa dissertação, em geral, são desenvolvidas em grupos.

Essa perspectiva valoriza a construção do conhecimento do aluno com o professor mediador, vindo ao encontro da teoria de ensino-aprendizagem de Vygotsky. É uma linha de pesquisa e trabalho que incentiva o processo de ensino-aprendizagem por meio de uma prática baseada, inicialmente, em situações e problemas abertos. Assim, o aluno é colocado, constantemente, na posição de elaborar e testar suas hipóteses sobre o processo estudado. Nesse caso, os conceitos científicos passam a ser ferramenta de criação ou atuação sobre uma situação problema. Entendemos isso como uma vantagem em relação ao ensino tradicional, no qual a compreensão do conteúdo é o objetivo final. Entretanto, nesse caso, a compreensão de um conteúdo deslocado de uma aplicação pode não fazer sentido para o aluno.

Vygotsky, segundo Barroco (2007), trata o cérebro como um órgão responsável não apenas por registrar e reproduzir, mas também responsável pelas práticas criativas. Essas práticas são dadas pela capacidade plástica do cérebro de combinar e reelaborar elementos antigos, o que leva a uma capacidade, inclusive, de criar novos elementos. O autor ainda explica que a imaginação, para Vygotsky, também chamada de fantasia – ambos termos nomeados assim pelo próprio autor – é base para toda atividade criadora, apresentada nas áreas técnica, artística e científica.

Entendendo, a partir da teoria vygotskyana, que a plasticidade do cérebro humano, ao garantir a atividade criadora, é uma característica presente na dimensão da nossa filogênese, KOHL (2006) ressalta que essa plasticidade do cérebro humano faz com que sejamos uma espécie menos pronta ao nascer. Contudo, as interações sociais e o ambiente vão nos modificando, nos projetando sempre para o futuro, permitindo aos humanos alcançarem grandes capacidades.

Gaspar (2005) analisa os potenciais de se vincular as demonstrações experimentais com a teoria de Vygotsky, à pesquisa em ensino de ciências, em sala de aula e espaços não formais de ensino. Para isso, aponta aspectos relevantes da teoria

do pesquisador russo, como os conceitos espontâneos, a colaboração e a interação social.

A colaboração é destacada pelo autor como uma potencializadora de habilidades e capacidades. Vygotsky afirma que com a colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha; ela se revela mais forte e mais inteligente. Entretanto, existe uma distância entre a capacidade no trabalho que ela realiza sozinha e a capacidade de trabalho em colaboração (GASPAR, 2005).

Vygotsky não restringe a relação professor-aluno como a única potencializadora, pois em atividades em grupo, os alunos, trabalhando em parceria, podem complementar habilidades e conhecimentos, ajudando uns aos outros, reciprocamente, a atingir um nível maior de entendimento através de diálogos e reflexões. Além disso, numa mesma sala com a heterogeneidade de características, os alunos apresentam níveis de desenvolvimento diferentes, tendo alguns dos estudantes algumas habilidades melhor estabelecidas que outros. Dessa maneira, o aluno menos desenvolvido nesse aspecto encontra um semelhante muito próximo a quem imitar. Isso explica muitas vezes por que

um aluno tem mais facilidade em compreender a linguagem de um colega, durante a explicação, do que a do próprio professor.

Logo, o trabalho em grupo apresenta grande valor na teoria vygotskyana, sendo as atividades experimentais um momento rico de aprendizado. Tais trabalhos, em geral, são organizados com uma intensa interação entre aluno e professor, aluno e colegas, tendo ampla possibilidade de desenvolvimento progressivo do aluno.

Gaspar (2005) destaca que é importante o processo de imitação de um “parceiro mais capaz”, alguém que saiba realizar a tarefa solicitada.

“Em outras palavras, a interação social só pode existir efetivamente em relação ao desenvolvimento de uma tarefa, se houver, entre os parceiros que a realizam, alguém que saiba fazê-la.” (GASPAR, 2005, p. 233).

Nessa perspectiva, Vygotsky afirma que a criança precisa da ajuda e orientação do professor, uma vez que não aprende o que sabe fazer sozinha; e o professor lhe dá esse acesso. Cabe ao professor, nesse processo, “fazer, demonstrar, destacar o que deve ser observado e, sobretudo, explicar, ou seja, deve apresentar aos alunos o modelo teórico que possibilita a compreensão do que é observado, estabelecido cultural e cientificamente” (GASPAR,

2005, p. 234). Sendo assim, o professor é um agente de interação social que apresenta ao aluno atalhos para a compreensão tanto de uma determinada cultura, como também de conhecimentos científicos e outros conceitos.

A colaboração de um parceiro mais capaz é um passo que possibilitará ao aluno, futuramente, fazer sozinho o que hoje é capaz de fazer somente acompanhado (Vygotsky, 2001). Essa distância entre as duas dimensões do desenvolvimento da criança é definida por Vygotsky como Zona de Desenvolvimento proximal (KOHL, 2006).

Esses são alguns dos aspectos que a teoria de Vygotsky proporciona na produção do material apresentado nesta dissertação. Ressaltamos que na dissertação relacionaremos a teoria com a análise de uma aplicação.

Desafios de Criatividade

Os “Desafios de Criatividade” são uma sequência de atividades que pode complementar a metodologia de trabalho docente. Buscam, até certo ponto, uma ruptura com a forma de ensino de ciências tradicional, na qual os conceitos são trabalhados, majoritariamente, por aulas expositivas. A proposta com essa sequência de atividades é abordar os conteúdos curriculares de forma diversificada – por meio de aulas teóricas, experimentais, investigativas e práticas de criação. Desta forma, o conteúdo a ser trabalhado recebe uma importância similar às habilidades de investigação, de socialização, criação e autoria do aluno.

A reflexão gerada pela experiência da aplicação desse tipo de atividade permitiu elencar algumas das principais características que estão sempre presentes nas atividades dos “Desafios de Criatividade”.

Características dos Desafios de Criatividade

1. Explorar, pelo menos, um conteúdo curricular durante a sequência de atividades

O trabalho deve estar apoiado em pelo menos um conteúdo de física ou ciências, uma vez que essa ferramenta busca a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Portanto, apesar de outras habilidades serem trabalhadas, é importante, ao final do processo, que o aluno tenha aprendido algo novo da área, pois, caso contrário, não haverá sentido que esse trabalho esteja sendo desenvolvido durante as aulas dessa disciplina. Então, embora busquemos uma metodologia de atividades que vá além da simples abordagem conteudista, existe um comprometimento com o ensino de conteúdos da área.

O ensino tradicional enfatiza apenas o ensino dos conteúdos, deixando de lado as outras habilidades e potencialidades que a escola pode oferecer. Porém, o rompimento com o ensino tradicional não significa a ruptura completa com a utilização dos conteúdos para atingir os objetivos escolares. Dessa maneira, as abordagens alternativas à tradicional podem ressignificar o papel do conteúdo. Isto é, elas podem ser um meio de se atingir outras habilidades ou até mesmo permitir que a escola passe a ensinar maneiras mais autônomas de os alunos buscarem tais conhecimentos, uma vez que com a disposição de conteúdos e informações em diferentes mídias, ensinar o aluno a aprender se torna mais útil que tentar ensinar os conteúdos que o professor ou a escola julgam importantes para um conjunto muito heterogêneo de crianças e jovens.

A amplitude do conteúdo a ser abordado define muitas coisas a respeito do trabalho em sala de aula, como os tipos de atividades que serão utilizadas e também o tempo de duração das tarefas. Em relação às habilidades a serem desenvolvidas, existem dois caminhos: ou as habilidades podem ser “enquadradas” em determinado conteúdo ou o conteúdo pode determinar quais habilidades serão estimuladas.

A alfabetização científica se torna cada vez mais necessária num mundo cada vez mais permeado por ciência e a tecnologia. Compreender conteúdos científicos é estar letrado na linguagem de nossa nova sociedade. Saber ciência é essencial para saber opinar, se posicionar, ser autônomo, crítico e autor em diferentes áreas do conhecimento. Portanto, o conhecimento de conteúdos científicos deixa de ser propedêutico, apenas preparando alunos para exames de vestibular ou para carreiras técnico-científicas. Ele é essencial no cotidiano de qualquer cidadão do século XXI.

2. Propor, pelo menos, uma investigação ao aluno ao longo do processo

Cotidianamente somos submetidos a situações nas quais não temos uma resposta óbvia ou pronta, por isso, a aplicação do método científico numa investigação pode ser uma ferramenta que qualquer pessoa pode utilizar no seu cotidiano para a solução desses problemas. Para isso é preciso aprender a enxergar uma

situação problema, levantar hipóteses, separar variáveis e realizar os testes necessários.

O trabalho deve proporcionar ferramentas e habilidades que poderão ser exploradas tanto na vida pessoal e profissional da maioria dos alunos, mesmo daqueles que não seguirão carreiras técnicas ou científicas. A investigação pode extrapolar as fronteiras das mais diversas áreas do conhecimento, possibilitar o trabalho multidisciplinar e contextualizado, pois não isola o conteúdo, apresentando-o da maneira como aparece no mundo real, sem idealizações.

Crianças pequenas são investigadoras, propõem uma série de perguntas e hipóteses para explicar suas dúvidas. Conforme envelhecem, as respostas obtidas deixam, na maior parte dos casos, esse espírito científico adormecer. Pode ser papel da escola despertar esse espírito curioso e investigativo novamente no aluno, e amadurecer esse processo, tornando-o mais profundo, ao desenvolver habilidades de análise e fortalecer a consciência e ação crítica nos alunos.

3. Propor aos alunos uma atividade de concretização de um produto, maquete ou protótipo que solucione a situação problema ou questão proposta inicialmente.

A concretização do conhecimento teórico no formato de um protótipo, produto ou maquete permite, inicialmente, a elaboração de um planejamento das ações, como uma planta, um esboço ou um esquema do que será feito. Isso possibilita aos alunos que organizem quais conteúdos, materiais e ferramentas são importantes para tal construção. Assim, os discentes voltam a pensar no conteúdo abordado, para enfrentar o problema, de maneira sistemática e planejada.

Durante a construção do protótipo, o trabalho em grupo gera uma série de oportunidades de aprendizado que se dão, principalmente, nos aspectos socioemocionais, uma vez que os estudantes precisam planejar, dividir tarefas, encontrar soluções para problemas previstos e não previstos, persistir quando algo não sai conforme o previsto e planejado, buscar aprender com todos os tipos de situações, e aprender a lidar e solucionar conflitos. Tudo isso, obviamente, com o auxílio do professor. O professor deve entender que conflitos e falhas deixam de ser

situações indesejadas, pois elas oferecem oportunidades de desenvolvimento dessas habilidades.

Por fim, essa concretização traz uma visualização de fenômenos físicos na prática. Este fato, além de ser motivador, pois tira do mundo abstrato o conteúdo abordado, também possibilita ao professor trabalhar uma série de reflexões referentes às relações entre a teoria e a prática, como, por exemplo, as limitações que uma teoria apresenta na prática.

Etapas e Processos

Estabelecidos esses três requisitos necessários para o desenvolvimento de um “Desafio de Criatividade”, listamos os principais procedimentos de aula adotados, quais sejam:

- 1. Levantamento de ideias prévias;**
- 2. Aula(s) teórica(s) sobre o tema;**
- 3. Realização da atividade(s) Investigativa(s);**
- 4. Construção do produto ou protótipo;**
- 5. Apresentação e discussão;**
- 6. Avaliação.**

O levantamento de ideias prévias tem por objetivo situar o professor em relação ao que os estudantes conhecem e não conhecem sobre determinado assunto, conteúdo ou habilidade. A importância dessa verificação encontra-se, principalmente, no propósito de saber se o aluno possui os pré-requisitos mínimos para o tipo ou nível de abordagem que o professor gostaria de exigir, de tal maneira que possa adequar o cronograma de ações alinhado às necessidades desse grupo de alunos.

Como dissemos anteriormente, o propósito da atividade é ensinar física e, portanto, são necessárias aulas teóricas. É importante que não se confunda aula teórica com aulas tradicionais, meramente expositivas. Ao citarmos tais aulas teóricas, estamos nos referindo a aulas que têm por finalidade

abordar o conteúdo de física relacionado a um problema prático. Entretanto, a maneira como o problema pode ser trabalhado é bastante diversificada, a partir de processos mais dialógicos.

O levantamento de ideias prévias deve, necessariamente, vir antes das demais atividades, uma vez que ele vai embasar as demais ações do professor. Os próximos tópicos, porém, não apresentam uma ordem específica. Por exemplo, a concretização do produto pode ser a etapa motivadora inicial para toda a sequência do trabalho, que dará origem a uma investigação e ao trabalho do conteúdo de física. Outra possível ordem é a que está demonstrada na lista: inicia-se com a aula teórica, sucedida pela investigação e finalização com o protótipo.

A avaliação para esse processo não deve ser simplificada e concentrada em uma única prova final, focando apenas nos conteúdos de física trabalhados, seja por memorização ou mesmo por resolução de problemas mais abertos. Isto porque, dessa maneira, corre-se o risco de não avaliar a diversidade de habilidades, competências e até conteúdos paralelos que fazem parte de todo o processo de ensino-aprendizagem envolvido nos “Desafios de Criatividade”. Ainda mais, comprometeria todo o processo, uma vez que, ao desenvolvermos uma série de situações e avaliarmos apenas algumas delas, transmitiríamos aos alunos

que as demais situações não seriam importantes, o que prejudicaria todo o desenvolvimento das habilidades a serem desenvolvidas. Assim, acreditamos que a avaliação deva ser processual; vai mais além da atribuição de nota e da verificação da aprendizagem. Isto é, por meio dela os alunos também podem rever seus caminhos.

O professor e os Desafios de Criatividade

O sucesso das atividades do “Desafios de Criatividade” depende da postura do professor, desde aspectos motivacionais, até alguns cuidados que a prática e a experiência em desenvolver tais atividades podem revelar. Destacamos uma série de alertas e reflexões, do que fazer e do que não fazer, a partir da experiência que tivemos ao longo de anos aplicando os desafios, e que merecem ser consideradas durante o desenvolvimento das atividades para a obtenção de um melhor resultado.

I. Defina um objetivo

Os “Desafios de Criatividade” são ferramentas, podem ser usadas como motivação para iniciar um assunto, como trabalho

final, ou como processo de desenvolvimento de um conteúdo. Portanto, o sucesso do envolvimento dos alunos na atividade inicia-se, nitidamente, pelo professor, que deverá esclarecer qual o objetivo que se pretende alcançar com sua aplicação.

O Objetivo vai definir o tempo que deve ser dedicado ao “Desafio de Criatividade” dentro do programa de aulas, as atividades que serão desenvolvidas, além da sequência em que serão aplicadas.

O objetivo é um norteador de quais atividades são essenciais e quais podem ser dispensadas, pois, muitas vezes, os professores, por força do hábito ou por se afinarem mais com umas do que com outras atividades, acabam escolhendo algumas atividades que repetem a função para alcançar o objetivo, ou que não levam a ele.

Em geral, os objetivos podem compreender um determinado conteúdo, desenvolver determinada habilidade ou responder a uma pergunta de pesquisa ou ao desenvolvimento de um projeto. Alguns exemplos dos tipos de objetivos citados acima:

I – Compreender a 1ª lei de Ohm;

II – que os alunos sejam capazes de, no final do processo, montar circuitos em série ou em paralelo com led's;

III – que sejam capazes de responder qual tipo de lâmpada é mais adequada para um ambiente específico, como, por exemplo, em uma horta iluminada artificialmente.

II. Tempo de aplicação

Existe uma grande importância em saber quais são os objetivos para, então, definir o tempo necessário. Existem atividades mais longas ou mais curtas e, em geral, há uma correlação direta com a natureza e a quantidade de objetivos traçados. No caso da compreensão de um conceito individual, o tempo pode ser mais curto, porém, para a compreensão de uma área mais extensa, ou a elaboração de um projeto, e ainda de uma pesquisa, ele poderá ser mais extenso.

É importante que todas as atividades estejam planejadas para que tudo não seja realizado com muita pressa, ou caso haja

algum atraso em alguma das atividades, isso não venha a prejudicar o professor em seu cronograma. Vale ressaltar que uma atividade mal realizada, por conta da pressa, pode comprometer todo o processo.

Em geral, no mínimo, os “Desafios de Criatividade” tem duração de 6 aulas. Entretanto, para alcançar objetivos mais complexos, a partir dos quais não serão trabalhados apenas a compreensão de um único conteúdo, a duração poderá se estender de um mês até um bimestre.

III. Divisão de Grupos: Tarefa do Professor

Os desafios de criatividade são feitos em grupos, o que pode ser uma boa oportunidade para ensinar não só os conteúdos de ciências abordados, como outras habilidades socioemocionais, até mesmo aquelas que contemplam a gestão e o comportamento em grupo.

A colaboração de um parceiro mais capaz é um passo que possibilitará ao aluno, futuramente, fazer sozinho o que hoje é

capaz de fazer somente acompanhado (Vygotsky, 2001). A colaboração é uma potencializadora de habilidades e capacidades. Vygotsky afirma que com a colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha; ela se revela mais forte e mais inteligente (GASPAR, 2005).

Geralmente, ao trabalhar em grupo, os alunos vão preferir ficar com o grupo de amigos, seja pelo prazer da companhia ou pela facilidade de relacionamento, além de haver alguns grupos formados por interesses de alguns alunos em obter uma maior nota. Esse, porém, nem sempre é o arranjo mais positivo para esse grupo ou para o conjunto de alunos, segundo o objetivo da atividade. Uma vez que os grupos de amizades já estejam estabelecidos, as oportunidades de lidar com situações diferentes diminuem e os papéis desempenhados por cada membro tendem a ser os mesmos.

A definição dos grupos é papel do professor e deve ser uma ação consciente para atingir o objetivo da atividade e do processo educativo.

Formando os grupos

Quantidade de alunos

A quantidade de alunos nos grupos deve ser o suficiente para que os discentes consigam distribuir tarefas. Ou ainda para que possam se auxiliar nas tarefas mais complexas, afinal, ninguém deve ficar sem fazer nada por muito tempo.

Essa quantidade é uma das últimas coisas a ser definida pelo professor, uma vez que é necessário conhecer toda a demanda de trabalho e as características dos alunos antes de tomar essa decisão.

O excesso de alunos poderá deixar alguns deles sem fazer nada, atrapalhando, assim, o processo de ensino-aprendizagem, ou gerando ainda desconforto no grupo. Lembramos que parte da avaliação será coletiva e o membro que não fez nada terá o mesmo desempenho que os demais membros do grupo, o que poderá se tornar um fator desestimulante para projetos futuros.

Características dos alunos

Na formação dos grupos, busque combinar algumas características dos alunos que irão auxiliar no desenvolvimento do projeto, além de evitar deixar um grupo muito homogêneo em certos aspectos. Abaixo, listamos algumas características importantes de serem observadas na formação dos grupos. Ressaltamos que, ao se atentar para algumas dessas características, é possível fazer grupos mais equilibrados e deixar os alunos trabalharem com autonomia. Além disso, algumas delas podem ser observadas no mesmo estudante.

Liderança

É muito recomendável que em cada grupo tenha um aluno com características de liderança, isto é, aquele aluno que seja capaz de organizar os demais para a realização do trabalho. Essa função de líder do grupo pode ser formalizada perante a sala para que fique claro seu papel de dividir as tarefas dos integrantes do grupo em cada momento da atividade, e cobrá-los de fazerem-nas no momento adequado.

É importante deixar claro ao aluno que a liderança não lhe confere o poder de tomar as decisões individualmente; todas as decisões devem ser tomadas coletivamente. Por outro lado, é importante que fique claro para o grupo que a responsabilidade do trabalho é de todos, não apenas do líder.

Nem sempre o líder é o que possui maior facilidade com a disciplina, pois, muitas vezes, tais alunos podem ser mais tímidos, ou reservados. O líder é o aluno com melhor relacionamento com os integrantes, além de ter mais resiliência, maior dedicação e autoconfiança.

Facilidade com o tema

É recomendável que cada grupo tenha pelo menos um aluno com maior facilidade de compreender os conceitos envolvidos, de tal maneira que haja alguém dentro do próprio grupo que possa orientar, ao longo do processo, o desenvolvimento do tema, a fim de que não precise fazer grandes modificações próximo ao final do processo.

Isso garantirá maior autonomia para o grupo, bem como aumento da confiança durante o desenvolvimento do projeto,

visto que não se dependerá tanto do professor em todos os pequenos detalhes. Esse aluno servirá de referência aos demais do grupo; será muitas vezes o parceiro mais capaz no desenvolvimento do conteúdo.

Timidez e reservados

Apesar da importância de conhecer outras pessoas e das novas experiências, é preciso ficar atento aos alunos excessivamente tímidos ou reservados, pois eles podem assumir uma postura inativa e pouco produtiva, caso estejam em um grupo no qual se sintam deslocados. Portanto, nesse caso, é recomendado que coloque junto a ele uma figura de referência dentro do grupo, alguém cujo relacionamento seja mais próximo, mas sem as mesmas características dele.

O professor deve estar próximo desses alunos, verificando se estão sendo ouvidos dentro do grupo, se estão participando. É importante também que o professor motive constantemente esses discentes a desenvolverem atividades, pois a posição de conforto será a inatividade.

Heterogeneidade

Consideramos relevante fazer uma boa distribuição nos grupos, mesclando alunos mais participativos, autônomos e proativos com os mais tímidos, menos participativos e mais heterônomos. Num grupo em que todos têm as mesmas características de inatividade, o trabalho pode não ser realizado. Por outro lado, os grupos nos quais os participantes são todos muito ativos, poderá também surgir outro tipo de conflitos na realização da tarefa, uma vez que cada um preferirá dar a “sua cara” ao projeto. É importante atribuir aos proativos a função de responsáveis pelas orientações de ações.

Além disso, as diferentes habilidades e vivências individuais, ao serem somadas, tornam o processo muito mais rico a todos. Quanto mais diferentes forem essas vivências, cada um terá a aprender mais com o outro. O que inicialmente pode parecer um ambiente propício para muitos conflitos também pode se tornar um dos melhores ambientes de aprendizado, se bem orientado pelo professor, que deve evidenciar as habilidades individuais dos alunos e indicar os potenciais de cada um.

IV. Avaliações

As avaliações são importantes, não só porque as atividades podem ser consideradas como notas para os alunos, mas também para identificar quais objetivos foram alcançados ou não. Para isso, é importante que se estabeleça desde o princípio, junto aos alunos, os critérios de avaliação de cada etapa. Ressaltamos ser necessário deixar claro o que se espera dos alunos em cada momento, para que, assim, a avaliação não seja subjetiva. Esse aspecto também deve orientar o trabalho dos alunos, uma vez que compreenderão de maneira mais clara os objetivos de cada etapa.

Mesmo que todo o processo possa (e deva) ser avaliado, por se tratar de um trabalho em grupo, também é importante criar momentos de avaliação individual, para que se obter uma informação mais precisa de como cada participante está se comportando dentro do grupo. Além disso, é uma maneira de mostrar aos alunos que não devem ficar sem realizar nenhuma tarefa, em nenhuma etapa do processo, pois será exigido deles tais conteúdos.

Uma importante ferramenta no processo de avaliação do trabalho em grupo, para o levantamento dos pontos fortes e fracos, são as autoavaliações e as avaliações do grupo. É relevante inserir perguntas para identificar quais foram os participantes que mais contribuíram, e se alguém não contribuiu. Porém, nessa situação, é preciso deixar claro que era função do grupo ter avisado ao professor caso isso acontecesse ao longo do processo. Dessa forma, o grupo deverá indicar aqueles que não estão dando ao professor a possibilidade de reverter esse quadro.

As avaliações permitirão medir quais conceitos foram aprendidos e quais não foram. Isso auxiliará na próxima aplicação da mesma atividade, na elaboração de outras e também no conhecimento do que é necessário reforçar com essa turma, dependendo dos objetivos do professor.

V. Todo conteúdo x conteúdo bem explorado

A maior crítica que se costuma receber ao trabalhar os “Desafios de Criatividade” é o tempo demandado por determinadas atividades. Apesar de não abdicar de todos os conteúdos nessa abordagem, parte deles são desconsiderados, de tal maneira que não é possível condensar toda a matéria de um livro ou de uma apostila.

Nesse sentido, voltamos ao ponto que, apesar de romper com a estrutura tradicional, não estamos desconsiderando os conteúdos, mesmo que a amplitude deles passe a ser reduzida. Lembramos, porém, que o foco maior está sendo dado em como aprender, além de enriquecer os conteúdos com outras habilidades.

Logo, aqueles que alegam estar preparando os alunos para o vestibular afirmam não haver tempo a perder com esse tipo de atividade. Entretanto, quando ensinamos o aluno a aprender, ele

será capaz de compreender tais conteúdos. Levando em conta o dinamismo do desenvolvimento científico e tecnológico da nossa sociedade, atualmente, saber aprender se torna mais importante do que saber conteúdos específicos, uma vez que a constante atualização pode deixar qualquer conjunto de conhecimentos escolares obsoletos após alguns anos.

VI. Buscando inspiração e referências

Apesar da criatividade do professor ser sempre muito bem-vinda para a elaboração dos desafios e das atividades, existe muito material e ideias disponíveis que podem ser usados como fonte de inspiração.

Algumas revistas de ensino de ciências possuem várias publicações com atividades experimentais, construções, atividades de investigação, atividades vinculadas a feiras de ciências que podem ser usadas como fonte rica de pesquisa. Alguns exemplos dessas revistas que estão disponíveis online:

Revista Brasileira de Ensino de Física

Revista Investigações em Ensino de Ciências

Caderno Brasileiro de Ensino de Física

Muitos trabalhos aplicados e analisados também podem ser localizados nos Anais de Encontros e Seminários de Ensino de Ciências. Tais documentos também se constituem como uma boa fonte de pesquisa. Alguns desses principais encontros:

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)

Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)

Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)

Outra recomendação é pesquisar na internet atividades com os descritores “desafios de ciência”, “competições” e “olimpíadas”, pois alguns deles oferecem desafios para serem construídos. Nos Estados Unidos e na Europa esses desafios são muito comuns. Assim, pode ser uma boa ideia procurar em outros idiomas, principalmente em inglês, tais atividades.

Um exemplo de olimpíada com esse caráter de desafio prático de construção é a “*International Young Physicists Tournament Brasil*”² (IYPT Brasil), na qual os alunos são desafiados a resolverem 17 problemas na forma de produção de protótipos e experimentos. Outro exemplo é a “Mostra Brasileira de Foguetes”³ (Mobfog), em que os alunos são desafiados a construir foguetes de garrafa PET e a fazerem um lançamento oblíquo, com o objetivo de obter a maior distância horizontal. Outro desafio existente em uma olimpíada nacional e em outra internacional é o “*Aqua Challenge*”, presente na “Olimpíada Brasileira do Saber”⁴ (OBS) e no “Quanta”⁵. Nesse desafio, os alunos precisam construir um barco, movido a motor elétrico, sem nenhum controle remoto ou microcontroladores.

Por fim, os museus de ciência e outros espaços não formais de ensino também são ricos em ideias que podem inspirar algumas atividades e desafios. Vale a pena visitá-los em busca de algumas inspirações. Lembramos também a busca em de sites de

² Disponível em: <<http://www.iypt.com.br/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

³ Disponível em: <<http://www.oba.org.br/site/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

⁴ Disponível em: <<https://obsaberes.org/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

⁵ Disponível em: <<http://www.cmseducation.org/quanta/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

feiras e competições de ciências. Muitas vezes, esses museus são responsáveis por organizar tais competições.

Exemplos de Desafios de Criatividade

Apresentaremos na sequência três exemplos de “Desafios de Criatividade”. Os três exemplos já foram testados. Tais desafios foram os escolhidos, pois possuem diferentes objetivos, durações e conteúdos. Acreditamos que, assim, será possível oferecer uma ampla noção ao leitor das potencialidades desse tipo de atividade.

É importante destacar que muitas das atividades não são de autoria própria, porém, a maneira como a atividade está estruturada segue uma sequência intencional para atingir um objetivo. A palavra criatividade no título do trabalho remete ao papel criador e criativo que o aluno vai assumir ao longo do processo. Isto é, não é exigido do professor que tais atividades sejam inéditas ou de sua própria autoria.

Todas as três atividades exemplificadas foram aplicadas com o 9º ano do ensino fundamental, mas também são perfeitamente adaptáveis para outras séries.

Casa na caixa – Instalação elétrica

Resumo:

Este desafio visa trabalhar com os conceitos iniciais da área de eletricidade, sugeridos para o 9º ano do ensino Fundamental. É um trabalho de longa duração, levando aproximadamente um bimestre. Utilizamos aulas teóricas, experimentais e a construção de um protótipo, que será uma casa de caixa de sapatos, na qual deverá ser feita uma instalação elétrica de lâmpadas Led. Ao final da construção, cada grupo deverá decorar e complementar a casa com um dos três temas sorteados: “Casa econômica”, “Casa geradora”, ou “Casa excessivamente consumidora”.

Objetivos:

- Introduzir os principais conceitos do estudo da Eletricidade;

- Realizar um experimento de verificação em circuitos em série e paralelos, para a verificação da corrente e tensão elétrica em diferentes casos;
- Realizar uma investigação sobre o consumo de energia elétrica dentro da residência do aluno;
- Construir uma maquete de uma casa, onde será realizada uma aplicação prática dos conceitos desenvolvidos em aula, por meio da elaboração de um circuito elétrico;

Conteúdos abordados:

- Corrente elétrica;
- Tensão elétrica;
- Ligação de resistores;
- Potência e energia elétrica.

Duração:

17 aulas de 50 minutos (aproximadamente 1 bimestre).

Aula 1	Levantamento de ideias prévias
Aula 2	Discussão da atividade de ideias prévias
Aulas 3 a 5	Conceito Físico – Corrente e Tensão Elétrica e Ligação de resistores
Aula 6	Verificação Tensão e Corrente nas ligações elétricas
Aula 7	Apresentação da proposta do “Desafio de Criatividade”
Aula 8	Conceito Físico – Potência elétrica e Energia Elétrica
Aula 9	Investigação Consumo de energia elétrica
Aula 10	Apresentação das plantas
Aulas 11 e 12	Construção dos circuitos elétricos nas caixas
Aulas 13 e 14	Apresentação final dos trabalhos
Aula 15	Avaliação – Prova
Aula 16	Avaliação posterior - Relatório

Tabela 1 – Cronograma “Instalação elétrica na caixa de sapatos”

Descrição das atividades:

Aula 1: Levantamento de ideias prévias

Antes de introduzir os conceitos e a proposta de atividade aos alunos, realizamos a coleta de ideias prévias a partir de um questionário, em que os alunos foram convidados a analisar três contas de luz diferentes. As perguntas buscavam compreender:

- I. a capacidade do aluno reconhecer e avaliar o porquê dos custos e tarifas;
- II. quais equipamentos e hábitos consumiam maior quantidade de energia elétrica;
- III. quais estratégias poderiam ser utilizadas para a economia desse recurso;
- IV. aspectos dos conceitos físicos sobre energia elétrica.

Apesar de muitos alunos terem o primeiro contato com o estudo formal da eletricidade no nono ano, vivemos imersos em um mundo onde os recursos elétricos são cada vez mais comuns, o que nos levou a formular a hipótese de que os alunos poderiam conhecer alguns aspectos acerca do tema.

Aula 2: Discussão da atividade de ideias prévias

Na segunda aula da sequência, as questões foram realizadas juntamente com os alunos para que fossem discutidas. Foi alertado que não era importante o acerto das respostas, até porque tais conceitos seriam trabalhados ao longo da atividade. Mas esse momento foi importante, pois uma série de perguntas foi apontada pelos alunos. Ressaltamos que, aqui, nesta etapa, seria importante introduzir, de maneira geral, os conceitos de eletricidade, além de oferecer um panorama do que viria a ser trabalhado em seguida.

Aulas 3 a 5: Conceitos físicos – Corrente e Tensão Elétrica, Ligação de resistores, Potência e Energia elétrica

Uma vez que o trabalho foi desenvolvido com o 9º ano do ensino fundamental, a intenção de trabalhar tais conteúdos não foi o aprofundamento, para tornar os alunos capazes de resolver uma variedade de exercícios muito grande ou para que pudessem ter o

domínio total do assunto. Esperava-se que os alunos conseguissem definir cada conceito, além disso, que pudessem relacioná-los ao seu cotidiano. Para isso se tornar possível, as discussões em sala de aula foram baseadas em componentes elétricos que, em geral, os alunos possuíam em sua residência.

Esses conceitos foram abordados com diferentes ferramentas, desde a aula expositiva com auxílio de apresentação em slides e vídeos que representaram os conceitos em escala atômica, e em simuladores computacionais, como as do projeto PhET⁶, da Universidade do Colorado.

Nas “aulas 3 e 4” foram discutidos os conceitos de Corrente Elétrica e Tensão Elétrica. Na “aula 5” foram trabalhadas as Ligações de Resistores. Ao final das aulas, os alunos responderam a uma lista de exercícios que contemplava os conceitos abordados.

⁶ “Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As simulações PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.” Disponível em:< https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em: 03 dez. 2018.

Aula 6: Verificação de tensão e corrente elétrica nas ligações entre lâmpadas

Nessa aula foi desenvolvida uma atividade de experimentação sobre ligações entre lâmpadas, em que os alunos precisaram medir a corrente e a tensão elétrica em circuitos em série e paralelo, em diferentes pontos, para verificar o comportamento da corrente elétrica e a tensão elétrica nesses tipos de ligação.

Para a realização da tarefa, os alunos deveriam seguir um manual para desenvolver toda a atividade, de forma guiada. Os alunos também deveriam trabalhar em grupo de 4 ou 5 alunos. Nós desenvolvemos esse material para instruir como as medidas deveriam ser feitas. Como a atividade é de verificação, ela sugere o modelo, passo a passo, do que deve ser feito. Afinal, o objetivo da atividade é que os alunos constatem, na prática, as questões teóricas. Além disso, é importante que eles compreendam as diferenças e limitações nesse aspecto do conteúdo.

Aula 7: Apresentação da proposta do *“Desafio de Criatividade”*

A sequência de aulas comentadas acima foi interrompida para apresentamos o “Desafio de Criatividade”, que seria desenvolvido até o final do processo. Isso foi necessário, pois os alunos realizariam como tarefa a planta elétrica de uma casa para ser entregue depois das duas aulas seguintes. Após passarem pela atividade de verificação, haviam compreendido como realizar as ligações, ou seja, a atividade anterior serviu como tarefa preparatória.

A seguir, relatamos o que foi apresentado aos estudantes como guia da atividade completa, com os passos descritos até o final do processo.

Casa na caixa de sapatos

O trabalho consiste em construir em grupo, um protótipo de uma casa, numa caixa de sapato, com uma instalação elétrica de pequenas lâmpadas *led's* e outros componentes decorativos, simulando elétricos e eletrônicos.

A atividade será em grupo. Todos os grupos serão organizados pelo professor.

Utilizaremos os conceitos e as atividades desenvolvidas nas últimas seis aulas. Na sequência, o trabalho ainda será compreendido por 5 etapas:

1. Planejamento e desenho da Planta, feito em casa, devendo ser entregue e apresentado posteriormente;
2. Construção da instalação elétrica, feita no Maker Space⁷ do colégio (trazer os materiais necessários);

⁷ Espaços dotados de diversas ferramentas e materiais que possibilitam a construção de diversos protótipos ou objetos. Em geral está baseada na fabricação digital, ou seja, trazer ao mundo concreto construções projetadas em computadores, por meio de impressoras 3D e cortadoras a laser. Muitos desses

3. Construção do projeto complementar: realização em casa ou no Maker Space, no período da tarde, mediante agendamento;
4. Apresentação dos trabalhos;
5. Avaliações - prova e relatório.

Planta:

No dia X de Y, os grupos devem apresentar para toda a sala o esboço de uma planta, em forma de desenho, que represente a ligação das lâmpadas de uma casa que contenha:

- No mínimo dois cômodos, com interruptores independentes;
- É preciso haver na planta, pelo menos, uma ligação em série, e, no mínimo, uma em paralelo;
- Todas devem estar ligadas a uma fonte de energia.

Os projetos serão debatidos, e, se necessário, serão apontadas algumas correções a serem realizadas para a construção da casa na caixa de sapatos.

espaços possuem dias livres que qualquer pessoa pode utilizá-los, pagando apenas o uso do material. A possibilidade da personalização de objetos de usos múltiplos e o acesso a essas construções vindas de qualquer parte, torna esses espaços, para alguns pesquisadores, como a próxima revolução industrial (ANDERSON, 2013).

Construção do projeto Básico

Serão destinadas duas aulas na semana, entre os dias X e Y de Z, para a primeira construção. Os alunos devem montar o projeto apresentado na planta.

Os grupos devem providenciar:

- Uma caixa de Sapatos ou outra similar;
- 2 ou mais pilhas AA. Elas não são obrigatórias para o dia da construção, mas são recomendadas para testes.

O colégio fornecerá:

- 4 *led's* de alto brilho, transparente 5mm;
- 3 interruptores (pelo menos 2 de três pontos);
- fios condutores;

Será utilizada a sala do *Maker Space*, onde poderemos usar as ferramentas e recursos (incluindo o ferro de solda e estanho), com o auxílio do professor ou dos gurus do *Maker*.

Construção do projeto Complementar

Cada grupo receberá a missão de decorar e complementar sua casa com móveis, eletrodomésticos, eletrônicos, e o que mais quiserem incorporar ao protótipo, a partir de um dos temas propostos pelo professor para o grupo. É necessário que o protótipo esteja relacionado ao tema proposto.

Tema “Casa Econômica” - Toda decoração, cores e equipamentos devem ser pensados para economizar energia elétrica.

Tema “Casa consumidora excessivamente” - Toda decoração, cores e equipamentos devem ser pensados como um mau exemplo de economia de energia elétrica, ou seja, a casa deve potencializar os gastos com energia elétrica.

Tema “Casa geradora” - Toda decoração, cores e equipamentos devem ser pensados como uma casa que é autossustentável na geração da energia elétrica.

Essa etapa o aluno deverá realizar em casa ou poderá utilizar o *Maker Space*, mediante agendamento. A apresentação do projeto final deverá ocorrer no dia X de Y.

Relatório posterior:

Ao final do processo, empregaremos um relatório individual, com perguntas preestabelecidas sobre a construção do protótipo e os conceitos envolvidos no desenvolvimento da casa. Ele deverá ser preenchido individualmente pelos alunos. Esta parte do processo se deve ao fato de buscarmos compreender como cada um se envolveu com o processo, além de verificar o aprendizado de cada aluno.

Avaliações e Critérios:

O trabalho será avaliado e comporá a nota do bimestre. Ademais, os conceitos de eletricidade trabalhados anteriormente e ao longo da atividade também integrarão a matéria da prova.

Em relação ao trabalho desenvolvido, serão avaliadas as etapas da entrega e apresentação da planta, a construção do circuito elétrico, da construção complementar, da apresentação e do relatório, conforme forem entregues e apresentados os produtos. Veja os critérios apresentados nas tabelas abaixo. Eles estão distribuídos em 4 níveis de avaliação, em que 4 indica o ideal e 1 o mais distante disso.

Planta	
4	Desenhamos uma planta fácil de entender, de maneira correta, que qualquer pessoa da minha idade consiga entender, e onde estão sendo ligados cada componente.
3	Desenhamos uma planta de maneira correta, mas é preciso que a pessoa entenda de eletricidade para identificar os componentes.
2	Desenhamos uma planta de difícil entendimento, apesar de correta, ou que está quase completamente correta, apresentando erros pontuais.
1	Desenhamos uma planta que não apresenta clareza, ou possui muitos erros, ou não descreve o projeto exigido nas instruções.

Tabela 2 – Critérios de Avaliação da planta.

Construção da instalação elétrica
--

4	Construímos a planta exatamente conforme a desenhamos, utilizando menos fios possíveis de maneira organizada e clara, sem desperdiçar recursos.
3	Construímos a planta exatamente conforme a desenhamos, porém existe excesso de material utilizado ou falta de simplicidade.
2	Construímos o projeto básico fugindo do planejado na planta, e esse foi um dos motivos para funcionar parcialmente, ou a falta de cuidados fez com que não funcionasse perfeitamente, ou foram utilizados mais materiais que o necessário.
1	Construímos o projeto básico de maneira que não tomamos os cuidados necessários para os componentes funcionarem.

Tabela 3 – Critérios de Avaliação da Construção da instalação elétrica.

Construção complementar	
4	A nossa casa representou o tema selecionado de maneira criativa, com muito capricho e dedicação. Notoriamente houve uma pesquisa para selecionar todo o <i>design</i> e equipamentos que contribuíram para deixá-la relacionada ao tema.
3	A nossa casa foi construída com alguns elementos que representam o tema, porém são poucos, ou não houve nada além disso.
2	A nossa casa foi construída com alguns elementos que representam o tema e outros que são contrários ao nosso tema, ou o acabamento está mal feito ou descuidado.
1	A nossa casa não representava o tema exigido, ou foi feita com falta de cuidado ou esforço.

Tabela 4 – Critérios de Avaliação da Construção complementar.

Apresentação	
4	Meu grupo todo apresentou, dividindo igualmente as falas. Todos se apresentaram de maneira clara como se ninguém da sala soubesse do que se tratava o projeto, além de termos tomado os cuidados com postura, volume e velocidade da voz.
3	Nem todos do grupo apresentaram grande parte do trabalho, apesar de que não houve erros em conceitos importantes. Além disso, todos mostraram empenho nas atividades de alguma maneira.
2	Nem todos do grupo apresentaram, ou houve falha em conceitos principais, ou foram destacados aspectos confusos que não ajudaram a entender o trabalho, ou um membro do grupo aparentou não ter participado.
1	Poucos do grupo falaram, houve erros em conceitos importantes, não houve cuidado com postura ou entonação e velocidade da fala; alguns membros do grupo aparentaram não ter participado.

Tabela 5 – Critérios de Avaliação da Apresentação.

Relatório	
4	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente, explicado de maneira clara, permitindo que até alguém que não estivesse no dia da apresentação, pudesse compreender o que foi realizado; até mesmo um leigo no assunto poderia entender.
3	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente.

2	O meu relatório está incompleto, apresenta poucos erros ou preenchido superficialmente em algumas questões.
1	O meu relatório está incompleto, errado ou preenchido superficialmente.

Tabela 6 – Critérios de Avaliação do Relatório.

Aula 8: Conceito Físico – Potência elétrica e Energia Elétrica

A discussão sobre conceitos físicos foi retomada nessa aula, com os conceitos de Potência Elétrica e a sua relação com a energia elétrica. A discussão nesse ponto objetivava conhecer os maiores consumidores de energia dentro da casa dos alunos, para que dessa maneira desenvolvessem hábitos mais conscientes de consumo.

Para tanto, a Potência elétrica foi definida como o a quantidade de energia elétrica transformada (ou seja, “consumida”) durante um intervalo de tempo. Isto quer dizer que aparelhos de maiores potências apresentam um consumo maior de energia elétrica.

Aulas 9 e 10: Investigação de consumo de energia elétrica

Ao final do bloco de aulas teóricas, propusemos aos alunos uma investigação, cujo objetivo seria refletir sobre quais hábitos de consumo de energia geram maior impacto financeiro e ambiental. Para isso, era necessário descobrir quais equipamentos cotidianos contribuem para o maior consumo de energia na casa dos alunos. Entretanto, os discentes não deveriam apenas usar a internet e pesquisar, mas coletar dados *in loco* para concluírem, uma vez que o objetivo é que passassem por uma investigação.

Então, solicitou-se aos alunos que procurassem em suas casas os equipamentos domésticos com uso de, pelo menos, uma vez por semana, e que coletassem os seguintes dados:

- tempo de uso do equipamento – medido em horas, mesmo que por estimativa em alguns casos;
- sua potência – que poderia estar escrita no aparelho, caixas, ou pesquisando o modelo na internet para levantamento desse dado.

Dessa forma, foi levantada a discussão que aparelhos de grande potência, conforme havia sido debatido em aula, são os equipamentos que produzem um maior consumo, porém, os de baixa potência, se ligados durante muito tempo podem superá-los, uma vez

que o consumo de energia elétrica é calculado através do produto da Potência, medida em KW, pelo tempo em que o equipamento fica ligado, medido em horas.

Após essa tarefa, os alunos foram convidados a refletir quais os equipamentos estavam sendo utilizados de maneira abusiva e quais poderiam diminuir o consumo. Foi realizado um debate de quais práticas podem ser adotadas para diminuir o consumo de energia elétrica. Obtivemos indagações sobre desperdício – como deixar as luzes acesas quando não se está em um determinado cômodo ou quando se está claro – sobre estratégias em como acumular as roupas para lavar e passar, evitando, assim, utilizar abusivamente a energia da máquina e do ferro de passar roupa. Por exemplo, no caso do ferro de passar, é mais econômico passar mais roupas de uma só vez do que em dois dias separados.

Também propusemos uma atividade em que os alunos levantassem evidências de que tipo e em que lugar as ligações elétricas estão presentes em suas residências. Ou seja, o objetivo era descobrir onde e por que as ligações eram feitas em série ou paralelo. Para orientá-los, discutimos quais aspectos poderiam ser observados. Segundo a atividade de verificação e a aula teórica sobre o tema, os alunos apontaram aspectos como:

- o brilho das lâmpadas, que foi observado ser maior nas ligações em paralelo que nas ligações em série, caso as lâmpadas sejam idênticas (não foi trabalhado o conceito de resistência equivalente, então associaram o brilho ao tipo de ligação);
- o funcionamento de algumas lâmpadas quando eram removidas ou queimavam, pois, se fosse em série, ao queimar, as demais também se apagavam.

Essa investigação foi proposta na nona aula, para que os alunos voltassem para casa e colhessem tais dados. Os resultados das investigações, obtidos pelos alunos, foram apresentados e discutidos na décima aula. Essa aula teve um caráter de debate, relativo aos aspectos anteriormente citados.

Aula 11: Apresentação das plantas

Na Aula 11, os alunos apresentaram, para toda a turma, a planta baixa das casas de sapato com todos os cômodos e ligações do projeto. Após as apresentações, solicitamos que toda a turma

analisasse se os requisitos estavam sendo cumpridos, ou seja, se as duas formas de ligação estavam sendo utilizadas e se estavam ligadas de maneira correta. Aliás, questionamos também se o tema proposto estava sendo seguido. Ressaltamos que foi um momento importante para o processo de ensino-aprendizagem, pois o professor e os alunos de outros grupos puderam apontar possíveis pontos de curto circuito ou falhas no projeto, bem como outros detalhes, como a quantidade de pilhas e em que posição do circuito elas deveriam estar. Foi uma oportunidade muito positiva de avaliar como os alunos estavam compreendendo os conceitos.

Aulas 12 e 13: Construção dos circuitos elétricos nas caixas

Nas aulas 12 e 13, reservamos o *Maker Space* para a construção do circuito elétrico na caixa de sapatos. A caixa e as pilhas eram responsabilidade dos alunos. Já os *leds*, fios de cobre e ferramentas eram recursos que deveriam ser oferecidos pela escola.

O material mínimo disponibilizado para os alunos foi:

- *Leds* de alto brilho 5 mm. A cada grupo foram distribuídos de 3 a 6 *leds*, conforme o projeto;
- Fios de cobre retirados de cabo de rede antigos sem utilização;
- Ferro de solda e estanho, que eram manipulados pelo técnico responsável do *Maker Space*, o chamado “Guru”, e pelo professor, dado o risco de queimadura aos alunos. Buscou-se garantir que todos os alunos acompanhassem e participassem do processo, sendo responsáveis por indicar onde os fios deveriam ser soldados;
- Fita isolante para melhorar o isolamento e evitar curto-circuito, principalmente, nos *leds*;
- Cola quente, para fixação de algumas partes dos fios.

Como comentado, os alunos precisavam trazer as pilhas e a caixa de papelão.

Após duas aulas para a construção do circuito elétrico básico, os alunos continuaram a trabalhar com os projetos no contraturno do horário de aula, para que pudessem decorar e complementar as casas com móveis, eletrodomésticos, eletrônicos, além de realizarem a pintura e o que mais desejassem, a fim de atingirem o objetivo de

adequar a casa à proposta do tema sorteado (casa econômica, casa consumidora em excesso ou casa geradora de energia). A sala do *Maker Space* foi agendada com horários de monitoria livre para que esses alunos pudessem utilizá-la. A apresentação final da casa completa seria realizada uma semana após essa última aula.

Aulas 14 e 15: Apresentação final dos trabalhos

No dia da apresentação, os alunos levaram o projeto pronto e fizeram uma explanação de cerca de 7 minutos sobre a planta, a montagem, o circuito e os elementos que contribuíram para adequarem o protótipo ao tema sorteado, além de explicarem o porquê de tais elementos contribuíram na adequação. A forma de apresentação dos projetos foi livre. Entretanto, os *slides* foram mais utilizados pela maioria da turma.

Aula 16: Avaliação – Prova

Todas as etapas do processo foram avaliadas, com critérios que foram apresentados aos alunos na folha de instruções sobre o desenho da planta, durante a atividade de verificação e na construção do “Desafio de Criatividade”. Em diversos momentos, essa avaliação

ocorreu de maneira mais objetiva com questionários, por exemplo, ou de forma coletiva, no caso dos protocolos de investigação de ligação em série e paralelo, na construção, na planta e na apresentação. Entretanto, também havia a necessidade de avaliações individuais, para que se pudesse verificar, particularmente, o desenvolvimento de cada aluno. Para isso, ao final desse processo, os alunos realizaram uma avaliação formal, isto é, uma prova, contendo os conteúdos abordados nas diferentes etapas do processo, incluindo também o que foi apresentado pelos grupos.

Aula 17: Avaliação posterior – Relatório

Por fim, os alunos realizaram, individualmente, após dois meses, um relatório contendo algumas perguntas que questionavam o desenvolvimento do processo de construção e as impressões discentes sobre o trabalho como um todo. Isso foi necessário para avaliarmos o impacto do desafio na aprendizagem dos alunos e quais impressões foram geradas, após esse intervalo de tempo. Além disso, o relatório continha algumas perguntas teóricas, para verificarmos também a compreensão dos conceitos após esse período. Dividimos as perguntas em dois em blocos, cada uma com objetivos diferentes de avaliação.

O Bloco 1 tinha como função avaliar a quais fatores atitudinais e de conhecimento conceitual os alunos atribuíam o funcionamento ou não da instalação elétrica. Dessa maneira, buscávamos que os discentes compreendessem a importância da elaboração de hipóteses para solucionar os problemas que surgiram ao longo da construção, bem como a importância do planejamento prévio das ações ao longo processo. Ademais, esse bloco também buscou compreender alguns aspectos das impressões dos alunos sobre o trabalho em grupo.

O Bloco 2 apresentou como objetivo avaliar alguns aspectos do conteúdo abordado, para que pudéssemos verificar, após dois meses de trabalho, o que os alunos eram capazes de responder sobre questões trabalhadas ao longo de todo o processo. Para isso, elaboramos uma pergunta aberta, para que descrevessem algum aspecto que julgassem ter compreendido; uma questão sobre o tema complementar da casa; e algumas questões para abordar as associações em série e paralelo, bem como suas características.

O questionário foi elaborado *online*, utilizando a ferramenta “Formulários Google”⁸. Os alunos foram levados, durante a aula, ao laboratório de informática para responder ao questionário.

⁸ Fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Acesso em 17 dez. 2018

Carrinho movido a 3ª Lei de Newton

Resumo:

O desafio consiste em construir um carrinho com materiais de baixo custo, reciclável ou disponível no Maker Space, mas que deve ser movido exclusivamente a Terceira Lei de Newton. O carrinho deve funcionar por algum processo mecânico, seja usando propulsão a ar, elástico, fluidos, entre outros. Os alunos ainda deverão testar, pelo menos, duas maneiras diferentes de propulsão antes de escolher aquela com a qual o carrinho se moverá.

Objetivos:

- Aplicar o conceito da 3ª Lei de Newton, Ação e Reação;
- Realizar uma investigação, comparando, pelo menos, três processos de como levar o carrinho a uma maior distância possível;

- Construir um carrinho movido a terceira lei de Newton.

Conteúdos abordados:

- Leis de Newton

Duração:

12 aulas de 50 minutos.

Aula 1	Levantamento de ideias prévias
Aula 2	Discussão da atividade de ideias prévias
Aulas 3 a 5	Conceito Físico – As 3 Leis de Newton
Aula 6	Apresentação da Proposta
Aula 7	Investigação dos três métodos de construção
Aulas 8 e 9	Construção do carrinho
Aula 10	Corrida dos carrinhos
Aula 11	Apresentação dos Vídeos
Aula 12	Relatório

Tabela 7 – Cronograma “Carrinho movido a terceira lei de Newton”

Descrição das atividades:

Aula 1: Levantamento de ideias prévias

Assim como na atividade apresentada anteriormente, nesta proposta também iniciamos o trabalho a partir da coleta de ideias prévias dos alunos que responderam a um questionário. As perguntas buscavam compreender:

- I. o entendimento dos alunos acerca das consequências de forças, quando elas atuam em um corpo;
- II. o entendimento dos alunos em relação aos conceitos de velocidade e aceleração;
- III. o entendimento dos alunos no que diz respeito à relação de forças trocadas por dois corpos em uma colisão, quando possuem massas diferentes.

Aula 2: Discussão da atividade de ideias prévias

Da mesma forma que na atividade anterior, as questões foram realizadas juntamente com os alunos para que fossem discutidas. Dessa maneira, essa também passou a ser uma aula introdutória aos conceitos que viriam a ser trabalhados na sequência.

Aulas 3 a 5: Conceitos físicos – As três Leis de Newton

As três aulas foram usadas para trabalhar a base dos conceitos das três leis de Newton. Mais uma vez, por se tratar de conteúdos abordados no ensino fundamental, não tínhamos a pretensão de aprofundá-los. Era objetivo que os alunos compreendessem o conceito de inércia, a não necessidade da força para a manutenção de um movimento, a relação da força com a aceleração; compreendessem o conceito de aceleração como alteração da velocidade e o conceito de ação e reação na interação de forças entre dois corpos.

Foram utilizados experimentos demonstrativos, além de vídeos e discussões sobre o tema. Os alunos também responderam a uma lista de exercícios.

Aula 6: Apresentação da Proposta

Após a introdução do tema e da discussão dos conceitos necessários para trabalharmos a proposta, apresentamos o “Desafio de Criatividade”. Na apresentação, explicamos todas as etapas posteriores, os passos seguintes, bem como os critérios de avaliação.

A seguir, relatamos o que foi apresentado aos estudantes como guia da atividade completa.

Carrinho movido a 3ª Lei de Newton

O desafio consiste em construir um carrinho com materiais de baixo custo, reciclável ou disponível no Maker Space. Entretanto, o carrinho deve ser movido exclusivamente a Terceira

Lei de Newton. Ele deve funcionar por algum processo mecânico, usando propulsão a ar, elástico, fluidos, entre outros.

Investigação:

Como fase do planejamento, e para que os alunos possam compreender algumas dificuldades que decorram do processo, será realizada uma investigação na qual os alunos devem, a partir de um protótipo base de carrinho, testar pelo menos 2 tipos de propulsão diferentes. Contudo, todas devem obedecer às regras da proposta. Para isso, é necessário que os alunos busquem na internet algumas ideias a partir das quais possam orientar suas pesquisas.

Construção:

Serão destinadas duas aulas na semana, entre os dias X e Y de Z, para a construção do projeto. É importante que o grupo se organize, planeje e teste alguns pontos da construção previamente, para que não haja surpresas que fujam ao controle do grupo.

Todo o material que comporá a construção do carrinho deve ser providenciado pelos participantes do grupo.

Será utilizada a sala do Maker Space, onde poderemos usar as ferramentas e recursos.

Materiais e regulamento da construção:

Só serão permitidos materiais recicláveis, além de isopor e madeira.

A cola poderá ser usada (diversos tipos) apenas para as junções.

Não será permitido uso de energia elétrica no funcionamento do carrinho.

Qualquer outro material não listado ou especificado fica a cargo da decisão do professor, favor consultar.

Vídeo:

Um vídeo sobre o carrinho deve ser realizado, com aproximadamente 3 minutos. Deve constar:

- 1 – Descrição simples da construção do carrinho;
- 2 – Explicação do funcionamento do carrinho;
- 3 – Demonstração do funcionamento;
- 4 – Explicação dos conceitos físicos envolvidos.

O vídeo deve ser entregue e apresentado no dia X de Y.

Relatório:

Ao final das atividades, os alunos, individualmente, no laboratório de informática, devem responder a um relatório contendo perguntas teóricas sobre os temas e conteúdos que foram trabalhados durante a construção do carrinho, bem como o seu processo de construção.

Um relatório individual, com perguntas preestabelecidas sobre a construção e funcionamento dos carrinhos, deverá ser preenchido pelos alunos.

Cr terios de Avalia o:

Constru�o	
4	Construímos um carrinho capaz de andar alguns metros, muito bem alinhado, capaz de andar em linha reta, através de um processo muito criativo de funcionamento.
3	Construímos um carrinho capaz de andar alguns metros, sofrendo alguns desvios ou movimento; andou de alguma maneira irregular. Orienta�o em projetos pré-existentes na internet.
2	Construímos um carrinho capaz de andar pelo menos um pouco. Cópia de sites da internet.
1	Nosso carrinho acabou não saindo do lugar devido � a�o do mecanismo próprio, por má constru�o, falta de dedica�o, preparo ou envolvimento com o trabalho.

Tabela 8 – Cr terios de Avalia o da Constru o.

Vídeo	
4	Produzimos um vídeo que contemplava todos os itens exigidos na descri�o do trabalho. Os conceitos usados para explicar estavam corretos. Utilizamos didática e criatividade no formato e na explica�o. Além de nosso vídeo apresentar clareza na imagem e no som, falamos de maneira clara (pausada e em bom volume).

3	Produzimos um vídeo que contemplava todos os itens exigidos na descrição do trabalho. Os conceitos usados para explicar estavam corretos. Porém, a qualidade técnica do vídeo não foi tão boa ou o vídeo estava monótono.
2	Produzimos um vídeo que contemplava todos os itens exigidos na descrição do trabalho. Porém, os conceitos usados para explicar estavam parcialmente corretos ou superficiais.
1	Produzimos um vídeo incompleto dentro dos itens solicitados na descrição, ou apresentava muitos erros, ou houve uma explicação excessivamente superficial.

Tabela 9 – Critérios de Avaliação do Vídeo.

Relatório	
4	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente; tudo foi explicado de maneira clara, permitindo que até alguém que não estivesse no dia da apresentação, pudesse compreender o que foi realizado; até mesmo um leigo no assunto poderia entender.
3	O meu relatório está completo, não apresenta erros e foi preenchido detalhadamente.
2	O meu relatório está incompleto, apresenta poucos erros ou preenchido superficialmente em algumas questões.
1	O meu relatório está incompleto, errado ou preenchido superficialmente.

Tabela 10 – Critérios de Avaliação do Relatório.

Competição	
4	Primeiro colocado ganha 1,0 ponto na avaliação mensal.
3	Segundo e terceiro colocados ganham 0,5 ponto na avaliação mensal.
2	Quarto, quinto e sexto colocados ganham 0,25 ponto na avaliação mensal
1	Demais não ganham pontos extras

Tabela 11 – Critérios de Avaliação da Competição.

Fontes Sugeridas:

É possível encontrar na internet carrinhos movidos a diferentes materiais. Além disso, pode-se pensar em inovar, juntando ideias de sites como do “Manual do Mundo”, que possui vários experimentos e construções que usam elásticos e propulsão, além de outros vídeos no Youtube e no Google. Sugerimos também o site <http://www.arvindguptatoys.com/toys->

[from-trash.php](#)⁹, que utiliza materiais recicláveis em suas construções.

Aula 7: Investigação dos dois métodos de propulsão

Nessa etapa, foi realizada uma investigação na qual os alunos deviam, a partir de um protótipo base de carrinho, testar 2 tipos de propulsão diferentes, todos obedecendo às regras do trabalho. Esse momento foi equivalente a um momento de planejamento para os alunos, que além de sentirem as dificuldades de montar um protótipo de carrinho pré-estabelecido pelo professor, ainda precisaram adaptá-lo para funcionar com três formas de propulsão diferentes.

Alguns exemplos de maneiras utilizadas pelos alunos foram: força elástica por fricção, força elástica para mover uma hélice, força elástica de uma ratoeira para puxar um fio amarrado ao eixo, água pressurizada por bomba de ar e reação entre vinagre e bicarbonato para pressurizar uma garrafa.

⁹ Acesso em: 01 de jun. 2016

Após testarem as duas maneiras, os alunos deveriam selecionar uma das formas para iniciar o planejamento do próprio projeto, a fim de se organizarem para conseguir todos os materiais.

Aulas 8 e 9: Construção do carrinho

Reservamos o Maker Space para a construção do carrinho. Os materiais eram responsabilidade dos alunos. A montagem da base do carro e do aparelho propulsor também era de total responsabilidade dos alunos, que poderiam desenvolver alguma ideia própria ou se orientarem em algum outro projeto já realizado na internet. Porém, o carrinho deveria ter como objetivo alcançar a maior distância possível, uma vez que existia uma competição além do trabalho.

Os itens aos quais os alunos mais se atentaram para ganharem a competição foram: o tipo de propulsão que fosse forte e que durasse por mais tempo; poder de aderência das rodinhas com o piso. Por fim, alguns discentes aperfeiçoaram seus

projetos, tomando cuidado em diminuir o atrito do eixo e outras partes importantes para o movimento.

Aula 10: Corrida dos carrinhos

Para a demonstração do funcionamento dos carrinhos, agendamos a quadra de cimento, pois ela é reta e apresenta uma boa aderência para a maior parte dos materiais usados na fabricação das rodinhas.

Como o objetivo era construir o carrinho mais alinhado e simétrico possível, só seria considerada a distância em linha. Assim, se o carrinho desviasse para as laterais, isso não seria estimado. Portanto, foi medida a distância do carrinho a partir da linha de fundo de um dos lados da quadra.

Os carrinhos que apresentaram melhor desempenho foram aqueles que pressurizavam uma garrafa com água, pois a pressão empurra a água com força para trás, que por sua vez faz uma força para frente no carrinho, mantendo isso por um tempo mais prolongado que a força elástica.

Aula 11: Apresentação dos Vídeos

Nessa aula, os alunos apresentaram os vídeos, que foram avaliados segundo os critérios apresentados anteriormente. O vídeo tinha por objetivo documentar o processo, além de poder abrir a discussão para o que poderia ter sido melhorado no projeto, buscando as falhas e qualidades em cada caso. Essas questões levantadas foram importantes para completar o relatório posteriormente.

Aula 12: Relatório

Ao final do processo, os alunos realizaram um relatório individual, para avaliar o processo de construção e o trabalho como um todo. O relatório também continha algumas perguntas teóricas sobre as leis de Newton.

O questionário elaborado online, utilizando a ferramenta “Formulários Google”¹⁰. Os alunos preencheram o questionário, durante a aula, no laboratório de informática.

Queda do Ovo

Resumo:

Um ovo no alto de um prédio possui inicialmente energia potencial gravitacional armazenada. Com a queda, o corpo perde gradativamente essa energia, ganhando, na mesma proporção, energia cinética. Ao acertar o solo, toda essa energia é dissipada

¹⁰ Fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/> Acesso em: 17 dez. 2018

imediatamente, fazendo-o quebrar. Porém, com um paraquedas ou algum tipo de freio, parte dessa energia será dissipada vagarosamente.

O desafio consiste em construir um paraquedas com um recipiente para o ovo, de maneira que a energia seja dissipada e o ovo não quebre com a queda. Além disso, a energia mecânica dissipada deve ser calculada através da diferença da energia potencial gravitacional inicial e a energia cinética final.

Para dificultar ainda mais o desafio, pode ser proibido o uso de paraquedas ou outros freios como asas, permitindo que o aluno projete apenas um sistema de amortecimento eficaz. Outra forma de dificultar a atividade é limitando o uso de materiais. Entretanto, essa dificuldade deve estar adequada à série dos alunos, ao tempo de trabalho e aos objetivos desejados com a atividade. Outra variação da atividade é não deixar os materiais livres a cargo dos alunos. Isto é, os materiais não poderão ultrapassar uma determinada massa.

Objetivos:

- Compreender o conceito de transformação de energia mecânica

Conteúdos abordados:

- Energia Mecânica;
- Conservação de Energia Mecânica.

Duração:

4 aulas de 50 minutos.

Por se tratar de uma atividade com menor duração, usada apenas para exemplificar a transformação de energia mecânica, não realizamos atividades para o levantamento de ideias prévias.

Aula 1	Investigação de quando um ovo quebra.
Aula 2	Apresentação da proposta.
Aula 3	Construção do equipamento
Aula 4	Lançamento do ovo

Aula 5	Relatório
--------	-----------

Tabela 12 – Cronograma “lançamento do ovo”

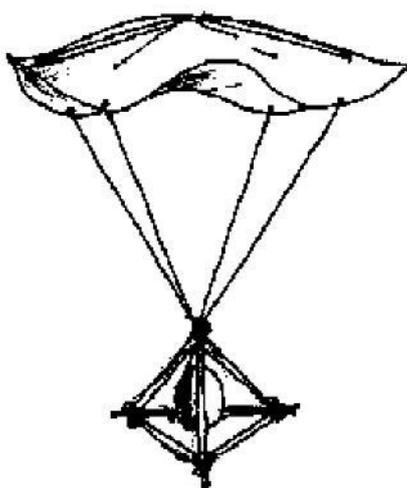
Aula 1: Investigação de quando um ovo quebra.

Nessa aula, realizamos uma investigação analisando qual a altura mínima que se deve deixar um ovo cair para que ele quebre; qual a posição mais frágil e qual a velocidade teórica, obtida pelo princípio da conservação da energia mecânica, com que o ovo chega ao chão. Fizemos mais testes envolvendo tamanhos diferentes de paraquedas para verificar em qual altura os ovos se quebravam. Essa atividade orientou os alunos no planejamento da construção de suas estruturas.

Aula 2: Apresentação da proposta.

Apresentamos o “Desafio de Criatividade”. Na apresentação, explicamos todas as etapas posteriores e os passos

que viriam na sequência, bem como os critérios de avaliação. Em seguida, relatamos o que foi apresentado aos estudantes como guia da atividade completa.



Queda do Ovo

Um ovo no alto de um prédio possui, inicialmente, energia potencial gravitacional armazenada. Com a queda, o corpo perde gradativamente essa energia, ganhando, na mesma proporção, energia cinética. Ao acertar o solo, toda essa energia é dissipada imediatamente, fazendo-o quebrar. Porém, com um paraquedas ou algum tipo de freio, parte dessa energia será dissipada vagarosamente. O desafio consiste em construir um paraquedas com um recipiente para o ovo, de maneira que a energia seja dissipada e o ovo não quebre com a queda. Além disso, a energia mecânica dissipada deve ser calculada, através da diferença da energia potencial gravitacional inicial e a energia cinética final.

Construção:

Os grupos podem usar no **paraquedas** qualquer material plástico, de tecido ou de papel. Os demais materiais devem ser autorizados pelo professor.

Para a **base** só pode ser usado: canudos, palitos de madeira, fita adesiva, barbante, cartolina ou papel e copo plástico.

Será destinada uma aula na semana no dia X de Y, para os grupos discutirem e planejarem a construção. Será utilizado o laboratório de informática. Sugerimos que os alunos realizem pesquisas na internet com o descritor Egg Drop Challenge.

Todo material será de responsabilidade dos alunos. A construção deve ser feita apenas pelos membros do grupo. O projeto deve estar pronto no dia do lançamento, Z de Y.

Calculo da energia:

Para calcular a energia potencial gravitacional E_{pg} deve ser utilizada a equação:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

No dia do lançamento, precisaremos medir a massa **m** do conjunto (base + paraquedas + ovo). A aceleração da gravidade **g** deve ser considerada 10 m/s^2 e a altura **h** do prédio da biblioteca deve ser calculada pelos alunos.

Para calcular a energia cinética E_c deve ser utilizada a equação:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

A massa **m** é a mesma que a calculada na energia potencial. Por sua vez, a velocidade **v** deve ser calculada pelos alunos, que devem elaborar uma maneira de calcular a velocidade aproximada do conjunto nos metros finais da queda. A velocidade deve ser calculada pela divisão do espaço no final do percurso pelo tempo que leva para isso, por sensores ou com a ajuda de gravação de vídeo.

No dia W de Y, os grupos devem entregar uma lauda, explicando como medirão a altura do prédio e da velocidade do conjunto.

Relatório:

Depois do lançamento, no dia U de Z, os grupos devem preencher um relatório no dia T de Z. Tal relatório serve para apresentar o cálculo da energia dissipada, bem como analisar o que deu certo ou errado no lançamento.

Competição:

Os grupos que conseguirem evitar a quebra total do ovo (nem mesmo pode haver rachaduras) estarão competindo por pontos extras na prova. O critério de avaliação é a maior eficiência no uso de materiais do paraquedas, ou seja, ganha quem apresentar a menor área de paraquedas. O critério de desempate, caso haja, será a menor massa do conjunto.

Crítérios de Avaliação:

Construção e Lançamento	
4	Construímos um conjunto base + paraquedas que impediu que ovo se quebrasse na queda, sendo o paraquedas o principal responsável pelo ovo não quebrar.
3	Construímos um conjunto base + paraquedas que impediu que ovo se quebrasse na queda, mas a base contribuiu mais que o paraquedas na proteção.

2	Construímos um conjunto base + paraquedas que impediu que ovo se quebrasse na queda, mas o ovo acabou rachando.
1	Construímos um conjunto base + paraquedas que não impediu que ovo se quebrasse na queda.

Tabela 13 – Critérios de Avaliação da Construção e Lançamento.

Energia Dissipada	
4	Calculamos a velocidade de queda do ovo, assim como a altura do prédio, e obtivemos os valores das energias mecânicas iniciais, finais ou dissipadas, sendo os valores coerentes ou justificados em caso de incoerência.
3	Calculamos a velocidade de queda do ovo, assim como a altura do prédio, e obtivemos os valores das energias mecânicas iniciais, finais ou dissipadas. Mas os valores são incoerentes sem justificativa.
2	Calculamos a velocidade de queda do ovo, assim como a altura do prédio, mas não obtivemos os valores das energias mecânicas iniciais, finais ou dissipadas.
1	Não conseguimos calcular a velocidade de queda do ovo ou medir a altura do prédio de maneira aceitável.

Tabela 14 – Critérios de Avaliação da Energia Dissipada.

Relatório	
4	Preenchemos completamente nosso relatório; ele não apresenta erros e as respostas estão detalhadas, de maneira que até um leigo no assunto poderia entender o que foi

	realizado.
3	Preenchemos completamente nosso relatório; ele não apresenta erros, mas as respostas não estão muito detalhadas, de maneira que é preciso ter visto o lançamento para entender o que está escrito.
2	Preenchemos parcialmente nosso relatório, deixando poucas questões sem responder; ou ele apresenta alguns erros, ou as respostas estão pouco detalhadas.
1	Preenchemos parcialmente nosso relatório, deixando várias questões sem responder, ou ele apresenta vários erros, ou as respostas não estão detalhadas.

Tabela 15 – Critérios de Avaliação do Relatório.

Desafio	
4	Construímos o paraquedas de menor área e mesmo assim nosso ovo não quebrou nem rachou.
3	Construímos o paraquedas de segunda ou terceira menor área e mesmo assim nosso ovo não quebrou nem rachou.
2	Construímos o paraquedas de quarta, quinta ou sexta menor área e mesmo assim nosso ovo não quebrou nem rachou.
1	Construímos o paraquedas de área maior que pelo menos seis grupos.

Tabela 16 – Critérios de Avaliação do Desafio.

Aula 3: Construção da estrutura protetora do ovo

Reservamos o Maker Space para a construção da estrutura de amortecimento da queda. Os materiais eram de responsabilidade dos alunos, bem como a montagem da estrutura.

Em geral, os alunos optaram por construir paraquedas grandes, organizar estruturas em formas de cubos e deixar os ovos amarrados nelas, criando sistemas de amortecimento entre a estrutura e o solo. Eles utilizaram também vários canudos nesse amortecimento.

Aula 4: Lançamento do ovo

No dia agendado, subimos no terraço de um prédio de quatro andares para fazer o lançamento. Cerca de 30% dos projetos tiveram sucesso e os ovos não quebraram. Outros ovos apresentaram rachaduras, e alguns quebraram por completo. É importante ter apoio de outros funcionários para deixar a área isolada, colocar uma lona ou um material fácil de limpar, para que o cheiro do ovo não permaneça no local. É importante também ter

apoio no terraço, pois o professor estará ocupado com os lançamentos e, dificilmente, estará atento a outras situações.

Aula 5: Relatório

Ao final do processo, os alunos realizaram um relatório individual, no qual deveria ser avaliado o processo de construção da estrutura e do trabalho como um todo. Os alunos precisavam explicar qual método foi utilizado para o cálculo da velocidade final e também deveriam apresentar a porcentagem de energia mecânica que foi dissipada ao longo do trabalho. O relatório continha algumas perguntas teóricas sobre a transformação de energia.

O questionário foi elaborado online, utilizando a ferramenta “Formulários Google”¹¹. Os alunos preencheram o questionário, no laboratório de informática, durante a aula.

¹¹ Fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Acesso em 17 dez. 2018

Referências Bibliográficas

ANDERSON, C. *Makers: A Nova Revolução Industrial*. 1Ed. São Paulo: Campus Elsevier. 2013

BARROCO, S. M. S.; TULESKI, S. C. Vigotski: o homem cultural e seus processos criativos. *Psicologia da educação*. n.24, pp. 15-33. 2007.

DRIVER, R. et al. "Construindo conhecimento científico na sala de aula." *Revista Química Nova na Escola*. v. 1, n. 9, p. 31-40. 1999

FREIRE, P.; *Pedagogia da Autonomia*. 1 Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1987.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigação em Ensino de Ciências, Rio Grande do Sul*, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

KOHL, M. Coleção Grandes Educadores – Lev Vygotsky.
PAULUS editora. 2006

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. E. Ensinar ciências por
investigação: O que estamos de acordo? Ensaio. Pesquisa em
Educação em Ciências, v. 9, p. 20, 2007.

VYGOTSKY, L.S. A construção do pensamento e da linguagem.
São Paulo. Editora Martins Fontes. 2001.