



SEBASTIÃO LUIS DE OLIVEIRA

LANÇAMENTO DE PROJÉTIS E APRENDIZAGEM BASEADA EM
PROJETOS COMO ELEMENTOS ESTIMULADORES DA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Thadeu Josino Pereira Penna

Volta Redonda

2019

SEBASTIÃO LUIS DE OLIVEIRA

**LANÇAMENTO DE PROJÉTIS E APRENDIZAGEM BASEADA EM
PROJETOS COMO ELEMENTOS ESTIMULADORES DA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Orientador:

Thadeu Josino Pereira Penna

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thadeu Josino Pereira Penna – ICEX/UFF

Prof. Dr. Isabel Cristina de Castro Monteiro – UNESP

Prof. Dr. Luiz Telmo da Silva Auler – ICEX/UFF

Volta Redonda

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

S89p Oliveira, Sebastião Luís de
Lançamento de projéteis e aprendizagem baseada em
projetos como elementos estimuladores da alfabetização científica em
alunos do ensino médio / Sebastião Luís de Oliveira – **Volta de
Redonda**: UFF, 2019.
viii, 95 f.: il.;30cm.
Orientador: Thadeu Josino Pereira Penna
Dissertação (mestrado) – UFF / Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Física, 2019.
Referências Bibliográficas: f. 82-84.
1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Baseada em Projetos.
3. Ensino Médio. I. Oliveira, Sebastião Luís de. II. Universidade
Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Física. III. Alfabetização Científica.

Dedico esta dissertação a minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois tenho certeza que sempre esteve presente direcionando meu caminho.

À minha esposa, filha e filho pela compreensão e tolerância nas minhas ausências.

Ao meu orientador Professor Dr. Thadeu Josino Pereira Penna, um agradecimento especial, pelo apoio, disponibilidade e incentivo.

Aos meus colegas do MNPEF, pelos momentos que passamos juntos em troca de ideias e discussões de grande relevância.

Aos professores do MNPEF que lecionaram as disciplinas em quais fui aluno, Prof. Dr. Marcos Verissimo, Prof. Dr. José Augusto Oliveira Huguenin, Prof. Dr. Ladário da Silva, Prof. Dr. Luiz Telmo da Silva Auler, Prof. Dra. Ana Paula Bemfeito.

Aos alunos e profissionais da escola onde o trabalho de pesquisa foi realizado.

À Universidade Federal Fluminense e ao Programa de Pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

RESUMO

LANÇAMENTO DE PROJÉTIS E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS COMO ELEMENTOS ESTIMULADORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Sebastião Luís de Oliveira

Orientador:

Thadeu Josino Pereira Penna

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Estudos vêm sendo realizados visando contribuir para a melhoria da aprendizagem da disciplina física em nível de educação básica por meio de metodologias ativas de ensino. Este trabalho propõe a utilização da aprendizagem baseada em projetos como método de ensino com vistas a estimular a alfabetização científica de alunos ingressantes no ensino médio de uma escola pública da rede estadual de ensino. Para tanto foi desenvolvida uma sequência didática que propôs aos alunos divididos em equipes a construção de um lançador de projétil, a execução de testes e explicação científica de seu funcionamento a comunidade escolar. A argumentação científica dos alunos foi analisada segundo o modelo de Toulmin e o grau de alfabetização científica por meio do modelo de Sasseron e Carvalho. Os resultados qualitativos apontam um grande envolvimento dos alunos nas atividades do projeto e aumento da motivação para aprender. Concluímos que o uso de uma metodologia ativa no ensino de Física contribui para a alfabetização científica dos alunos promovendo uma maior integração dos alunos as atividades escolares.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem Baseada em Projetos, Ensino Médio.

Volta Redonda

Fevereiro de 2019

ABSTRACT

PROJETIL THROW AND PROJECT-BASED LEARNING LIKE STIMULATION ELEMENTS OF SCIENTIFIC LITERACY IN HIGH SCHOOL STUDENTS

Sebastião Luis de Oliveira

Supervisor(s):

Thadeu Josino Pereira Penna

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

Studies have been carried out aiming to contribute to the improvement of learning of physical discipline at the level of basic education through active teaching methodologies. This work proposes the use of project - based learning as a teaching method in order to stimulate the scientific literacy of students entering the high school of a public school. For that, a didactic sequence was developed that proposed to students divided into teams the construction of a projectile launcher, the execution of tests and a scientific explanation of its operation to the school community. The students' scientific arguments were analyzed according to the Toulmin model and the degree of scientific literacy using the Sasseron and Carvalho model. The qualitative results indicate a great involvement of the students in the project activities and increase the motivation to learn. We conclude that the use of an active methodology in the teaching of Physics contributes to the scientific literacy of students, promoting a greater integration of students in school activities.

Keywords: Physics education, Project-Based Learning, High School

Volta Redonda

February of 2019

Lista de Figuras

Figura 1 – Exemplo de Tabela.....	23
Figura 2 – Modelo de Toulmin.....	25
Figura 3 – Modelo de Toulmin.....	26
Figura 4 – Modelo de Toulmin.....	26
Figura 5 – Exemplo do modelo de Toulmin.....	26
Figura 6 – Esquema proposto por Grala (2007).	28
Figura 7 – Visão geral do laboratório de ciências.	30
Figura 8 – Equipamentos em bom estado.....	31
Figura 9 – Equipamentos em estado precário.....	31
Figura 10 – Equipamentos defeituosos.....	32
Figura 11 – Lançador de projétil - Turma A, equipe 1.....	34
Figura 12 – Lançador de projétil Turma A Equipe 2.	38
Figura 13 – Lançador de projétil - turma A - equipe 2.....	39
Figura 14 – Análise da angulação.	41
Figura 15 – Construção de artefato 42	42
Figura 16 – Lançador de projétil - turma A - equipe 3.....	43
Figura 17 – Construção do Lançador de projétil – Turma A – Equipe 4.	47
Figura 18 - Lançador de projétil – Turma A – Equipe 4.....	48
Figura 19 – Lançador de projétil – turma A – equipe 5.	50
Figura 20 - Lançador de projétil – turma A – equipe 5.....	51
Figura 21 - Lançador de projétil – turma A – equipe 6.....	54
Figura 22 - Lançador de projétil – turma B – equipe 1.	56
Figura 23 – Lançador de projétil – turma B – equipe 2.....	59
Figura 24 – Montagem do artefato turma B equipe 3.	62
Figura 25 – Teste de funcionamento.	62
Figura 26 – Anotação de medidas e cálculos.	63
Figura 27 – Lançador de projétil Turma B equipe 3.	63
Figura 28 – Planejamento turma B equipe 4.	66
Figura 29 – Lançador de projétil turma B equipe 4.....	66
Figura 30 – Foguete de garrafa PET turma B equipe 5.....	69
Figura 31 – Lançador de projétil – turma B – equipe 6.....	72

Figura 32- Opinião dos alunos sobre a metodologia de ensino.....	79
Figura 33 – Diagrama da sequência didática.....	87
Figura 34 – Deslocamento de duas bolas.	89
Figura 35 – Componentes das velocidades.	90
Figura 36 – Pesquisa no site YouTube.com.	91
Figura 37 – Ficha de avaliação do projeto.....	94

Sumário

Capítulo 1	Introdução	13
Capítulo 2	Apresentação dos Capítulos.....	15
2.1	Alfabetização científica	15
2.2	Aprendizagem ativa.....	17
2.3	Aprendizagem baseada em projetos	20
2.4	Argumentação.....	24
2.4.1	Uso do argumento segundo Toulmin	25
Capítulo 3	Objetivos e Metodologia.....	27
3.1	Objetivos.....	27
3.1.1	Objetivo geral	27
3.1.2	Objetivo específico	27
3.2	Metodologia.....	27
3.2.1	Projeto de aprendizagem	28
3.2.2	Instrumentos de coleta de dados	29
Capítulo 4	Resultados.....	30
4.1	Infraestrutura do laboratório de ciências	30
4.2	Desenvolvimento dos projetos.....	32
4.3	Artefatos confeccionados pelas equipes	33
4.3.1	Turma A – Equipe 1	34
4.3.2	Turma A – Equipe 2	37
4.3.3	Turma A – Equipe 3	41
4.3.4	Turma A – Equipe 4	46
4.3.5	Turma A – Equipe 5	50
4.3.1	Turma A – Equipe 6	53
4.3.1	Turma B – Equipe 1	56
4.3.1	Turma B – Equipe 2	58
4.3.1	Turma B – Equipe 3	61
4.3.1	Turma B – Equipe 4	65
4.3.1	Turma B – Equipe 5	68
4.3.1	Turma B – Equipe 6	71
4.4	Avaliação dos alunos sobre o método de ensino	74

4.4.1 Respostas dos alunos da Turma A.....	74
4.4.2 Respostas dos alunos da Turma B.....	76
4.4.3 Análise das respostas.....	78
Capítulo 5 Conclusão.....	80
5.1 Considerações finais.....	80
Referências Bibliográficas.....	82
Apêndice A Sequência didática.....	86
A.1 Introdução.....	86
A.2 Projeto.....	87
A.2.1 Lançamento de Projéteis.....	87
A.2.1.1 Lançamento Horizontal.....	88
A.2.1.2 Lançamento Vertical.....	89
A.2.1.3 Lançamento Obliquo.....	89
A.2.2 Primeira Aula.....	90
A.2.3 Segunda Aula.....	91
A.2.4 Terceira Aula.....	91
A.2.5 Quarta Aula.....	92
A.2.6 Quinta Aula.....	93
A.2.7 Sexta Aula.....	94
A.2.8 Avaliação do Projeto.....	94

Capítulo 1

Introdução

Ao iniciar o Ensino Médio o aluno se defronta com três novas disciplinas, Biologia, Química e Física que, a princípio, não lhe são totalmente desconhecidas, pois no Ensino Fundamental esses conhecimentos são tratados por uma disciplina comum denominada Ensino de Ciências. Os conteúdos programáticos de Ciências do Ensino Fundamental destinam maior ênfase em Biologia nos anos iniciais e quase ao término desta etapa, são abordados os conteúdos de Química e Física. Especificamente no caso da Física, os conceitos abordados no Ensino Fundamental são superficiais. O Ensino Médio é o período quando esses conceitos devem ser aprofundados e o aluno deve se tornar letrado em Ciências. O Programme for International Student Assessment (PISA) define “letramento científico” como a capacidade de se envolver com as questões relacionadas às ciências e com a ideia da ciência, como cidadão reflexivo. Desse modo, segundo o relatório do PISA, o ensino de Física envolve desenvolver três competências fundamentais: explicar fenômenos cientificamente, avaliar e planejar investigações científicas e por último, interpretar dados e evidências cientificamente (OECD, 2015).

Dentro do contexto de uma escola pública estadual, o desenvolvimento das três competências citadas no parágrafo anterior é prejudicado por pelo menos três fatores: laboratórios com infraestrutura inadequada ao Ensino de Física, método de ensino mecanizado centrado exclusivamente em cálculos matemáticos e ausência de atividades com teor científico relacionado ao cotidiano do aluno.

Arruda e Laburú (2009) relatam que em todos os cursos de capacitação para professores da rede estadual do Paraná em que estiveram presentes, uma das principais deficiências apontada pelos professores para o ensino de disciplinas científicas, é a ausência de atividades experimentais, o que denota pela percepção dos professores, a importância da experimentação na ciência.

Máximo e Alvarenga (2011) relatam que a realidade de nossas escolas mostra que é muito difícil modificar essa situação pois não existem laboratórios adequados, além da grande dificuldade para a manutenção dos equipamentos.

Em observação assistemática que foi realizada realizada nas escolas públicas estaduais de Barra Mansa – RJ constatou-se que a maioria das escolas não possuía

laboratórios de ciências ou os equipamentos estavam quebrados, obsoletos ou sem utilização.

Dessa maneira, como relatam Silva e Leal (2017), é quase nula a atividade experimental em laboratórios didáticos tendo como consequência uma formação científica e tecnológica bastante deficiente aos alunos da rede pública de ensino.

Na falta de atividades experimentais, o professor de Ciências da Natureza concentra suas aulas em explanações teóricas ou formulações matemáticas adotando um método de ensino de física centrado na memorização, reprodução de procedimentos e excessivo uso de cálculos matemáticos sem sentido prático ao aluno. Rodrigues e Mackedanz (2018) citam que, segundo relato dos professores, um dos maiores obstáculos para aprender Física no Ensino Médio é sua abordagem matemática de modo que seu excessivo uso coloca em segundo plano a compreensão dos fenômenos físicos tão importantes ao aprendizado da Física.

Da mesma forma, a falta de conexão entre o lecionado e o cotidiano do aluno impacta negativamente a aprendizagem. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) o Ensino de Física deve considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade (BRASIL, 1997). Corroborando a diretriz citada, Vale (2009) argumenta que o mundo e a sociedade são um grande laboratório que permite a contextualização pelo professor dos conceitos e princípios científicos.

Neste sentido, o fenômeno físico selecionado como objeto de investigação foi o lançamento de projéteis que pode ser observado em situações simples do cotidiano do aluno, como a trajetória do chute na bola de futebol ou a queda de um objeto.

Nossa proposta de pesquisa se alinha pela investigação de uma metodologia que envolva o ensino do conteúdo curricular em união ao desenvolvimento das habilidades e competências do século XXI.

Esse trabalho é organizado como se segue: no primeiro capítulo apresentamos nosso problema de pesquisa que é como propiciar ao aluno de Física do Ensino Médio de uma escola pública a aquisição de conhecimentos elementares de modo que ele possa exercer sua cidadania por meio de seu letramento em Física. No capítulo dois demarcamos os referenciais teóricos que embasam a pesquisa detalhando aspectos conceituais de Alfabetização Científica (AC), aprendizagem ativa e aprendizagem baseada em projetos. No capítulo três listamos nossos objetivos geral e específico. No

capítulo quatro descrevemos a metodologia adotada tanto para o desenvolvimento do projeto de aprendizagem quanto para os instrumentos de coleta de dados. No capítulo cinco apresentamos os resultados obtidos pelas anotações deste professor/pesquisador durante a etapa de confecção dos artefatos, apresentação dos projetos e respostas do questionário aplicado aos alunos. Finalizamos nosso trabalho apresentando nossas considerações finais.

Capítulo 2

Apresentação dos Capítulos

2.1 Alfabetização científica

Segundo Krasilchik e Marandino (2007) ao longo dos últimos anos, a preocupação com o nível de conhecimento sobre ciência e tecnologia da população se intensificou no mundo todo e, em especial, no Brasil. Uma causa desta preocupação é o baixo interesse dos jovens estudantes por carreiras científicas ou áreas afins. Os mesmos autores destacam que historicamente o ensino de ciências nas escolas tem variado entre uma posição mais acadêmica com valorização dos conteúdos e conceitos e uma outra posição, que valoriza a formação do cidadão. Independente da direção que o ensino de ciências adote é importante tornar o aluno alfabetizado cientificamente, ou seja, ele compreenda os termos ou conceitos científicos utilizados nas tecnologias que se façam presente em nosso mundo contemporâneo.

“Assim sendo, emerge a necessidade de um ensino de Ciências capaz de fornecer aos alunos não somente noções e conceitos científicos, mas também é importante e preciso que os alunos possam fazer ciência, sendo defrontados com problemas autênticos nos quais a investigação seja condição para resolvê-los.” (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Laugksch (2000) mostra em seu trabalho que o termo *scientific literacy* foi cunhado na década de 50 e surgiu na comunidade científica americana devido a corrida espacial entre as duas grandes potências da época, União Soviética e Estados Unidos. Logo, segundo o mesmo autor, o interesse sobre a alfabetização científica da população de um modo geral abrange quatro grandes grupos: primeiro grupo consiste na comunidade de ensino de ciências, o segundo inclui cientistas sociais e pesquisadores de

opinião pública, terceiro grupo inclui sociólogos da ciência e o quarto e último grupo inclui a comunidade de ensino não formal.

Krasilchik (1992) argumenta que o termo alfabetização científica surge a partir da crise educacional e a incapacidade da escola em dar conhecimentos científicos elementares a um indivíduo alfabetizado.

A palavra “alfabetização”, segundo definição popular, é a habilidade desenvolvida por um indivíduo de conhecer o alfabeto e utilizá-lo para escrita e leitura de textos. Assim, um indivíduo alfabetizado é aquele que sabe ler e escrever, não importando sua maior ou menor competência. Neste sentido um indivíduo letrado é aquele que têm amplo domínio da língua e possui extrema habilidade na leitura e escrita. No Ensino de Ciências os termos alfabetizado e letrado ainda não são bem definidos, pois primeiramente não há uma definição clara do que seja um indivíduo alfabetizado cientificamente.

Sasseron e Carvalho (2011) comentam que a tradução da expressão inglesa “scientific literacy” é definida como letramento científico, porém nas línguas francesa e espanhola a expressão inglesa é traduzida como alfabetização científica. As mesmas autoras relatam que devido a pluralidade semântica, existe hoje na literatura nacional sobre ensino de ciências autores, que utilizam a expressão letramento científico e autores que adotam o termo alfabetização científica.

Cunha (2017) apresenta o resumo de uma busca realizada no Google Acadêmico em outubro de 2014, onde a expressão “alfabetização científica” apresentou 4180 resultados e a busca pela expressão “letramento científico” resultou em apenas 714 itens. Desse modo, utilizaremos neste trabalho a expressão “alfabetização científica”. Indivíduo letrado é aquele que possui algum domínio do conhecimento. E como observamos os alunos oriundos do Ensino Fundamental da rede pública de ensino ainda não possuem proficiência em Ciências.

Após apresentamos as diferenças de conceitos semânticos entre letramento científico e alfabetização científica precisamos agora determinar modos de identificar, em um indivíduo, seu grau maior ou menor de alfabetização científica. Sasseron e Carvalho (2008) apresentam indicadores desse tipo de alfabetização, ou seja, competências que podem ser observadas pela argumentação utilizada pelo aluno para explicação de algum fenômeno científico. Desse modo, as mesmas autoras separaram esses indicadores em três grupos apresentados, de modo resumido, conforme mostra a Tabela 1:

Indicador	Descrição
Grupo 1 – Competência investigativa	
Seriação de informações	Coleta e separação de dados
Organização de informações	Organização dos dados coletados
Classificação de informações	Ordenação hierárquica dos dados
Grupo 2 – Estruturação do pensamento	
Raciocínio lógico	Compreensão e desenvolvimento de ideias
Raciocínio proporcional	Compreensão da relação entre variáveis
Grupo 3 – Entendimento da situação analisada	
Levantamento de hipóteses	Suposições geradas
Teste de hipóteses	Colocação da veracidade das suposições
Justificativa	Afirmção com aval ou garantia
Previsão	Previsão futura de uma ação
Explicação	Comunicação a relação entre informações e suposições

Tabela 1- Indicadores de alfabetização científica.

Em outro trabalho, Sasseron (2015) estende os indicadores apresentados na Tabela 1 e apresenta quatro indicadores de habilidades vinculadas à construção do entendimento de ciências e o processo ativo do aluno em uma aula de ciências: em primeiro lugar, organização, seriação e classificação de informações e dados. Segundo, levantamento e teste de hipóteses construídas pelos próprios alunos, em terceiro lugar, explicação dos fenômenos envolvidos com justificativas sólidas e robustas, e na quarta e última posição, o uso do raciocínio lógico durante a investigação e comunicação de ideias.

2.2 Aprendizagem ativa

É sabido que o método de ensino expositivo utilizado em nossas escolas no qual o professor transmite as informações aos alunos não tem alcançado a eficiência desejada. Um fato indicador de tal situação são os resultados pífios dos estudantes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e PISA. Neste sentido torna-se prioritário

agregar ao ensino tradicional expositivo ferramentas educacionais que proporcionem uma melhor aprendizagem dos conteúdos lecionados. Moreira (2017) ressalta que o ensino da Física na educação básica está em crise decorrente de vários motivos, dentre os quais destacamos: aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados, centrado no docente e não no aluno, orientado por um modelo narrativo, e não incentiva a aprendizagem significativa e, por último, a não incorporação do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

O termo metodologia ativa de ensino significa essencialmente uma maior participação do aluno no processo de ensino e aprendizagem de modo que ele se torna um agente cognitivamente ativo no ambiente escolar adotando uma postura curiosa e motivada em busca da ampliação de seu conhecimento. Piaget (2013) argumenta que uma escola ativa, ou um ensino ativo, não é somente manipular objetos e construir artefatos, além disso, é propiciar elementos de aprendizagem que possibilitem abstrair conceitos das ações realizadas.

“Em primeiro lugar, acabou-se por compreender que uma escola ativa não é necessariamente uma escola de trabalhos manuais e que, se, em certo níveis, a atividade da criança implica uma manipulação de objetos e mesmo um certo número de tateio materiais, por exemplo, na medida em que as noções lógico-matemáticas elementares são tiradas, não desses objetos, mas das ações do sujeito e de suas coordenações, noutros níveis a atividade mais autêntica de pesquisa pode manifestar-se no plano da reflexão, da abstração mais avançada e de manipulações verbais, posto que sejam espontâneas e não impostas com o risco de permanecerem parcialmente incompreendidas” PIAGET (2013).

O processo de aprendizagem é dinâmico, o indivíduo se mantém em constante aprendizado por meio de suas interações com o meio ambiente e suas relações sociais com seus semelhantes. O ensino de conteúdo escolares por meio de um método ativo consiste em estimular nos alunos a curiosidade, a observação e a investigação de assuntos que fazem parte de seu cotidiano motivando-os a compreender a relação entre conteúdos escolares e suas aplicações em sua vida cotidiana.

“O estudo ativo consiste, pois, de atividades dos alunos nas tarefas de observação e compreensão de fatos da vida diária ligados à matéria, no comportamento de atenção a explicação do professor, na conversação entre professor e alunos da classe, nos exercícios, no trabalho de discussão em grupo, no estudo dirigido individual, nas tarefas de casa. Tais atividades possibilitam a assimilação de conhecimentos e

habilidades e, por meio destes, o desenvolvimento das capacidades cognitivas como a percepção das coisas, o pensamento, a expressão do pensamento por palavras, o reconhecimento das propriedades e relações entre fatos e fenômenos da realidade” (LIBÂNEO, 1994).

Segundo Melo e Urbanetz (2008), foi o filósofo e pedagogo americano John Dewey quem formulou o projeto de escola ativa, ou seja, uma escola em que as experiências advindas da ação do aluno são o pressuposto do seu aprendizado. Neste sentido, a aprendizagem está no processo de experimentação prática dos conteúdos escolares.

“Uma escola ativa para Dewey, é uma escola equipada com todos os meios possíveis para a realização do ensino, com atividades e materiais disponíveis para os alunos, os quais, com o auxílio do professor, poderiam realizar as experiências educativas necessárias para o acúmulo de experiências”. (MELO; URBANETZ, 2008 p. 48)

Cabe ressaltar o que diz Libâneo (1994) a respeito do estilo convencional de aulas que, de um modo geral, é igual em todas as matérias, o que causa cansaço e frustra o aluno levando ao desinteresse. O mesmo autor argumenta que há várias maneiras de superar essa dificuldade, adotando procedimentos que estão presentes nos métodos ativos de ensino.

As pesquisas sobre o uso de uma metodologia de ensino ativa para o Ensino de Física vêm crescendo nos últimos tempos. Destacamos os trabalhos de Sasaki e Jesus (2016) que apresentaram uma proposta didática para o ensino de espelhos esféricos utilizando a metodologia Previsão, Observação, Explicação (POE) com resultados positivos. Araújo et al. (2016) utilizaram o método Peer Instruction como metodologia ativa para o ensino de circuitos elétricos, também apresentando resultados positivos de forma que a sequência didática utilizada foi considerada como boa mediadora da relação ensino e aprendizagem para a discussão de circuitos elétricos. Santos e Sasaki (2015) utilizaram em trabalho de mecânica com turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA) a metodologia POE. Os mesmos autores relatam que apesar da dificuldade de se trabalhar com alunos em uma faixa etária mais elevada ocorreu uma evolução da compreensão de alguns conceitos básicos de mecânica. Estudo realizado por Marusic e Slisko (2012) com 176 alunos concluintes de Ensino Médio na Croácia sugere que o uso de uma metodologia ativa de ensino denominada Experimentação e Discussão (ED) é um bom modelo para melhorar significativamente as atitudes de estudantes em relação à

Física. Em editorial na Revista Brasileira de Ensino de Física, Henriques, Prado e Vieira (2014) relatam que os métodos de aprendizagem ativa tiveram eficácia comparada à das aulas expositivas com resultados que apontam uma diminuição nos índices de repetência e melhora considerável da compreensão conceitual dos estudantes.

Em todos os estudos apresentados no parágrafo anterior ocorreu uma maior participação dos alunos por meio do debate, explicação de fenômenos e comunicação de ideias. Nesta condição, o aluno deixa de ser apenas um receptor de conteúdo para ser um participante efetivo em sala de aula.

Dentre os diversos métodos ativos existentes na literatura nacional e internacional que podem ser adotados pelo professor em sala de aula, decidimos adotar neste trabalho, um método que possibilitasse o desenvolvimento das habilidades e competências do século XXI: o método de Aprendizagem Baseada em Projetos.

O que são habilidades e competências? Ser competente em algo é demonstrar proficiência em algum assunto ou situação. Um indivíduo competente sabe utilizar os conhecimentos adquiridos na escola e aplicá-los em situações reais. Logo, em uma sociedade globalizada, uma escola, nos dias atuais, deve promover aos seus alunos o desenvolvimento do pensamento crítico, a resolução de problemas, a criatividade, a cooperação e a comunicação de ideias.

“Ensinar competências implica em utilizar formas de ensino consistentes para responder a situações, conflitos e problemas relacionados à vida real, e um complexo processo de construção pessoal que utilize exercícios de progressiva dificuldade e ajuda eventual, respeitando as características de cada aluno” (ZABALA; ARNAU, 2010).

O método de ensino ativo escolhido fundamenta-se em um modelo desenvolvido pelo Buck Institute for Education (BIE), adaptado pelo autor desta dissertação às condições das escolas brasileiras, acrescido de uma visão de educação integral conforme definida por Zabala (1998), Hernández e Ventura (1998) e Zabala e Arnau (2010) e iremos apresentá-lo na seção seguinte.

2.3 Aprendizagem baseada em projetos

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é um método de ensino que consiste em promover a aprendizagem de conteúdos acadêmicos por meio da utilização

de questões reais e significativas ao aluno desenvolvendo, ao mesmo tempo, habilidades e competências, tão necessárias a um mundo em constante mudança, que normalmente não são desenvolvidas no ensino tradicional. Segundo Bender (2014):

“A aprendizagem baseada em projetos é um modelo de ensino que consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo de forma cooperativa em busca de soluções.” (BENDER, 2014).

Neste sentido a aprendizagem, em na ABP, é centrada no aluno, pois os conteúdos escolares estão alinhados ao interesse dos mesmos e a forma aberta em que os projetos são desenvolvidos estimulam habilidades tais como resolução de problemas, pensamento crítico e colaboração que são incorporadas ao ambiente de sala de aula.

O Buck Institute for Education, entidade sediada nos Estados Unidos, define a ABP em:

“um método sistemático de ensino que envolve os alunos na aquisição de conhecimentos e de habilidades por meio de um extenso processo de investigação estruturada em torno de questões complexas e autênticas e de produtos e tarefas cuidadosamente planejadas.” (BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION).

Por ser uma abordagem de ensino diferente da tradicional é necessário definir com mais consistência o que é uma a ABP. Neste sentido, Helle, Tynjala e Olkinuora (2006) utilizam cinco componentes essenciais para definir uma abordagem de ensino que utiliza a ABP:

1. Projetos normalmente envolve a solução de um problema não necessariamente definido pelos alunos;
2. Estímulo ao envolvimento dos alunos ou equipe de alunos e atividades educacionais;
3. Resulta na confecção de um artefato ou produto final;
4. As atividades demandam algumas semanas para realização;
5. Professores atuam orientando e direcionando os alunos em suas atividades.

Na mesma direção, Larmer e Mergendoller (2010) citam sete aspectos essenciais que estão presentes em todos os projetos ABP:

1. Algo para se conhecer
2. Uma questão direcionadora
3. Dar voz e vez aos alunos
4. Habilidades do século XXI
5. Investigação e Inovação
6. Avaliação contínua
7. Apresentação pública.

Para uma ABP deve ser considerado, em primeiro lugar, o conteúdo escolar objetivo de aprendizagem, em seguida, uma situação do cotidiano que se relacione com o conteúdo a ser lecionado de modo que os alunos possam participar de modo efetivo nas decisões a serem tomadas, cujo objetivo é a construção de um produto final a ser apresentado a comunidade escolar, não somente ao professor. O professor deve propiciar uma avaliação contínua estando sempre presente e orientando as equipes.

Solomon (2003) descreve cinco dicas que orientam como o professor deve planejar uma ABP:

1. Planejar uma ABP de forma que faça a interconexão do conteúdo escolar a ser aprendido conforme a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) com situação do cotidiano dos alunos;
2. Perguntar a si mesmo quais os objetivos de aprendizagem e como serão alcançados;
3. Determinar qual a duração do projeto e como serão distribuídas as atividades. Verificar os pré-requisitos de materiais ou conteúdos escolares;
4. Estabelecer dificuldades de acordo com o nível de conhecimento dos alunos;
5. Verificar de forma contínua durante o projeto se os objetivos de aprendizagem estão sendo alcançados e corrigi-los quando necessário.

Conforme citado por Solomon (2003), uma parte importante de um ABP é a avaliação formativa, ou seja, é possível ao professor verificar com antecedência se

objetivos de aprendizagem traçados estão sendo atingidos e corrigi-los durante a construção do produto final.

A avaliação formativa é posta em prática na ABP por meio da utilização de uma tabela avaliativa onde são listados os objetivos propostos pelo professor e o grau de atendimento atingido. Desse modo, os alunos sabem exatamente com antecedência como serão avaliados e os requisitos para atingir o objetivo. A Figura 1 mostra um exemplo de tabela utilizada em uma escola dos Estados Unidos.

Atividades	Iniciante 1	Aprendendo 2	Desenvolvido 3	Exemplar 4	Pontos
Pesquisa	Alunos tentaram pesquisar poucas vezes	Alunos coletaram informações básicas	Alunos coletaram uma grande variedade de informações.	Alunos estenderam suas pesquisas e conseguiram muitas informações.	
Criatividade	Alunos não utilizaram de novos conceitos e ideias.	Alunos utilizaram de novos conceitos porém sem novas ideias.	Alunos utilizaram de novos conceitos e novas ideias sem inovações.	Alunos utilizaram de novos conceitos e ideias e criaram inovações	
Explicação da Física	Alunos tentaram descrever a Física do artefato porém faltaram detalhes na explicação.	Alunos descreveram a Física do artefato de forma generalizada.	Alunos descreveram a Física do artefato por meio de termos técnicos.	Alunos descreveram a Física do artefato por meio de termos técnicos e justificaram com cálculos.	
Construção	Alunos tentaram construir o artefato porém não concluíram	Alunos construíram o artefato porém não funcionou adequadamente.	Alunos construíram o artefato e funcionou adequadamente.	Alunos construíram o artefato, funcionou adequadamente e acrescentaram itens adicionais.	
Comunicação	Alunos tentaram desenvolver uma forma de comunicar mas não completaram o processo.	Alunos desenvolveram uma forma de comunicar mas com poucos detalhes.	Alunos desenvolveram uma forma de comunicar com sucesso e componentes essenciais.	Alunos desenvolveram uma forma de comunicar com sucesso e adicionaram componentes adicionais.	

Figura 1 – Exemplo de Tabela.

A atribuição de pontos é feita pela interseção de linhas e coluna. Um aluno pode obter uma pontuação no quesito explicação de física em nível iniciante, em desenvolvimento, perfeito ou exemplar conforme sua explanação na apresentação do produto final a comunidade escolar. Por exemplo, se um aluno tentou descrever a física envolvida no funcionamento do artefato do produto final, mas não conseguiu fornecer detalhes e especificações ele é considerado iniciante e obtém pontuação igual a um.

Estudos, citados a seguir, indicam outros aspectos importantes da ABP tais como o incremento da motivação para aprender dos alunos e melhor retenção do conhecimento. Bell (2010) argumenta que a possibilidade dos alunos direcionando as atividades conforme seu interesse estimula sua motivação intrínseca desenvolvendo uma procura pelo conhecimento. Solomon (2003) cita que quando os alunos observam que suas atividades escolares são situações reais e as soluções podem afetar sua comunidade ou outras pessoas eles se sentem motivados a se dedicarem às atividades

propostas. Karaçalli e Korur (2014) apresentam pesquisa realizada, com alunos da quarta série de um curso de Ciências, que adotou um enfoque quase experimental. O grupo em que se adotou a ABP apresentou melhor resultado na aprendizagem e retenção dos conteúdos lecionados, comparado ao grupo de controle onde se adotou o método tradicional de ensino.

2.4 Argumentação

Para que um aluno possa explicar com proficiência um fenômeno físico é fundamental desenvolver primeiramente a compreensão deste fenômeno e posteriormente a habilidade de argumentação.

“Levar em conta a argumentação como forma básica de pensamento implica a possibilidade de que seja tomada para avaliar processos de construção de entendimento, pois a explicação da argumentação, em seu ato discursivo, seja pela oralidade se já por registros gráficos, permitiria evidenciar as perspectivas de construção de entendimento de processos, ideias, conceitos e posições. Sob essa perspectiva, ainda que a argumentação explicita pontos de vista divergentes, isso implica e resulta em processos de percepção das divergências e na busca de uma visão convergente, mesmo que provisória e sujeita a novas contraposições.” (SASSERON, 2015)

Trivelato e Silva (2011) compreendem que a argumentação é importante para a educação científica na medida em que permite a geração e a justificação de novas afirmações de conhecimento da Ciência. Deste modo os mesmos autores recomendam para análise da argumentação científica o modelo proposto por Toulmin (2006).

Devido a grande abrangência do assunto lógica e argumentação que estão presentes, principalmente nas áreas de Direito e Matemática, faremos nesta seção uma pequena introdução que acreditamos seja suficiente para entender o uso do argumento como forma de compreensão científica.

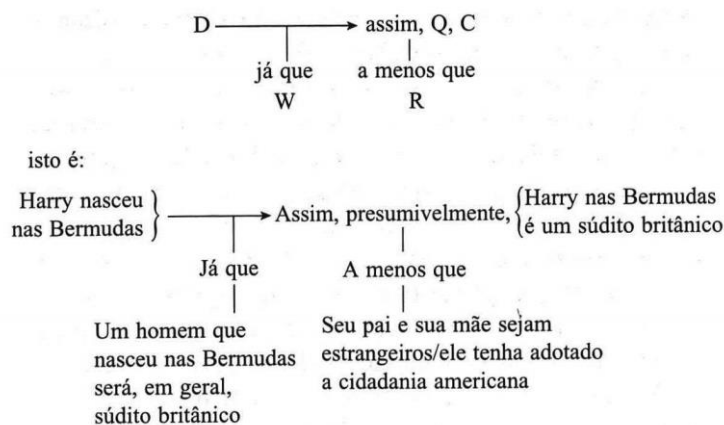


Figura 3 – Modelo de Toulmin.

No passo seguinte para determinação de uma estrutura argumentativa, Toulmin (2006) considerou importante validar as *garantias* (W) por meio de outro elemento que ratifique e apoie as garantias dadas. Esse novo elemento ele definiu como *apoio* (B). A Figura 4 apresenta a estrutura de uma argumentação baseada no padrão de Toulmin (2006).

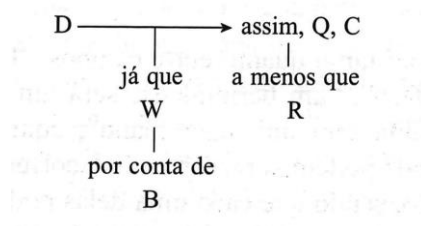


Figura 4 – Modelo de Toulmin

A Figura 5 apresenta um exemplo de aplicação do modelo argumentativo.

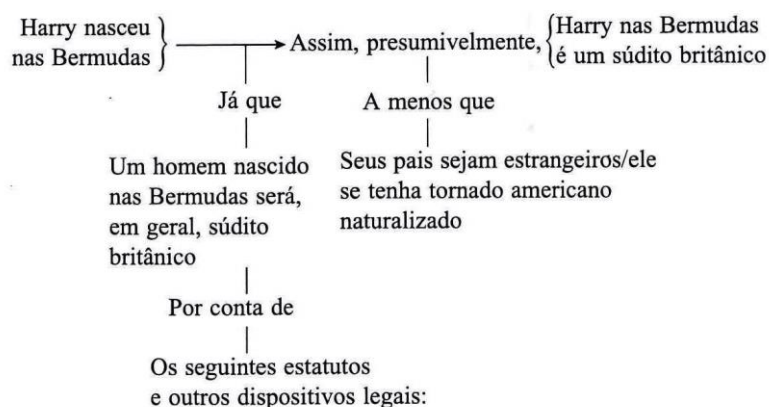


Figura 5 – Exemplo do modelo de Toulmin.

Capítulo 3

Objetivos e Metodologia

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo geral

- Analisar como o uso de uma metodologia ativa pode contribuir para melhorar a aprendizagem no Ensino de Física.

3.1.2 Objetivos específicos

- Desenvolver como produto educacional uma sequência didática utilizando como método de ensino a Aprendizagem Baseada em Projetos;
- Estimular a alfabetização científica dos alunos envolvidos;
- Promover articulação entre o Ensino de Física e as competências e habilidades do século XXI.

3.2 Metodologia

Este estudo foi realizado em uma CIEP-493 – Professora Antonieta Salinas de Castro pertencente a rede estadual de ensino localizada na periferia do município de Barra Mansa – RJ. Os sujeitos de pesquisa foram 71 alunos do primeiro ano do Ensino Médio divididos em duas turmas, uma com 35 alunos e outra com 36 alunos denominados como Turma A e Turma B respectivamente.

3.2.1 Projeto de aprendizagem

O projeto de aprendizagem foi baseado na ABP conforme diretrizes do Buck Institute for Education (BIE) alinhada com uma proposta de educação integral proposta por Zabala (1998) e adaptada ao contexto brasileiro.

As diretrizes básicas da ABP são o trabalho em grupo, atividades centradas no aluno, construção de um produto final ou artefato e apresentação a comunidade escolar. Assim, os alunos divididos em equipes de, no máximo, seis pessoas devem, durante cinco semanas construir um artefato lançador de projétil e apresentá-lo a comunidade escolar na culminância do projeto.

Zabala (1998) define educação integral como aquela que promove o desenvolvimento de três conhecimentos; o conceitual, o procedimental e o atitudinal.

Desse modo esperamos que os alunos sejam estimulados, conforme proposto por Grala (2007), expondo-os alunos a situações novas e desafiadoras por meio da construção de um lançador de projétil despertando neles o gosto pela observação, pelo descobrimento, pela busca de explicações ajudando a adquirirem o prazer de entender e de aprender. A Figura 6 apresenta um diagrama esquemático da estimulação cognitiva prevista nos alunos.



Figura 6 – Esquema proposto por Grala (2007).

A ordem de desenvolvimento da sequência didática ou projeto de aprendizagem foi a seguinte:

1. Pesquisar, na internet, vídeos que apresentem a confecção de um lançador de projétil;
2. Efetuar em laboratório a confecção do artefato escolhido;
3. Efetuar testes de lançamento;
4. Efetuar medidas de distância alcançada e tempo de trajetória em cada ângulo de lançamento;
5. Determinar por meio de cálculos as equações de posição e velocidade;
6. Entregar relatório ao professor com descrição dos testes efetuados e os resultados encontrados.

3.2.2 Instrumentos de coleta de dados

Utilizamos para a coleta de dados da pesquisa registro de campo efetuado por este professor, autor da dissertação, imagens fotográficas, questionário com duas perguntas abertas para resposta dos alunos que serão posteriormente analisados tendo, como referência para análise, o modelo de alfabetização científica proposto por Sasseron e Carvalho (2008) e modelo argumentativo de Toulmin (2006).

Capítulo 4

Resultados

Inicialmente apresentaremos às condições do laboratório de Ciências da escola objeto da pesquisa justificando desse modo a impossibilidade de utilização dos equipamentos didáticos existentes. Em seguida apresentaremos o desenvolvimento dos artefatos das equipes de alunos relatando algumas situações relevantes ocorridas. Ao final faremos considerações sobre a atuação de cada equipe e sobre os artefatos construídos.

4.1 Infraestrutura do laboratório de ciências

O laboratório de Ciências da escola, objeto de pesquisa, é compartilhado para uso das disciplinas Biologia, Física, Química e Matemática. O espaço físico do laboratório é suficiente para comportar até no máximo quarenta alunos bem acomodados para trabalho em grupo com cadeiras e mesas em bom estado de conservação. O laboratório ainda conta com uma bancada em concreto, com duas pias além de estantes para acomodação de reagentes e aparelhos. Conforme apresentado na Figura 7.



Figura 7 – Visão geral do laboratório de ciências.

Devido ao compartilhamento do laboratório por diversas disciplinas os materiais e equipamentos didáticos encontram-se dispostos nas estantes separadas por disciplina. Há uma estante para materiais dedicados à Física, duas estantes dedicadas à Biologia e uma estante dedicada à Química. Há ainda microscópios e maquete didática do corpo humano sobre as mesas.

Os materiais didáticos de Física são poucos e abrangem uma parte bem restrita do conhecimento de Física. Na figura 8 observamos alguns espelhos côncavos e convexos, o que permite ao professor mostrar a formação de imagens relacionando a teoria com uma demonstração prática.



Figura 8 – Equipamentos em bom estado.

Na Figura 9 são mostradas duas maquetes do sistema solar. Ambas apresentando funcionamento precário com peças quebradas ou mecanismo de rotação sem funcionar.



Figura 9 – Equipamentos em estado precário.

A Figura 10 mostra conjunto de roldanas totalmente danificado impossibilitando seu uso.

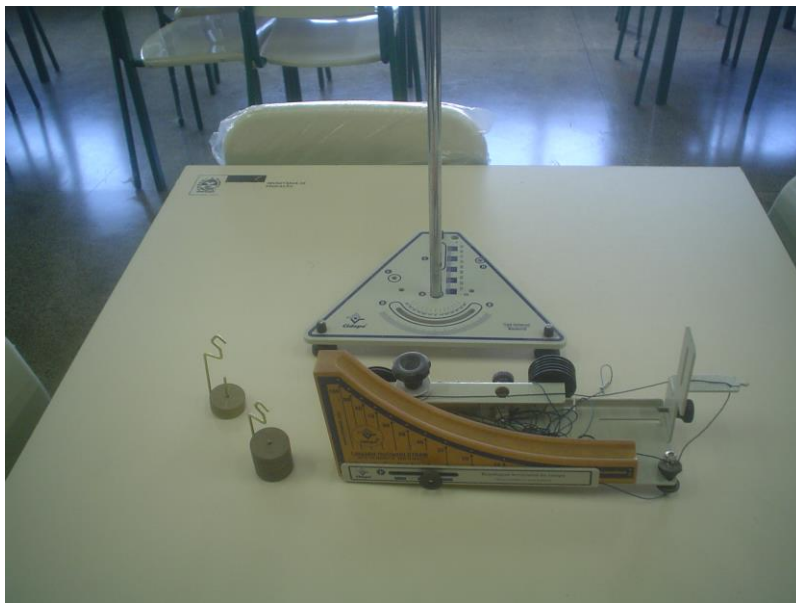


Figura 10 – Equipamentos defeituosos.

O mostrado nas Figuras 8, 9 e 10 ratifica o citado por Beatriz e Alvarenga (2011) sobre as condições precárias dos laboratórios de ciências das escolas públicas.

4.2 Desenvolvimento dos projetos

Um dos princípios da ABP é promover a autonomia dos alunos por meio do estímulo à tomada de decisões não impostas pelo professor. Neste sentido, a proposta de construção do artefato lançador de projétil sugerida pelo professor aos alunos não deveria seguir um protótipo ou modelo fornecido pré-definido pelo professor mas sim deveria surgir da pesquisa em buscadores ou vídeos da internet. Em suma, a tarefa proposta pelo professor foi a construção de um artefato que executasse o lançamento de um projétil de pequeno tamanho em três ângulos distintos, 30 graus, 45 graus e 60 graus. Na etapa de testes os alunos deveriam efetuar medidas de distância e altura alcançadas pelo projétil e expressar essas grandezas por meio de uma função matemática.

Neste sentido nossa proposta didática alinha-se conforme adotada por Borges (2002).

“Uma alternativa que temos defendido há mais de uma década, e mais recentemente temos investigado e utilizado com nossos alunos, consiste em estruturar as atividades de laboratório como investigações ou

problemas práticos mais abertos, que os alunos devem resolver sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor. Um problema, diferentemente de um exercício experimental ou de um de fim de capítulo do livro-texto, é uma situação para a qual não há uma solução imediata obtida pela aplicação de uma fórmula ou algoritmo. Pode não existir uma solução conhecida por estudantes e professores ou até ocorrer que nenhuma solução exata seja possível. Para resolvê-lo, tem-se que fazer idealizações e aproximações. Diferentemente, um exercício é uma situação perturbadora ou incompleta, mas que pode ser resolvida com base no conhecimento de quem é chamado a resolvê-lo.” (BORGES, 2002).

Todo o processo de desenvolvimento da sequência didática teve duração de seis semanas em sete horas aulas de 50 minutos divididos na primeira semana em uma hora aula para idealização e escolha do projeto por cada equipe, nas quatro semanas seguintes uma hora aula a cada semana para montagem dos artefatos lançadores de projétil e finalizando na última semana duas horas aulas para apresentação dos projetos aos alunos das demais turmas e professores da unidade escolar.

4.3 Artefatos confeccionados pelas equipes

Para confecção dos artefatos lançadores de projétil os alunos foram divididos em equipes compostas por seis alunos. Desse modo, na turma A composta por 35 alunos teve cinco equipes de seis alunos e uma equipe de cinco alunos e na turma B composta por 36 alunos teve seis equipes de seis alunos.

Nesta seção iremos descrever os artefatos confeccionados por cada equipe, transcrição da explicação dos alunos para a pergunta “Explique utilizando conceito científico o princípio de funcionamento do lançador de projétil.”, diálogos entre professor e alunos com posterior análise da argumentação dos alunos segundo os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008) e o modelo de argumentativo proposto por Stephen E. Toulmin (2006).

Consideramos neste trabalho extremamente importante a transcrição completa de todas as respostas dos alunos na medida em que queríamos avaliar a alfabetização científica de cada aluno e não somente um grupo que tenha obtido destaque positivo ou negativo.

Iremos identificar cada aluno de forma alfanumérica no formato turma e número de chamada, ou seja, um aluno da Turma A com número de chamada igual a 12 será denominado A12.

4.3.1 Turma A – Equipe 1

Esta equipe era composta por um aluno e cinco alunas com identificação A1, A3, A5, A7, A8 e A9.

A equipe apresentou inicialmente dificuldade para escolher o tipo de lançador a ser construído não apresentando na primeira aula, a de planejamento, qual fora a escolha da equipe. Nas aulas seguintes tentaram construir um lançador utilizando ar comprimido sem sucesso o que ocasionou a mudança por um lançador mais simples.

O artefato construído pela equipe consiste de dois tubos de PVC com diferentes diâmetros sendo inserido o de menor diâmetro no interior do de maior diâmetro na posição inclinada preso por braçadeiras sobre o caixote retangular de madeira. Um tubo flexível de látex é o propulsor do projétil que armazena energia potencial quando esticado pela mão de um dos integrantes. Ao soltá-lo a energia armazenada é transferida ao projétil. A Figura 11 apresenta o artefato construído pela equipe.



Figura 11 – Lançador de projétil - Turma A, equipe 1.

A Tabela 2 apresenta as transcrições das respostas dos alunos a respeito do princípio científico de funcionamento e respectivos indicadores de AC.

Aluno	Transcrição	Indicadores
A1	Usamos um caixote de madeira, cano pvc, borracha (utilizado para tirar sangue) e bola de gude. Arremessamos a bolinha nos ângulos 30° , 45° e 60° . Quando puxamos o elástico, automaticamente o cano também foi puxado, quando soltamos ele impulsiona a bolinha para frente.	Raciocínio proporcional
A3	Para o nosso lançador usamos madeira, cano de pvc, elástico e bolinha de gude. Nossa força era dada pelo elástico, uma força de 26 N, os ângulos de 30° , 45° e 60° foram feitos com quadradinhos de madeira, quanto maior o ângulo, menor a distância percorrida por causa da curva que a bolinha fazia quando lançada.	Levantamento de hipótese
A5	Para a bolinha do meu lançador ser lançada utilizamos o impulso do elástico. Ele puxa o cano e em seguida joga o para frente fazendo com que a bolinha seja lançada. Tudo é efeito da força do elástico; conforme aumenta os ângulos, a bolinha atingia menos distância. A bolinha de gude que é mais pesada atinge uma distância maior do que a bolinha de ping-pong que era mais leve.	Levantamento de hipótese Previsão
A7	Nosso trabalho foi usado madeira, cano de pvc, elástico de tirar sangue, bolinha de gude. A força do elástico era de 26 N, onde lançava nos ângulos 30° , 45° e 60° .	Nenhum
A8	Nosso lançador foi feito com madeira e cano pvc, usamos um elástico para impulsionar sua força para lançar as bolinhas de gude. Toda força foi concentrada no elástico com uma força de 26 newtons utilizamos blocos de madeira para regular os ângulos de 30° , 45° e 60° .	Raciocínio lógico
A9	Minha equipe confeccionou um lançador de bolinhas de gude e de ping pong. Ele foi confeccionado por madeira, elástico e cano de pvc. Toda força do lançador estava no elástico de 26 Newtons. Cada vez que o ângulo aumentava, mais longe ia a bolinha.	Levantamento de hipóteses

Tabela 2 – Transcrição de resposta turma A equipe 1.

Dentre as várias interações com a equipe gostaríamos de destacar o diálogo a seguir durante a construção do artefato.

Professor: *“Observei que o cano de pvc está fixo na base de madeira. Como vocês ajustarão o ângulo de lançamento do projétil ?”*

A3: *“Iremos colocar algum objeto embaixo do caixote de madeira de acordo com o ângulo solicitado”.*

Professor: *“Vocês sabem que este procedimento não atende o solicitado. Concordam?”.*

A3: *“Sim, mas devido ao atraso no projeto não conseguimos encontrar um modo de fazer o tubo movimentar-se”.*

O diálogo citado evidencia o observado por este professor durante as aulas de construção do artefato tais como falta de empenho de grande parte dos integrantes da equipe e desentendimento entre os integrantes.

Após a leitura das respostas dos integrantes da equipe sobre o princípio de funcionamento do lançador de projétil construído destacado o diálogo a seguir entre professor e alunos:

Professor: *“Observei que a força de lançamento do projétil foi de 26 Newtons. Como vocês obtiveram este resultado?”.*

A3 e A5: *“Encontramos este resultado em um site da internet”.*

Professor: *“Ok, porém não é possível afirmar que este valor é o correto. Para medir a força aplicada no elástico utiliza-se um aparelho chamado dinamômetro. Vocês sabem o que é um dinamômetro?”.*

A3 e A5: *“Não. Nunca ouvimos falar”.*

Professor: *“Dinamômetro é um instrumento que mede forças mecânicas a partir de deformação de uma mola. Não temos nenhum aqui na escola, mas para você ter uma ideia é similar a balança de peixeiro. Olhe estas figuras da internet! O dinamômetro efetua as medições pela deformação linear de uma mola em seu interior. Ou seja, quanto maior a força exercida mais a deformação da mola.”*

Finalizando a análise discursiva e argumentativa desta equipe gostaria de destacar as falas *“... quanto maior o ângulo, menor a distância percorrida por causa da curva que a bolinha fazia quando lançada”*, *“... conforme aumenta os ângulos a bolinha atinge menos distância...”*, *“... Cada vez que o ângulo aumentava, mais longe ia a bolinha”* respectivamente das alunas A3, A5 e A9. As falas sugerem erros na execução dos procedimentos de lançamento do projétil devido a alteração de outra variável do experimento além do ângulo apesar do alerta do professor para ter atenção na modificação de apenas uma variável.

4.3.2 Turma A – Equipe 2

Esta equipe era composta por seis alunas com identificação A2, A6, A13, A14, A26, A33.

Na escolha do tipo de lançador de projétil a equipe selecionou um artefato similar a uma besta que dispara seu projétil a partir da energia potencial elástica acumulada por meio do estiramento de um material elástico. A equipe composta somente por alunas apresentou dificuldade na confecção do artefato devido a falta de habilidade manual o que acarretou a confecção do artefato pelo pai de uma das integrantes.

Entretanto, a princípio o artefato confeccionado não atendeu a um dos critérios do projeto que era a possibilidade de alteração do ângulo de disparo em três valores distintos. A Figura 12 mostra o aspecto parcial do artefato.



Figura 12 – Lançador de projétil Turma A Equipe 2.

Após o professor verificar a construção parcial do projétil o seguinte diálogo foi estabelecido entre professor e equipe:

Professor: *“Bacana o lançador de vocês. Minha pergunta é como será feito o ajuste do ângulo de lançamento?”*.

Aluna A26: *“Iremos colocar pequenos pedaços de isopor conforme o ângulo desejado”*.

Professor: *“Vocês não acham que a estabilidade do lançador ficará comprometida? Ou seja, ele irá cair de lado”*.

Aluna A13: *“Sim, fizemos alguns testes e foi necessário segurar bem para fazer o disparo”*.

Professor: *“Então pensem em uma base para que se possa apoiar o lançador e que ao mesmo tempo permita o ajuste dos ângulos”*.

Na semana seguinte a equipe apresentou o lançador de projétil já com uma base para ajuste da angulação. O lançador da equipe consiste de um bastão de material plástico inserido dentro de um tubo de pvc apoiado sobre um pedaço de madeira. Os dois extremos do elástico são presos na parte frontal do artefato e sua parte central é

presa na parte posterior do artefato junto ao bastão de plástico. O lançamento do projétil é produzido pela energia potencial acumulada devido ao esticamento e posterior desprender do elástico. A Figura 13 mostra o artefato construído por esta equipe.



Figura 13 – Lançador de projétil - turma A - equipe 2.

A seguir transcrição das respostas dos alunos respeito do princípio científico de funcionamento:

Aluno	Transcrição	Indicador
A2	Nosso objetivo era lançar bolinhas de gude em 3 ângulos diferentes (30°, 45° e 60°). O trabalho da minha equipe não foi grande e nem muito trabalhoso, usamos a madeira e um cano de pvc para fazer o projétil, a base também foi feita com madeira. Usamos a trena para medir a distância e descobrimos a lei de função e a altura máxima por meio de fórmulas passada pelo professor.	Seriação de informações
A6	No nosso projeto usamos um cano de pvc um pedaço de madeira, garrote, parafusos e braçadeiras. Lançamos a bolinha de gude nos ângulos de 30°, 45° e 60° com a base que montamos também de madeira e fizemos com que o lançador	Organização de informações

	<p>prendesse nela e conseguisse segurar para a bolinha ser lançada. Medimos as distâncias de todos os ângulos com a fita métrica e fizemos as contas que aprendemos na disciplina de física e matemática.</p>	
A13	<p>Nosso lançador funciona a partir do conceito da força elástica com a lei de Hooke que fala sobre a força do elástico quando é suspenso e solto. Ou seja, quando é puxado e solto ele volta a sua forma original gerando uma força. Essa força é elástica e nos deu o impulso necessário para efetuar os disparos. Além disso, usamos o conceito de lançamento oblíquo que é um lançamento no qual o projétil é lançado na horizontal e cai na vertical fazendo uma parábola. A partir daí fizemos os cálculos utilizando função quadrática para concluir o projeto.</p>	<p>Raciocínio proporcional</p> <p>Afirmção com aval</p> <p>Suposições geradas</p>
A14	<p>Minha equipe optou por utilizar a força do elástico para fazer o lançamento do nosso objeto. Assim que montamos o lançador utilizamos madeira, cano de pvc e o elástico. Quando fazíamos com que o elástico esticasse, ao voltar ao normal, criava uma força que impulsionava o nosso objeto para a realização do trabalho.</p>	<p>Raciocínio proporcional</p>
A26	<p>O meu projeto é feito a base de elástico e madeira e o objeto a ser lançado foi a bolinha de gude. O modo de funcionamento do lançador é feito pela tensão que é posta pelo elástico. Fizemos os ângulos de 30°, 45° e 60°. O ângulo de 30° foi mais longe, porém mais baixo. O 45° foi um pouco menos distante e mais alto já o de 60° foi muito alto, porém com pouca distância.</p>	<p>Seriação de informações</p> <p>Raciocínio proporcional</p>
A33	<p>O projétil que escolhemos é um lançador de bolinhas de gude o qual fizemos com madeira, cano de pvc e elástico. Sua base foi feita com madeira, dobradiça (para facilitar na mudança dos ângulos) e pregos (também para marcar os ângulos). Seus ângulos foram de 30°, 45° e 60° graus e cada um na hora do lançamento dava uma distância e altura diferentes.</p>	<p>Raciocínio lógico</p>

Tabela 3- - Transcrição das respostas turma A equipe 2.

A aluna A2 demonstra o indicador de AC por meio da coleta, organização e ordenação de dados dos testes de lançamento do projétil realizados.

Destacamos a resposta fornecida pela aluna A13 que segue o modelo de Toulmin. A aluna fornece dados (D) “*Nosso lançador funciona a partir do conceito da força elástica...*”, garantia (W) por meio do uso da autoridade fornecido pela lei de Hooke e conclui (C) “*... Essa força elástica nos deu o impulso necessário para efetuar os disparos...*”.

Do mesmo modo a aluna A14 que utiliza o termo forças elásticas para expressar o modo de propulsão do projétil.

4.3.3 Turma A – Equipe 3

Esta equipe era composta por quatro alunos e uma aluna com identificação A4, A20, A29, A31, A36.

A ideia inicial da equipe foi impulsionar o projétil por meio de um cordão de material elástico utilizado em bagageiro de bicicletas (extensor elástico para bagageiro) sustentado por ripas de madeira cuja angulação variasse conforme o ângulo desejado. A Figura 14 apresenta a equipe durante a fase de elaboração do artefato dentro do laboratório de Ciências.

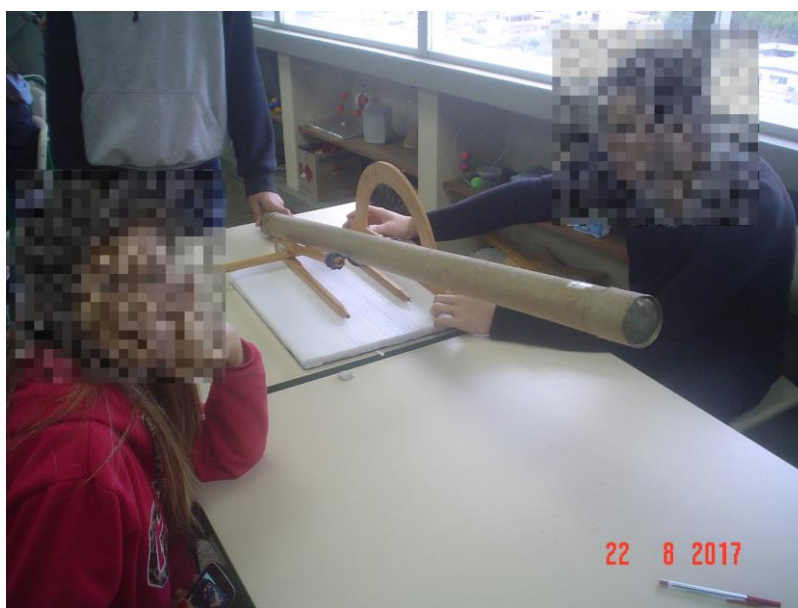


Figura 14 – Análise da angulação.

Na semana seguinte a equipe trouxe os materiais necessários a construção do lançador e iniciou sua montagem dentro do laboratório. Neste momento ocorreu o seguinte diálogo entre professor e alunos:

Aluno A20: *“Ao colocarmos o transferidor em cada lado do lançador apesar de posicionar no mesmo ângulo as tábuas ficam desalinhadas”*.

Professor: *“Então você deve prestar atenção durante a medição dos ângulos se você colocou de forma paralela o início do transferidor. Se você medir os ângulos com o transferidor desalinhado ocorrerá o que você observou, o desalinhamento das tábuas”*.

Aluno A20: *“Então como faço para alinhar as medidas do transferidor?”*.

Professor: *“Você pode utilizar o lado da mesa como referência. Utilize o lado da mesa como linha imaginária e alinhe transferidor e tábuas com ela”*.

A Figura 15 mostra os ajustes sendo executados pela equipe.



Figura 15 – Construção de artefato

A ideia inicial da equipe de usar a força elástica como meio de propulsão foi substituída após testes de lançamento pelo meio de propulsão a combustão de álcool. O lançador da equipe constitui em utilizar a base de madeira já confeccionada anteriormente como suporte a um tubo de pvc de esgoto DN 100 aberto em uma extremidade e fechado na outra extremidade. Na extremidade fechada foi feito um pequeno furo onde é inserido a chama para combustão.

O lançamento do projétil é efetuado inserindo um objeto que bloqueie por completo a saída aberta do tubo de pvc. Logo após é inserido no pequeno furo da extremidade o álcool em pequena quantidade. Aguarda-se um minuto para que o álcool se transforme do estado líquido para o gasoso e em seguida é feita a combustão inserindo um fósforo aceso no pequeno furo. A expansão do gás do interior do tubo forçará a expulsão pelo lado que está o projétil lançando-o para fora do tubo. A Figura 16 mostra o lançador de projétil construído por esta equipe.



Figura 16 – Lançador de projétil - turma A - equipe 3.

A seguir, transcrição das respostas dos alunos a respeito do princípio científico de funcionamento:

Aluno	Transcrição	Indicador
A4	O princípio para lançar meu projétil foi o efeito de combustão. Para esse efeito acontecer, precisamos de dois	Raciocínio lógico

	<p>agentes, o combustível e o comburente. O combustível no meu caso foi usado o etanol e o comburente o oxigênio. No projeto nós colocamos o etanol dentro do cano e esperamos evaporar em seguida foi colocado o projétil. Havia um pequeno buraco no cano para colocarmos a centelha de fogo. No momento em que era colocado o projétil tínhamos que tampar esse buraco para manter o oxigênio dentro, depois era apenas destampá-lo e acender o acendedor de fogão para sair o projétil e causar o efeito de combustão.</p>	<p>Raciocínio proporcional</p>
A20	<p>Em nosso projeto do lançador de projétil foi montado um canhão movido a combustão de álcool e fogo. Em nosso projeto tínhamos os reagentes do comburente e combustível. A explosão é fruto de dois reagentes é a reação do comburente (Oxigênio) com o combustível formando a combustão que dava impulso ao projétil. Tivemos que testar o lançamento em três ângulos assim variava a distância e altura do lançamento. Mas um fator bem importante e determinante foi a quantidade de álcool que utilizamos que medindo os mililitros também saberíamos o alcance que teríamos no lançamento. Após o lançamento era formado uma parábola que através de cálculos de distância, mililitros e altura finalizávamos nosso projeto.</p>	<p>Raciocínio lógico</p> <p>Raciocínio proporcional</p> <p>Levantamento de hipóteses</p>
A29	<p>Nosso projeto se baseia em combustão. Existe o combustível e o comburente. O combustível no caso do nosso trabalho é o etanol e o comburente e o oxigênio. No nosso trabalho colocamos o etanol dentro do cano que estava fechado em um dos lados. O etanol se evapora muito rápido e se transforma em gás. Usamos uma faísca na ponta traseira de um buraco no cano para gerar a combustão. Ocorre a explosão e o projétil é lançado.</p>	<p>Raciocínio lógico</p> <p>Raciocínio proporcional</p>
A31	<p>Meu lançador usa como combustível etanol fazendo a evaporação usando a pressão vezes volume é igual a temperatura podemos calcular sua distância aproximada com</p>	<p>Raciocínio lógico</p>

	outra fórmula, mas com a evaporação do etanol junto com uma faísca causando a explosão que empurra o projétil pois não tem outro lugar para sair a uma distância que podemos calcular pela equação $ax^2 + bx + c = 0$.	Raciocínio proporcional
A36	Nosso projétil era um canhão que atirávamos uma bolinha. Nós tínhamos uma base e com a ajuda de uns quadradinhos colocávamos e marcávamos o grau. Tínhamos um cano e colocávamos etanol e deixávamos evaporar, logo depois colocava a bolinha e no meio do cano tinha um furinho, onde colocávamos fogo e o cano com o ar atirava a bolinha.	Raciocínio lógico

Tabela 4 - Transcrição das respostas turma A equipe 3.

Na resposta do aluno A20 observamos a utilização do pensamento crítico na determinação de uma das variáveis do processo de lançamento do projétil por meio do trecho “... *um fator bem importante e determinante foi a quantidade de álcool que utilizamos que medindo os mililitros também saberíamos o alcance que teríamos no lançamento..*”. Ou seja, controlando a variável combustível é possível controlar a distância de lançamento.

Destacamos que a equipe apresentou grande envolvimento e participação no projeto de aprendizagem tendo como indicativo respostas bem semelhante dos alunos integrantes da equipe. Inclusive realizando pesquisa sobre termo técnico da área de Química tais como comburente e combustível para explicar o funcionamento do artefato.

Destacamos também parte da resposta do aluno A31 “... *a pressão vezes volume é igual a temperatura ..*” que provavelmente surgiu do diálogo entre professor e aluno durante a execução de testes de lançamento e é transcrita a seguir:

Professor: “*Em termos físicos como se dá o lançamento do projétil de sua equipe. Pesquisem*”.

Aluno A31: “*É feita pela queima do etanol dentro do tubo*”.

Professor: “*Para gases você tem que prestar atenção em três variáveis físicas: volume, pressão e temperatura. Logo o que acontece no interior do tubo segue a*

relação entre essas três grandezas e pode ser expressa pela fórmula $PV = nrT$, ou simplesmente, $PV = T$ que diz que pressão multiplicada pelo volume é igual temperatura. Então quando ocorre a queima do combustível há o aumento de temperatura no interior do tubo, como o volume do tubo não se altera a pressão existente dentro do tubo é maior que o exterior provocando a expulsão desta pressão pelo lado mais fraco do recipiente que é o projétil e desse modo ocorre o lançamento”.

Aluno A31: *“Entendi. Qual é a fórmula mesmo?”.*

Professor: *“Pressão vezes volume é igual a temperatura”.*

4.3.4 Turma A – Equipe 4

Esta equipe era composta por cinco alunos e uma aluna com identificação A11, A12, A15, A16, A21 e A32.

A proposta inicial da equipe foi construir um lançador de projétil onde um objeto é inserido em um tubo de cano PVC e um bastão inserido dentro desse tubo que será impulsionado pela força elástica de uma mangueira de látex.

A equipe mostrou grande empenho e rapidez na construção do artefato tendo o finalizado logo nas duas primeiras aulas do projeto, pois os integrantes trouxeram todas as ferramentas e materiais necessários para confecção do mesmo.

A Figura 17 apresenta a equipe no momento de construção do artefato em uma das mesas do laboratório de Ciências.



Figura 17 – Construção do Lançador de projétil – Turma A – Equipe 4.

Neste mesmo dia a equipe efetuou testes de lançamento do objeto com sucesso. Havendo o seguinte diálogo entre professor e alunos:

Professor: *“Muito bom. Vocês construíram bem rápido o lançador de projétil e está funcionando perfeitamente. Como vocês farão o ajuste dos ângulos de lançamento?”*

Aluna A21: *“Não podemos lançar diretamente a partir de nossos braços?”*

Professor: *“Não, um dos requisitos do lançador é que o lançamento seja feito a partir do solo ou de uma mesa sem interferência direta do aluno na angulação no momento do lançamento.”*

Aluna A21: *“Ok, acrescentaremos a base de lançamento.”*

A Figura 18 mostra agora o lançador de projétil acrescido pela base de lançamento. Os diferentes graus de lançamento são ajustados pela colocação de um prego em três posições previamente definidas.



Figura 18 - Lançador de projétil – Turma A – Equipe 4.

A seguir transcrição das respostas dos alunos desta equipe a respeito do princípio de funcionamento do artefato construído.

Aluno	Transcrição	Indicador
A11	Minha equipe fez um lançador usando uma pressão feita por uma borracha, usamos um cano para poder dar a direção e o apoio do projétil que no caso usamos uma bolinha. Construímos uma base de madeira e colocamos dois apoios em forma de triangulo furamos e colocamos um parafuso para servir de apoio para que o lançador fique no ângulo de 30°, 45° e 60°. Depois medimos com uma trena a distância e o tempo para que o projétil era lançado e fizemos a conta.	Seriação de informações Raciocínio lógico
A12	O meu lançador de projétil foi tipo uma besta, em que usamos o elástico para impulsionar a bolinha de gude, o elástico que nos usamos foi o garrote em que cada vez que dobra ele mais a distância percorrida aumenta, usamos também os ângulos de 30°, 45° e 60° e que em cada ângulo a distancia o tempo e a velocidade são diferentes. A força do elástico que impulsionam o lançamento.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional

A15	No nosso lançador de projétil utilizamos o elástico para impulsionar tínhamos como objetivo lançar 30°, 45° e 60° fazendo uma parábola nas três medidas e calculamos a distância, tempo e velocidade. Ele funciona temos que puxar o elástico até certo ponto colocar o projétil dentro do cano de pvc e a força do elástico ira impulsionar o projétil de acordo que vamos colocando os ângulos vai apresentado medidas, tempo e velocidades diferentes.	Organização de informações Raciocínio lógico
A16	O meu projeto o princípio que faz ele funcionar é que tipo quando eu puxo a madeira que está presa ao elástico e a força que é puxada o elástico que esta preso na madeira gera uma pressão e essa pressão entre a bolinha de gude que dá o impulso pra ela ser lançada e criar a parábola.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A21	A construção do projeto precisou dos conceitos de física e matemática como: lei da inércia – corpos que estão em movimento tem a tendência de manter-se em movimento e os corpos que estão parado tem a tendência de manter-se parados. Trajetória: Ignorando a resistência do vento os corpos saem de uma velocidade inicial $v = 0$ e chegam a velocidade final. Parábola: mais conhecida como balãozinho é o lançamento na horizontal de um projétil.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A32	O nosso projétil funciona da seguinte forma colocamos dois triângulos na base onde esses triângulos segurar o projétil para poder lançar. Medimos os ângulos de 30° logo em seguida os ângulos de 45° e 60°. Quando já medimos e parafusamos os ângulos na medida certa encaixamos o projétil que para lançar tem uma madeira mais grossa um cano em cima e uma pequena madeira dentro desse cano.	Raciocínio lógico

Tabela 5 - Transcrição das respostas turma A equipe 4.

Na resposta do aluno A12 destacamos a argumentação adotada por ele para validar sua explicação. “... nós usamos foi o garrote em que cada vez que o dobra, a distância percorrida aumenta...” neste trecho ele fornece dados (D) já com sua conclusão (C) sem o fornecimento de garantias (W).

A aluna A21 faz uso de garantias (W), lei da inércia, em sua argumentação, entretanto sua resposta ficou sem uma conclusão (C) compreensível devido a falta de articulação entre causa e efeito.

4.3.5 Turma A – Equipe 5

Esta equipe era composta por seis alunos com identificação A17, A19, A24, A25, A28 e A37.

Esta equipe apresentou um lançador de projétil muito similar a apresentado pela equipe 3 tendo como forma de propulsão do projétil o uso da explosão e expansão causada por gases quando inseridos em um recipiente de volume constante.

A diferença principal consiste no ajuste dos ângulos de lançamento que neste caso foi conseguido pela colocação de ripas de madeiras na horizontal em três posições distintas. A Figura 19 mostra a aparência do artefato.

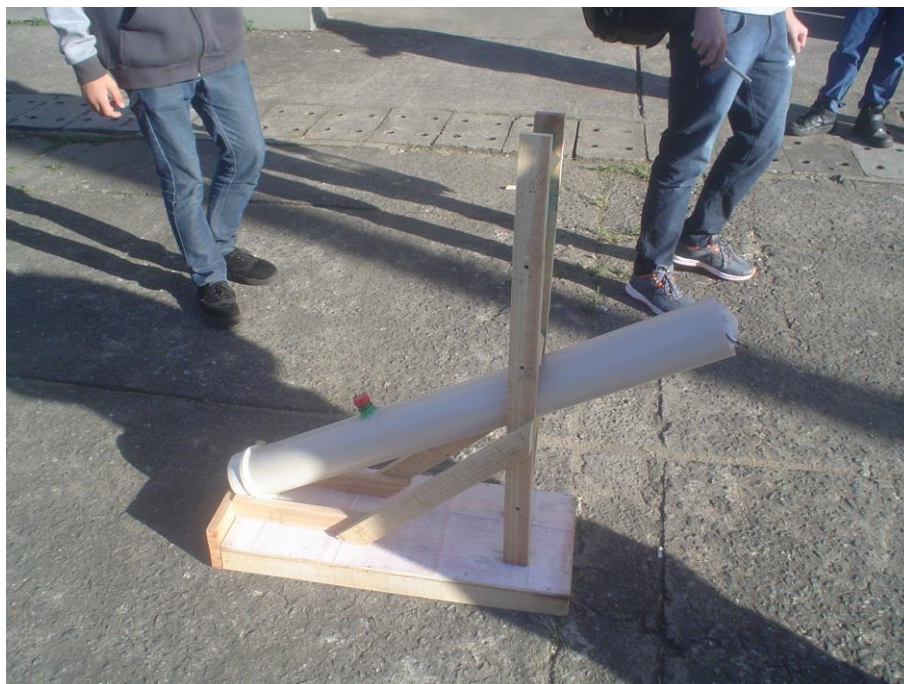


Figura 19 – Lançador de projétil – turma A – equipe 5.

Na definição da posição das ripas de madeiras foi necessária a intervenção do professor para tirar dúvidas dos alunos de como modelar os ângulos necessários. Desse modo ocorreu o seguinte diálogo entre equipe e professor:

Professor: “Na colocação das ripas de marcação dos ângulos deve-se ser dada atenção aas seguintes situações: Haverá a formação de um triângulo retangular imaginário quando for colocado o tubo de PVC na posição desejada. Conseguem imaginar este triângulo?”

Alunos: “Sim.”

Professor: “Em qual posição se encontra o ângulo de 90 graus?”

Alunos: “Do lado oposto a hipotenusa do triângulo.”

Professor: “Ou seja, seu cano de PVC possui tamanho constante. Então o que variará serão os ângulos e os tamanhos dos catetos. Na hora de definir a base do lançador considerem essas variações dos catetos a fim de garantir que vocês tenham comprimento de madeira suficiente para evitar que o cano de PVC fique apoiado no chão.”

Alunos: “Ok, professor.”

Após esse diálogo os alunos fixaram as ripas de apoio do cano de PVC na base de madeira conforme mostra a Figura 20.



Figura 20 - Lançador de projétil – turma A – equipe 5.

A seguir a transcrição das respostas dos alunos a respeito do funcionamento do artefato.

Aluno	Transcrição	Indicador
A17	Meu projeto utilizou etanol e um cano depois que o etanol estava em estado gasoso era só colocar o projétil e colocar fogo dentro do cano, como só havia o lado do projétil para o fogo escapar ele saia por lá e empurrava o projétil.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A19	O lançador feito pela minha equipe funciona com base de combustão. Nós colocamos etanol em um cano que só tem uma abertura, o etanol evapora e junta com o oxigênio que estava no cano. O nosso projétil é colocado no cano e ao acender uma faísca o etanol junto com o oxigênio é forçado a sair jogando o projétil com força.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A24	O aluno A24 faltou no dia de aplicação do questionário.	Nenhum
A25	O meu projeto era o canhão e funcionava através da combustão que era formada por quatro fatores: Oxigênio, Combustível (Etanol), calor e a reação em cadeia. Funcionava da seguinte forma, colocávamos o etanol dentro do cano, sacudimos para evaporar o etanol e já entrar o oxigênio e depois colocávamos o isqueiro e ali já acontecia a reação em cadeia e o disparo era efetuado.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A28	O lançador de projétil funciona da seguinte maneira com o combustível que usamos etanol junto com o oxigênio e calor esperamos o combustível evaporar, assim que ele evapora juntando todos os elementos colocamos o projétil que no nosso caso era a bola de papel com uma meia camada final e com um buraco no cano na parte de cima onde é colocado os elementos, o cano é tampado por trás e na frente a bola e em cima um furo e assim acendemos com um acendedor ou isqueiro e como não tem outro lado para sair a pressão impulsiona a bola jogando ela longe.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A37	Meu lançador funciona a base de combustão primeiramente	Raciocínio

	<p>eu e minha equipe introduzimos etanol como combustível dentro de um cano e esperamos até evaporar como o etanol é mais pesado que o ar convencional ele fica no fundo depois colocamos uma bolinha de papel na ponta do cano e fazemos um pequeno furinho na parte de baixo do cano e nesse buraquinho nós introduzimos a ponta de um acendedor e apertamos o botão do fogo. Então o combustível pega fogo e dá uma explosão e sai pelo lado que tem a menor resistência que no caso é na parte onde está alocado a bolinha.</p>	<p>lógico</p> <p>Raciocínio proporcional</p> <p>Levantamento de hipóteses</p>
--	---	---

Tabela 6- Transcrição das respostas turma A equipe 5.

Na resposta do aluno A19 o modelo de Toulmin é formado pelos trechos: Dados (D) *“O lançador feito pela minha equipe funciona com base de combustão.”* e a garantia (W) é dado pelo trecho *“... o etanol evapora e junta com o oxigênio... ...e ao acender uma faísca...”* e a conclusão (C) pelo trecho *“... o etanol junto com o oxigênio é forçado a sair jogando o projétil com força.”*

Na resposta do aluno A28 os elementos do modelo de Toulmin são observados nos seguintes trechos: Dados(D) *“... o combustível que usamos etanol junto com o oxigênio e calor...”* a garantia (W) é dada pelo trecho *“... assim que ele evapora...”* e *“... e como não tem outro lado para sair a pressão...”* e a conclusão (C) pelo trecho *“... impulsiona a bola jogando-a longe.”*

4.3.1 Turma A – Equipe 6

Esta equipe era composta por seis alunas com identificação A18, A22, A23, A30, A35, A38.

A equipe inicialmente apresentou uma proposta de lançador de projétil que seria controlado remotamente e que o disparo ocorreria a distância. Apesar de o professor relatar a equipe que o pouco tempo disponível ao projeto iria influir negativamente na construção do artefato a equipe passou duas semanas ou quatro horas aulas tentando.

A dificuldade encontrada foi determinante para que a equipe optasse por um artefato mais simples conforme mostra a Figura 21.



Figura 21 - Lançador de projétil – turma A – equipe 6.

O lançador de projétil desta equipe consiste em dois canos de PVC com diferentes diâmetros conectados por um registro. A introdução de ar no tubo de maior diâmetro é realizada por um compressor que se conecta ao tubo por uma válvula de pneu de bicicleta. O lançador do objeto é efetuada após a introdução do ar no tubo de maior diâmetro e posterior liberação deste ar ao tubo de menor diâmetro pela abertura do registro.

A Tabela 7 apresenta a transcrição das respostas dos alunos a respeito do princípio de funcionamento do artefato construído.

Aluno	Transcrição	Indicador
A18	Nosso lançador de projétil foi construído com intuito de lançar objetos utilizando a pressão e a força do ar utilizamos então cano de pvc com um registro para que o ar não escapasse colocamos ar nesse cano com uma bombinha e quando já estivesse cheio de ar abrimos o registro e as moléculas de ar que estavam contraídas saem com toda sua pressão lançando o objeto para longe.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A22	Nós construímos um artefato de cano de pvc com uma capsula de pvc fechada depois injetamos as e o ar ficou comprimido na cápsula depois colocamos uma rolha na ponta do artefato e	Raciocínio lógico

	liberamos todo o ar que estava comprimido para a rolha com a força do ar empurrando a rolha ela saiu voando.	Raciocínio proporcional
A23	Usamos uma bomba de ar. Ao ligarmos a bomba o ar ficou comprimido no cano e quando giramos o registro para abriremos o ar que estava preso se solta e sai com pressão impulsionando o projétil.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A30	Utilizamos um tubo de pvc maior e outro menor colamos um ao outro e colocamos um registro. Utilizamos um compressor e quando se enche as moléculas de ar ficam comprimidas no tubo e quando abrimos o registro o ar que estava comprimido só terá uma saída sendo assim sairá com toda força lançando assim o projétil que no nosso caso foi utilizado uma rolha. Medimos os ângulos e com uns calculamos as funções quadráticas.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A35	O projétil consistia em lançar uma rolha em 3 ângulos diferentes em que o mesmo gerava impulso devido ao compressor de ar que era conduzido para encher um pequeno espaço sendo armazenado comprimidamente. Com o ar já comprimido ao rodar o registro que servia como válvula, o ar comprimido era liberado gerando pressão suficiente para a rolha ser lançada a metros de distância e altura formando então uma parábola.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
A38	O princípio é muito simples imagine você fazendo força contra um o ponto e de repente ela se abre que aconteceria com você? Não seria lançado no chão? Basicamente as moléculas de ar ficam comprimidas o bastante que quando encontra uma saída elas acabam saindo com a pressão que existem segundo a lei de Newton toda ação a uma reação.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional

Tabela 7- Transcrição das respostas turma A equipe 6.

A argumentação efetuada pelo aluno A18 utiliza os elementos dados (D), garantia (W) e conclusão (C) respectivamente nos seguintes trechos: “... a pressão e a força do ar utilizamos então... ..para que o ar não escapasse..”, “... quando já

estivesse cheio de ar...”, “abrimos o registro e as moléculas de ar que estavam contraídas saem com toda pressão...”.

4.3.1 Turma B – Equipe 1

Esta equipe era composta por seis alunas com identificação B1, B5, B28, B35, B37 e B38.

Esta equipe apresentou um lançador de projétil construído com palitos de picolé, um pequeno tubo de PVC e uma bola de soprar do tipo usado em aniversários. As conexões entre os diversos componentes foram efetuadas com cola branca e cola de isopor. A fragilidade física deste artefato ficou evidente, pois o mesmo quebrou ou desmontou por pelo menos três vezes durante os testes de lançamentos.

Outra situação que ficou evidente foi o desentrosamento entre as integrantes da equipe devido às dificuldades de encontrar um consenso entre as diversas opiniões das mesmas.

Como consequência as situações citadas, no dia de culminância do projeto o artefato confeccionado por esta equipe não foi apresentado a comunidade escolar. A Figura 22 mostra o artefato construído pela equipe.



Figura 22 - Lançador de projétil – turma B – equipe 1.

A Tabela 8 apresenta a transcrição das respostas das integrantes a respeito do funcionamento do artefato.

Aluno	Transcrição	Indicador
B1	A minha equipe fez um lançador a pressão do ar comprimido onde tinha um cano e com a bexiga na ponta aonde puxávamos e então uma bolinha se lançava. O lançador foi feito por palitos de picolé aonde tinha um pedaço de um palito que regulava para os graus 30, 45 e 50. Para ser lançado era preciso coloca-lo em um lugar um pouco alto como uma mesa.	Raciocínio lógico
B5	Nós fizemos na base um pequeno objeto que permitia-nos a ajustar os graus entre 30°, 45° e 60° nós ajustávamos colocamos no ângulo em que queríamos colocávamos a bolinha e lançamos. O lançamento foi bom até o nosso canhão ser quebrado, mas como fizemos teste nós conseguimos tirar a fórmula necessária da parábola que usamos.	Raciocínio lógico
B28	No meu grupo elaboramos um canhão que seu lançamento ocorreria com uma bexiga, então colocamos uma bolinha de papel para o teste e a parábola foi se formando de acordo com o ângulo que o professor pediu.	Raciocínio lógico
B35	O nosso trabalho foi usado o ar comprimido onde é desenvolvido em um lugar fechado, quando atirado é arremessado com pressão, atirado do solo onde pode fazer os movimentos verticais e horizontais.	Nenhum
B37	Nosso projeto é um canhão. O projétil é lançado por uma bexiga, um objeto elástico que quando esticamos e soltamos produz uma força que projeta pra determinado ângulo o objeto a se lançar. Então a bexiga tem a função de empurrar com sua força elástica o objeto a ser lançado.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
B38	Bom, o lançador de projétil foi um método utilizado para calcular o tempo, a distância, usamos a física como cálculo fórmula em que calculávamos a massa, o tempo e a distância.	Nenhum

Tabela 8 - Transcrição das respostas turma B equipe 1.

A dificuldade de expressar de forma científica o modo de funcionamento do artefato é notório na fala das integrantes B1 e B35, pois não se usou o termo ar comprimido neste artefato, além da integrante B38 que explicou o que foi solicitado ,porém não o funcionamento do artefato.

A habilidade de cooperação não foi bem trabalhada pelas integrantes da equipe de modo que a maioria da equipe não se envolveu de modo efetivo na construção do artefato. O professor conversou com toda a equipe e as próprias integrantes reconheceram o problema de relacionamento. Nesta conversa todas as integrantes reconheceram a importância da cooperação para o sucesso e algumas integrantes reconheceram sua pouca participação e se comprometeram a ter muita integração nos próximos projetos.

4.3.1 Turma B – Equipe 2

Esta equipe era composta por seis alunos com identificação B2, B6, B8, B10, B16 e B33.

O lançador de projétil desta equipe utilizou como meio de propulsão o ar comprimido que era inserido em uma câmara com tubo de PVC interligado a um registro que liberava o ar comprimido para o lançamento do projétil através de outro tubo de PVC de menor diâmetro.

Esta equipe mostrou grande ânimo para a construção do artefato inclusive efetuando uma pintura de camuflagem para um melhor aspecto estético conforme mostra a Figura 23.



Figura 23 – Lançador de projétil – turma B – equipe 2.

A Tabela 9 apresenta a transcrição das respostas dos integrantes a respeito do funcionamento do artefato e respectivos indicadores de alfabetização científica.

Aluno	Transcrição	Indicador
B2	Quando nós fizemos o projétil calculamos as medidas e espessura dos materiais. O nosso artefato foi a base de ar comprimido ou seja enchemos um cano com ar até o ar ficasse denso, depois soltamos tudo de uma vez com pressão e assim lançar o projétil logo a uma distância x e saiu do perímetro e podemos calcular sua parábola.	Raciocínio lógico
B6	A minha equipe utilizou canos de pvc para montar o projeto, ele funciona assim: há um bico de câmara de ar nele e também um registro. Primeiro fechamos o registro para que o ar seja mantido lá e se torne comprimido, depois de encher o ar ficava retido nela então abrimos o registro e a batata é lançada. Isso acontece porque quando liberamos o ar comprimido uma certa pressão é liberada e o ar impulsiona a batata.	Raciocínio lógico
B8	O lançador de projétil é um meio de lançar certo objeto a uma determinada distância. Ele é confeccionado com canos de pvc	Raciocínio lógico

	<p>na mesma estrutura um bico de pneu ou algo parecido, e uma bomba de encher pneu. O ar é armazenado em um cano e comprimido tornando o ar mais denso, e assim sendo mais força, quando for lançar o projétil ele tem mais força fazendo ele ir mais longe.</p>	<p>Raciocínio proporcional</p>
B10	<p>O lançador de projétil do meu grupo funciona da seguinte forma. Ele tem um cano de 50 centímetros e nesse cano é preenchido de ar com uma bomba de bicicleta entre outros. Na ponta desse cano tem um registro que fica fechado enquanto o ar fica comprimido no cano de 50 na ponta do registro sai um cano de 25 centímetros e nesse cano será colocado o projétil que é uma batata. Basta somente abrir o registro e todo ar que estiver comprimido no cano de 50 centímetros vai sair e lançar o projétil. O projeto realmente ficou muito bom além de que tínhamos esperado e o projétil foi muito longe e alto.</p>	<p>Raciocínio lógico</p> <p>Raciocínio proporcional</p>
B16	<p>A minha equipe montou um lançador de ar comprimido, a equipe usou uma bomba para encher de ar e logo depois colocamos uma batata para lançar quando a gente abriu a passagem de ar a batata alcançava uma altura e distância muito grande pois o ar estava comprimido e quando abrimos a pressão era tanta que fazia a batata ir longe e o professor nos deu medidas para fazer o lançamento.</p>	<p>Raciocínio lógico</p> <p>Raciocínio proporcional</p>
B33	<p>Primeiramente nos colocamos o lançador de projétil em qual ângulo o projétil será lançado depois disso nos olhamos o registro colocamos o projétil empurramos ele para dentro do projétil, fechamos o registro e colocamos ar em uma parte que fica atrás do registro. Nestes testes que o meu grupo fez nos calculamos a distancia e a altura que o projétil foi lançado depois disso nos calculamos a velocidade (tempo) que o projétil demorou par cair. Com isso nos fizemos cálculos para calcular o que for pedido.</p>	<p>Seriação de informações</p> <p>Raciocínio lógico</p> <p>Raciocínio proporcional</p>

Tabela 9- Transcrição das respostas turma B equipe 2.

Na resposta do aluno B6 demonstra uma relação de causa e efeito. No trecho, “.. *fechamos o registro para que o ar possa ser mantido lá...*” indica uma condição prévia. O trecho “... *então abrimos o registro e a batata é lançada...*” indica uma conclusão e o trecho “... *Isso acontece porque quando liberamos o ar comprimido uma certa pressão é liberada e o ar impulsiona a batata.*” indica uma justificativa para a conclusão.

Na resposta do aluno B8 o indicador de raciocínio proporcional é demonstrado pela trecho: “...*assim sendo mias força, quando for lançar o projétil ele tem mais força fazendo ele ir mais longe.*”.

4.3.1 Turma B – Equipe 3

Esta equipe foi composta por cinco alunos e uma aluna com identificação B3, B7, B11, B13, B27 e B31.

Esta equipe apresentou uma excelente organização nas atividades realizadas durante o projeto e perfeita harmonia entre os integrantes. Neste sentido, competências como cooperação, resolução de problemas e pensamento foram muito bem exercitadas e contribuíram o excelente desempenho da equipe.

A montagem do lançador de projétil foi executada no laboratório de ciências com materiais de fácil manipulação tais como peças de PVC e cola. Um dos momentos de montagem do artefato é mostrado na Figura 24.



Figura 24 – Montagem do artefato turma B equipe 3.

Concluído a montagem do artefato já na segunda semana a equipe seguiu para o pátio da escola para execução dos testes de lançamento efetuando as medidas de alcance do projétil nas três angulações solicitadas conforme mostra a Figura 25.



Figura 25 – Teste de funcionamento.

As medições efetuadas foram de distância e tempo da trajetória do projétil entre o disparo e chegada ao solo para cada uma das três angulações (30, 45 e 90 graus)

solicitadas pelo professor. A Figura 26 mostra a equipe em um dos momentos de medição de tempo e distância.



Figura 26 – Anotação de medidas e cálculos.

O artefato é constituído por tubos de PVC, registro e válvula. As peças de PVC são unidas por cola plástica. O lançamento do projétil é efetuado pelo enchimento do tubo de PVC de maior diâmetro com ar comprimido. Ao se abrir a válvula o ar comprimido é liberado pelo tubo de PVC de menor diâmetro ocasionando o lançamento do projétil. A Figura 27 mostra a artefato construído pela equipe.



Figura 27 – Lançador de projétil Turma B equipe 3.

A Tabela 10 apresenta as transcrições das respostas dos alunos sobre o princípio de funcionamento do artefato.

Aluno	Transcrição	Indicador
B3	Em nosso lançador de projeteis foi usado para impulsionar o projétil o ar comprimido que é o resultado de quando você comprime muito ar em um local pequeno, quando isso acontece o ar tende a sair por qualquer abertura que tenha neste local, e por isso este local tem que ser totalmente fechado, com apenas uma saída que no caso e o registro quando acionamos o mesmo, como o ar quer sair de qualquer maneira ele sai com muita pressão e com isso ele lança o objeto que por sua vez produz uma parábola.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional Levantamento de hipóteses
B7	Bom o lançador tinha quatro marcas 0° , 30° , 45° e 60° graus o projeto de meu time foi um lançador de batatas, a uma altura de 30° , 45° e 60° graus onde com um compressor enchiam de ar por uns 16 segundos quando terminava, regulava a medida do lançador de uma das três medidas e lançava.	Raciocínio lógico
B11	O lançamento foi efetuado nas angulações de 30° , 45° e 60° graus para lançar a batata utilizamos o ar comprimido para ter potência suficiente para artefato alcançar certa distância. As contas sobre o lançamento forma feitas através da função quadrática e com o lançamento oblíquo para entendermos como funcionava conseguimos relacionar bem a física e a matemática nas explicações.	Raciocínio lógico
B13	Não respondeu	Nenhum
B27	Não respondeu	Nenhum
B31	Nossa equipe confeccionou um canhão lançador de batatas onde foi feito com cano e utilizamos uma bomba de ar e um compressor que enchia parte do cano tampado e fechado por um registro e o ar se comprimia então, ora pela bomba e ora pelo compressor com isso ao abrimos o registro a	Seriação de informações Raciocínio lógico

	<p>velocidade era tanta que expulsava lançava a batata que fora colocada na ponta de um dos canos para bem longe.</p> <p>Lançamos em três ângulos diferentes: 30°, 45° e 60° graus logo íamos antes que caíssem a um determinado local e então medíamos a distância e com fórmulas passadas pelo professor encontramos até a velocidade obtida.</p>	<p>Raciocínio lógico</p>
--	---	--------------------------

Tabela 10 - Transcrição das respostas turma B equipe 3.

Na argumentação do aluno B3 o modelo simples de Toulmin é utilizando quando o aluno fornece dados (D) *“quando você comprime muito ar em um local pequeno”* e fornece garantia (W) *“o ar tende a sair por qualquer abertura que tenha neste local”* e finaliza com uma conclusão *“ele sai com muita pressão e com isso ele lança o objeto”*.

4.3.1 Turma B – Equipe 4

Esta equipe era composta por seis alunos com identificação B9, B12, B24, B25, B32 e B36.

O projeto original desta equipe foi montar o lançador de projétil acoplado a um carrinho de controle remoto. Apesar de serem alertados pelo professor quanto a dificuldades de se adaptar um objeto qualquer a um carrinho de controle remoto a equipe decidiu continuar com o projeto original. A Figura 28 mostra a equipe efetuando os estudos e esboços do artefato dentro do laboratório de Ciências da escola.



Figura 28 – Planejamento turma B equipe 4.

Conforme antecipado pelo professor, a dificuldade de se acoplar o lançador de projétil ao carrinho de controle remoto teve como resultado a construção parcial do artefato. Ou seja, o lançador de projétil foi construído porém o ajuste de angulação e lançamento remoto proposta inicialmente pela equipe não foi concretizado.

O lançador de projétil foi construído com uma cano de PVC com uma mola em seu interior. A mola era contraída no interior do tubo de PVC e travada por um gatilho. O objeto a ser lançado era então introduzido no interior do tubo, a se acionar o gatilho a mola era liberada e se estendia ocasionando o lançamento do objeto no interior do tubo. A Figura 29 mostra o lançador de projétil com os alunos segurando o lançador junto ao carrinho para simular como ficaria o projeto original.



Figura 29 – Lançador de projétil turma B equipe 4.

A Tabela 11 apresenta as transcrições das respostas dos alunos sobre o princípio de funcionamento do artefato.

Aluno	Transcrição	Indicador
B9	Nós utilizamos a força da mecânica foi colocado dentro de um cano de PVC uma mola com uma base e um gatilho na ponta. Quando comprimida a mola utilizando a força mecânica e gravidade a base da mola se choca contra o projétil possibilitando que ele vá em cerca de 5 metros em linha reta.	Raciocínio lógico
B12	Nós puxamos a mola engatamos e ao soltar a força da mola encontra com a bola no meio do cano arremessando a bolinha.	Raciocínio lógico
B24	É um lançador por mola é usado um cano para empurrar a mola e carregar o projétil em seguida a mola é travada esperando serem destravados para lançar que deve ir de 30°, 45° e 60° graus.	Raciocínio lógico
B25	O atirador que fizemos em nossa equipe está relacionada a mecânica utilizando um cano e uma mola. Colocando algum objeto de um certo tamanho dentro desse cano a mola gera uma certa proporção de potência que quando bate no objeto a lançar para frente assim indo alguns metros.	Raciocínio lógico
B32	O lançador era ativado manualmente imprensando a mola gerando pressão fazendo com que a munição fosse lançada longe, mas para gerar pressão o recipiente deve ser resistente para não acontecer tragédia.	Raciocínio lógico
B36	Nosso lançador de projétil utilizou a energia mecânica de uma mola para ter a força suficiente para lançar o objeto a certa distância quanto mais se comprimia a mola mais energia e força ela tinha.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional

Tabela 11 - Transcrição das respostas turma B equipe 4.

As argumentações apresentadas pelos alunos foram essencialmente muito parecidas, todas baseadas na relação causa e efeito. Ao comprimir a mola gera-se uma força que é liberada ao se apertar o gatilho e assim é lançado o projétil.

Estabeleceu-se o seguinte diálogo entre professor e equipe:

Professor: *“Quando vocês comprimem a mola ocorre acúmulo de energia. Vocês sabem me dizer qual é o tipo de energia?”*

Aluno B9: *“Energia mecânica!”*

Professor: *“Sim, energia mecânica. Mais especificamente energia potencial elástica.”*

Aluno B24: *“Energia potencial?”*

Professor: *“Potencial é a energia acumulada. Ou seja, ao comprimir a mola você transfere energia para a mola. Esta energia está acumulada e será liberada quando a mola retornar a sua posição normal.”*

Destacamos a resposta do aluno B36 quando ele utiliza a proporcionalidade na compressão da mola *“... quanto mais se comprime a mola mais energia e força ela tinha...”*

4.3.1 Turma B – Equipe 5

Esta equipe era composta por dois alunos e quatro alunas com identificação B14, B15, B19, B22, B30 e B34.

O artefato construído pela equipe foi um lançador de foguete de garrafa PET. Sua propulsão era realizada pela inserção de ar comprimido através de um cano de PVC interligado a interior do foguete. O interior do foguete também era preenchido parcialmente com água. O lançamento do foguete era realizado ao liberar o ar comprimido, inserido previamente por uma bomba, por meio de um gatilho existente na base do artefato. O água foi utilizada para aumentar o alcance devido a conservação do movimento, ou seja, ao liberar a água o foguete liberava peso e adquiria maior alcance. A Figura 30 apresenta o foguete de garrafa PET e sua base de lançamento.



Figura 30 – Foguete de garrafa PET turma B equipe 5.

A Tabela 12 apresenta as transcrições das respostas dos alunos sobre o princípio de funcionamento do artefato.

Aluno	Transcrição	Indicador
B14	Fizemos um lançador de foguete de água e ar comprimido. Na base tinha caminhos com cano de pvc onde ficava a água e um ventil de pneu na ponta onde se era engatado a bomba de ar com o ar fazendo pressão a agua que ia para o foguete ele era lançado com facilidade. Os ângulos propostos definia a altura e a distância do foguete lançado no ângulo de 60° a altura era maior porém a distância diminuía já no ângulo de 30° era menor e a distância maior.	Seriação de informações Raciocínio logico Levantamento de hipóteses
B15	Bom, o projétil feito pela minha equipe foi um foguete onde usamos para a montagem cano pvc, enforca-gato, registro, ventil de pneu radial dentre outros. Nosso foguete é de ar comprimido onde é feito de garrafa pet com nossa base feita encaixamos o foguete na base e nesse foguete colocamos água encaixamos a bomba de ar no ventil com a pressão do ar e o peso da água quando puxamos o gatilho que faz com que ele fique preso ele diretamente sobe formando os	Classificação de informações Raciocínio lógico

	ângulos cujos selecionamos na base.	
B19	O trabalho foi basicamente colocar um pouco de água no foguete e com isso usamos a bomba para jogar ar dentro do foguete e algum momento o ar está sendo lançado para fora fica sem lugar por onde ele passar então assim o foguete é lançado para cima e assim foi feito o foguete com ar comprimido.	Classificação de informações Raciocínio lógico
B22	Bom, o nosso projétil foi lançado com uma bomba de ar com um pouco de água para ter força e ir para onde quisermos. Nesse projétil utilizamos 5 canos de pvc, um ventil, um registro, barbante, cola de cano, braçadeira antes de comermos a lançar foi dado muita intriga com o grupo, pois muitos falaram que não iria dar certo, porém, deu tudo certo.	Raciocínio lógico
B30	O meu lançador de foguete foi dividido em duas partes, a montagem da base de lançamento e a confecção do foguete. O lançamento era basicamente ligar uma bomba de ar a base e quando o ar ia se comprimindo no interior da base ele deixava o foguete instável e dentro do foguete tinha água para aumentar a pressão e dar mais impulso ao foguete que estava preso à base por uma espécie de gatilho quando era acionado liberava o ar comprimido e impulsionava o foguete para a direção desejada, nos lançamentos miramos na direção dos ângulos de 30°, 45° e 60°.	Seriação de informações Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
B34	Nós fizemos um foguete fizemos ele de garrafa pet e a base com alguns canos e outras coisas colocamos um pouco d'água no foguete e nós tínhamos bombinha de encher pneu de bicicleta com a pressão que nós fazíamos (ar comprimido) a garrafa pet subia e tinha os ângulos (30°, 45° e 60°).	Raciocínio lógico

Tabela 12 – Transcrição das respostas turma B equipe 5.

A argumentação do aluno B14 utiliza como dados (D) a pressão do ar comprimido sobre a água fornecendo como garantia (W) existência da pressão fornecida por uma bomba que terá como conclusão (C) o lançamento do foguete.

Na argumentação do aluno B19 gostaríamos de destacar “... *o ar está sendo lançado para fora fica sem lugar por onde ele passar então assim...*” este pequeno trecho mesmo uma relação de causa e efeito. Ou seja, o ar comprimido é expelido no lado que apresenta a menor resistência física.

Na resposta da aluna B22 destacamos o trecho “... *foi dado muito intriga com o grupo, pois muitos falaram que não iria dar certo...*” Este recorte da fala da aluna apresenta uma das características da metodologia ativa de ensino, que possibilita aos alunos por meio da experimentação real e concreta a busca pela solução de problemas, o raciocínio crítico e a comunicação de ideias.

Destacamos também a resposta do aluno B30 que explicou com clareza o princípio de funcionamento do lançador de foguete e utilizou termos como instável, pressão e impulso para justificar sua explicação.

4.3.1 Turma B – Equipe 6

Esta equipe era composta por três alunos e três alunas com identificação B4, B17, B18, B23, B26 e B29.

A equipe escolheu um lançador de projétil cujo modo de propulsão foi o ar comprimido com modo de construção muito similar ao utilizado pela equipe 2 da turma B. O artefato foi construído por dois tubos de PVC de diferentes diâmetros interligados por um registro. Por meio de uma bomba manual de pneu de bicicleta o ar era comprimido no tubo de diâmetro maior. Ao ser aberto o registro o ar comprimido era expelido pelo tubo de PVC de menor diâmetro causando o disparo do projétil. A Figura 31 mostra o artefato construído pela equipe na mão de um dos alunos.



Figura 31 – Lançador de projétil – turma B – equipe 6.

A Tabela 13 apresenta a transcrição das respostas dos integrantes da equipe a respeito do princípio de funcionamento do artefato e respectivos indicadores de alfabetização científica.

Aluno	Transcrição	Indicador
B4	O lançador de projétil de minha equipe foi o canhão lançador de batatas onde o que lançava a batata era o ar comprimido. Para que possamos ter o ar dentro do canhão utilizamos a bomba de encher pneu de bicicleta com isso fechamos o registro do canhão e enchemos até sentir que esteja com uma quantidade grande capaz de lançar a batata nos ângulos de 60° onde ele ficou mais em pé, não totalmente, o de 45° mais para baixo e o de 30° quase horizontal. Após abrir o registro essas batatas eram lançadas nesses ângulos onde o que mudava era a distância e velocidade, mas todos cronometrados em 15 segundos.	Raciocínio lógico Raciocínio Proporcional Explicação
B17	Foi feito os lançamentos de 30° , 45° e 60° colocando as bombadas ou minutos para encher o ar e depois calcular a velocidade da batata que foi lançada e ver aonde ela parou.	Raciocínio proporcional

B18	Foi um projeto onde o objetivo era que uma base no chão fosse lançado algo de um projétil nos ângulos pedidos. Vendo como seria lançado onde determinaríamos altura e tempo.	Nenhum
B23	Não respondeu	
B26	Meu projeto foi o canhão de batatas nele colocamos um cano para poder fazer o ar comprimindo ele era a base pro lançador fazer algo dei o impulso para batata que ao colocarmos e testar nos ângulos 30° 45° e 60° vimos que quando o ângulo aumentava a batata não ia mais longe do que pois a batata fazia uma curva no ar para poder cair. Já o de 30° que é quase reto a batata ia mais longe pois não fazia muita curva para cair e saia com mais pressão por isso alcançava maiores longitudes.	Raciocínio lógico Raciocínio Proporcional
B29	O da minha equipe foi um lançador de batatas, ele funciona com o ar comprimido. Você coloca a batata na boca do cano e depois você empurra ela para o final, quando chegar você vai enchendo o final do cano com ar de uma bomba de encher pneus e depois só escolher o ângulo entre 30, 45 e 60 e ver a distancia e a velocidade que cai o objeto.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional Previsão

Tabela 13 – Transcrição das respostas turma B equipe 6.

Na resposta do aluno B4 um padrão argumentativo é percebido quando ele condiciona o lançamento da batata a existência prévia de ar comprimido no interior do cano. Relacionando ao modelo de Toulmin podemos transcrever a fala do aluno na seguinte sequência: Existindo ar dentro do canhão (D), que será fornecido por uma bomba (W) é possível fazer o lançamento do projétil (C).

Na resposta do aluno B26 a explicação é bem articulada demonstrando uma relação entre causa e efeito. Nesta situação ele faz uso de um quantificador modal (Q) quando condicionado a distância alcançada pelo projétil ao ângulo escolhido.

4.4 Avaliação dos alunos sobre o método de ensino

Foram questionadas aos alunos suas opiniões sobre metodologia de ensino adotada, se gostaram ou não justificando suas respostas. Nas seções 4.4.1 e 4.4.2 serão transcritas as respostas dos alunos.

Nesta seção, a fim de evitar transcrições de opiniões similares, selecionamos apenas comentários, considerados mais relevantes, de dez alunos de cada turma com vistas a mostrar os aspectos motivacionais envolvidos na aplicação de uma metodologia de ensino ativa.

4.4.1 Respostas dos alunos da Turma A

Aluna A6: *“Sim, gostei muito nunca pensei que fosse capaz de fazer um lançador e me surpreendi muito com as habilidades que eu e meu time adquirimos nesse bimestre. Como disse, gostei bastante da metodologia de ensino adotada para esse bimestre poderia ser repetido no nosso último bimestre”.*

Aluno A12: *“Sim, porque foi um jeito diferente de se estudar a matéria, foi mais prático e que com isso com a criação de projétil podemos ver a parábola deu muito trabalho mais no fim conseguimos ver aprendemos a calcular os ângulos, a velocidade percorrida e foi muito bacana, com as aulas práticas é melhor porque a gente sai do ambiente da sala de aula e com isso ficamos mais interessados”.*

Aluno A16: *“Sim. Porque foi muito importante para mim porque antes eu nem tinha ideia de como calcular as coisas que eu aprendi e hoje sei como calcular isso que eu aprendi. Antes eu não sabia o que era uma parábola não sabia calcular altura máxima e nem distância máxima e hoje eu sei por meio da metodologia de ensino adotada. E a metodologia da gente ter saído de sala e feito a prática foi bem melhor do que ficar na sala”.*

Aluno A20: *“A metodologia de ensino utilizada foi extremamente interessante e sim gostei por diversos fatores que possibilitaram isso. O projeto possui um interessante método de aprendizado, pois testa muito de nossos conhecimentos críticos e de trabalho em equipe pois para que o projeto fosse completado cada integrante do*

grupo não apenas se envolveu como se comprometeu com o projeto. Assim, cada integrante com a sua parte e adquirindo conhecimentos ao longo do trabalho, aprendendo o funcionamento e desenvolvendo ideias. Ao mesmo tempo o mais interessante foi que conforme foi passando o tempo os integrantes se divertiam com o trabalho e ao mesmo tempo fazendo anotações sobre o projeto. O mesmo projeto muito bem elaborado executado com uma boa metodologia de ensino”.

Aluno A21: “Sim. Em minha concepção a atividade prática exige mais do aluno, faz com que o mesmo pense mais a respeito do projeto. Infelizmente não são todos que veem desta forma e aproveitam esta oportunidade de concretizar os conceitos aprendidos. No meu artefato produzido foi gratificante vê-lo lançar a bolinha de gude em três ângulos. A metodologia aplicada foi excelente, pois saímos do tradicional que é a sala de aula e fomos executar estes conhecimentos. Gostei muito, achei espetacular e no 4º bimestre tem mais”.

Aluno A32: “Sim. Porque essa metodologia acredito que nos ajudou bastante e colocou nosso aprendizado na prática, porque tivemos que aprender bem para o trabalho funcionar perfeitamente, foi uma metodologia muito diferente do que estamos acostumados mas foi uma metodologia ótima. Todo nosso aprendizado colocamos em prática em uma forma muito boa, mesmo não sendo nada fácil”.

Aluna A33: “Sim, pois aprendemos bastante dessa forma além de que na prática fica mais fácil sabermos o que estamos fazendo. Espero que no próximo bimestre tenha um projeto no qual possamos trabalhar em equipe novamente. Foi um projeto bom, todas nos empenhamos muito e conseguimos fazer. Ao fazer os cálculos do projeto em meu ver foi incrível observar que o lançador gera uma parábola é ótimo dá uma satisfação enorme em saber que deu certo”.

Aluna A36: “Sim. Pois foi uma aula diferente e no motivou a querer pesquisar mais e mais sobre as coisas. E eu achei muito interessante pois eu não sabia desse conceito do etanol e tudo. Eu apoio mais trabalhos assim”.

Aluno A37: “Sim. Gostei bastante de fazer esse projeto pelo fato de usar a matemática e a ciência de forma prática aplicando ao nosso dia a dia, eu tinha visto

aquilo apenas no quadro agora presenciei a parábola no pátio com meu lançador de projétil”.

Aluno A38: *“Sim. Devido a interação com os alunos essa metodologia indiretamente ensinou os estudantes a trabalhar em equipe, criar pensamentos críticos, aprender a dialogar e o melhor aprender a dialogar e ser liderado. As escolas precisam evoluir já se passaram vários anos e a metodologia é a mesma. E neste ano de 2017 podemos ver que a matéria de matemática vem pelo menos tentando implantar ou melhor renovar a metodologia de ensino”.*

4.4.2 Respostas dos alunos da Turma B

Aluno B3: *“Sim, a metodologia utilizada foi muito boa, pois desta forma nós aprendemos esta matéria que é um pouco chata de uma forma interessante desta maneira podemos ver que o que aprendemos e vemos na parte teórica aconteceu realmente na prática como, por exemplo, a parábola que não vimos o que acontece na parte teórica e realmente aconteceu exatamente como tínhamos aprendido”.*

Aluno B6: *“Sim, gostei muito das aulas em ar livre e da metodologia aplicada pelo professor, as aulas se tornaram muito mais interativas, pois podemos participar mais ativamente das aulas, na minha opinião aulas assim devem ser cada vez mais constantes pois assim aumentava muito os interesses dos alunos”.*

Aluno B10: *“Sim, foi um projeto muito bom em que aprendemos de uma forma diferente uma forma muito legal montar o lançador foi muito maneiro os cálculos foram feitos foram muito legais aprendemos esses cálculos de uma maneira superlegal e diferente foi o melhor e mais legal projeto que já fiz. O legal mesmo é que não ficou somente na teoria calculamos tudo e o mais legal é que os cálculos batiam com o lançador podemos observar de como a matemática é complexa e nunca falha. Espero que façam vir mais trabalho como esse e muito melhor acredito que devido a esse projeto a aprendizagem foi muito melhor”.*

Aluno B11: *“Sim, a metodologia de ensino adotada nesse bimestre foi bastante diferenciada e em minha opinião foi mais estimulante para aprendermos a matéria e possibilitou também ao time ir se organizando mais porque tinha várias tarefas que teriam que ser dividida igualmente entre os alunos. Nesse bimestre acho que o diferencial foi ter as aulas diversificadas em vários locais diferentes como laboratório de ciências, aulas no pátio e no laboratório de informática”.*

Aluna B15: *“Sim. Pois foi uma atividade onde podemos conhecer certos métodos da matemática e não apenas a matemática e sim nossos potenciais onde vimos nossa capacidade de criar um projeto e também a união da equipe onde todos nós tivemos a oportunidade de trabalhar em equipe, ajudar um ao outro e a chegar a um bom resultado. Esta atividade com tudo foi boa. Diferente onde ela nos tirou da zona de conforto e nos levou a novos desafios”.*

Aluno B17: *“Sim. Porque a gente aprendemos fazer o lançamento e o cálculo de física e matemática e trabalhar em equipe e também sabemos conteúdo que a gente for fazer tem utilizar cálculo”.*

Aluno B19: *“Então foi muito bom e muito maneiro o projétil, pois aprendemos a calcular o tempo e a altura de acordo com os graus selecionados pela base, e aprendemos mais sobre a matéria ficamos muito interessados e o mais importante aprendemos então por mim eu gostei muito dessa metodologia de ensino”.*

Aluna B22: *“Sim, porque apesar de termos brigas no trabalho a metodologia desse bimestre foi mais esforçada nesse bimestre os alunos tiveram interesse em aprender eles fizeram todos os deveres prestaram atenção nas correções fizeram menos bagunça e falaram bem menos também. O ensino esse bimestre foi bem melhor e bem mais aprendido”.*

Aluno B26: *“Sim. Pois me ensino a ver como é que os misseis se comportam quando são lançados dependendo do ângulo ele vai ir mais longe e não vai subir tanto ou vai subir e ir mais longe. Vi também os graus como que funcionam e são calculados achei muito interessante pois foi uma forma diferente de aprender e o mais legal foi poder ver e vivenciar algo que eu e meu grupo construiu funcionando perfeitamente e*

passando expectativas. Apoio mais trabalhos como esse e dou os parabéns pela atividade nos passada”.

Aluno B30: “Sim. Gostei bastante da metodologia desse bimestre achei bastante interessante as aulas terem sido na prática normalmente vemos algo parecido porém só em exercícios ou vídeos e a gente ter botado em prática um projeto em que devíamos fazer um lançador de projétil foi muito bom para o conhecimento eu acho que deveríamos ter mais aulas práticas principalmente nas matérias de matemática mais difíceis”.

Aluno B31: “Sim, pois acho que com ela os alunos se integraram mais trabalharam em equipe e viram que o segredo e a fórmula era o trabalho em equipe a ajuda e participação de todos os integrantes foi superimportante para o desenvolvimento, criação e conclusão do projeto. Gostei bastante também, pois foram utilizadas duas matérias e isso é muito importante. Aonde em matemática vimos função quadrática e em física, o lançamento oblíquo. O importante é que praticamos o projeto juntos numa aula prática e rica em conhecimentos novos que com a percepção e atenção nós mesmos tiramos nossas próprias dúvidas ao longo do projeto”.

4.4.3 Análise das respostas

Dos 67 estudantes que responderam a questão se aprovam ou não a metodologia de ensino adotada, 66 estudantes responderam que sim e apenas 1 respondeu que não gostou. Desse modo o índice de aprovação foi de 99%. A Figura 32 apresenta de forma gráfica o resultado citado.



Figura 32- Opinião dos alunos sobre a metodologia de ensino.

Alguns fatores contribuíram para uma aceitação quase unânime da metodologia de ensino utilizada. Esses fatores recorrentes nas respostas dos alunos com destaque para atividade prática, saída do ambiente de sala de aula e atividades em equipe. As respostas se alinham com a proposta de ensino na medida em que se aprendeu fazendo, possibilitou exercitar e desenvolver atitudes e habilidades interpessoais, desenvolver a resolução de problemas reais e o por fim o pensamento crítico.

Neste sentido destacamos pequenos trechos para demonstrar os aspectos citados no parágrafo anterior. “... gostei muito nunca pensei que fosse capaz de fazer um lançador e me surpreendi muito com as habilidades que eu e meu time adquirimos neste bimestre...”. Trecho da resposta de outro aluno: “... foi muito bacana, com as aulas práticas é melhor porque a gente sai do ambiente de sala de aula e com isso ficamos mais interessados.”. Outro aluno relata: “...foi gratificante vê-lo lançar a bolinha de gude em três ângulos. A metodologia adotada foi excelente pois saímos do tradicional que é a sala de aula...”. Relato de uma aluna: “... tivemos a oportunidade de trabalhar em equipe, ajudar um ao outro... ...nos tirou da zona de conforto e nos levou a novos desafios.”. E finalizando outro aluno relata: “... as aulas se tornaram muito mais interativas, pois podemos participar mais ativamente das aulas...”.

Capítulo 5

Conclusão

5.1 Considerações finais

A sequência didática proposta neste trabalho foi idealizada para promover nos alunos o interesse pelas Ciências e em especial a Física. A escolha por uma metodologia ativa de ensino se alinha com este objetivo, pois tem como premissa o aprender fazendo de modo a incentivar a curiosidade do aluno e a partir desta estimular a investigação e a busca por soluções.

Não há dúvidas que a metodologia de ensino utilizada agrade aos alunos, principalmente porque os retirou da rotina de uma sala de aula, onde prevalece a forma expositiva do conteúdo escolar pelo professor.

Para muitos alunos egressos do Ensino Fundamental de uma escola pública e ingressante no Ensino Médio, a disciplina Física é uma novidade. Logo, é primordial estimular o gosto pelas Ciências com atividades prazerosas e estimulantes no ambiente escolar. Neste sentido, a Aprendizagem Baseada em Projetos torna-se um método de ensino adequado para este primeiro contato desses alunos com a Física na medida em que possibilita a realização de atividades práticas que façam sentido e proporcione a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem.

Cabe destacar o grande comprometimento dos alunos na realização das atividades do projeto e seu interesse para sua conclusão com sucesso. Ações comportamentais são difíceis de mensurar, porém o engajamento demonstrado pelos alunos exprime uma grande motivação por construir e aprender o que sem dúvida contribui para uma melhor aprendizagem. O que ratifica os resultados das pesquisas realizadas por Bell (2010) e Solomon (2003).

O estímulo ao conhecimento dos princípios elementares dos fenômenos físicos foi atingido na medida em que os alunos pesquisaram e conseguiram explicar o modo de funcionamento de seus artefatos citando termos técnicos e científicos.

A aplicação da sequência didática ocorreu em turmas com elevado número de alunos, mais de trinta alunos, o que prejudica a interação entre professor e alunos. De qualquer forma, foi possível observar o envolvimento e engajamento dos alunos durante

o projeto que demonstra de uma forma qualitativa o aumento da motivação para aprender dos alunos.

Infelizmente na rede estadual de educação são raras as turmas com menos de trinta alunos, porém como recomendação para futura pesquisa este pesquisador sugere que a sequência didática seja aplicada em turmas menores de modo a registrar os resultados obtidos.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, A. et al. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, 2016.
- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, R. **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 2009. p. 59-66.
- BARRETO FILHO, B.; SILVA, C. X. D. **Física aula por aula**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.
- BARTSCHER, K.; GOULD, B.; NUTTER, S. **Increasing student motivation through Project-Based Learning**, 20/12/1995. 57 f. Dissertação (Mestrado), Saint Xavier University, Chicago, 1995.
- BELL, S. Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. **The Clearing House**, v. 83, n. 2, p. 39-43, 2010.
- BLUMENFELD, P. C. et al. Motivating Project-Based learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. **Educational Psychologist**, v. 26, p. 369-398, 1991.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION. **Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- DA LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A.; GUIMARÃES, C. D. C. **Física contexto & aplicações**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2016.
- GASPAR, A. **Compreendendo a física**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GRALA, R. M. Roteiros para atividades experimentais de física para crianças de seis anos de idade. Porto Alegre: [s.n.], v. 17, n.4, 2007.

- GUIMARÃES, L. A. M.; FONTE BOA, M. C. **Física mecânica**. Niterói: Futura, 2004.
- HELLE, L.; TYNJALA, P.; OLKINUORA, E. Project-based learning in post-secondary education - theory, practice and rubber sling shots. **Higher education**, v. 51, n.2, p. 287-314, 2006.
- HENRIQUES, V. B.; PRADO, C. P. C.; VIEIRA, A. P. Aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, 2014.
- KARAÇALLI, S.; KORUR, F. The effects of Project-Based Learning on students' academic achievement, attitude, and retention of knowledge: the subject of "Electricity in our lives". **School science and mathematics**, v. 114, n. 5, p. 224-235, maio 2014.
- KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em aberto**, Brasília, v. 11, n. 55, p. 3-8, 1992.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- LARMER, J.; MERGENDOLLER, J. R. Seven essentials for project-based learning. **Educational leadership**, v. 68, n. 1, p. 34-37, 2010.
- LARMER, J.; MERGENDOLLER, J.; BOSS, S. **Setting the standard for project based learning: a proven approach to rigorous classroom instruction**. Alexandria: ASCD, 2015.
- LAUGKSCH, R. Scientific literacy a conceptual overview. **Science education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.
- LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.
- MARUSIC, M.; SLISKO, J. Many high-school students dont want to study physics: active learning experiences can change this negative attitude. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2012.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; GUIMARÃES, C. **Física contexto & aplicações**. 2ª. ed. São Paulo: Scipione, 2017.
- MELO, A. D.; URBANETZ, S. T. **Fundamentos de didática**. Curitiba: Ibpex, 2008.
- MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.

OCDE. **Estudos da OCDE sobre competências: competências para o progresso social** : o poder das competências socioemocionais. São Paulo: Fundação Santillana, 2015.

PBWORKS. Disponível em:

<<http://vanbeeverphysics.pbworks.com/f/Picture%202.png>>. Acesso em: 22 Fev 2018.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. 10. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2013.

RODRIGUES, M. A. T.; MACKEDANZ, L. F. Produção de espelhos parabólicos e construção do conceito de função polinomial de 2 o grau. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. e1502, 2017.

SANTOS, R. J. D.; SASAKI, D. G. G. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. **RBEF**, v. 37, n.3, 2015.

SASAKI, D. G. G.; JESUS, V. L. B. Avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa em óptica geométrica através da investigação das reações dos alunos. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 39 n.2, 2017.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental a proposição e a procura de indicadores de processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n.3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Alfabetização científica uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n.1, p. 59-77, 2011.

SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. D. S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas pública de ensino médio. **Rev. Bras. Ensino de Fís.**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. e1401, 2017.

SOLOMON, G. Project-Based Learning: a primer. **Techonology & Learning**, p. 20-30, Janeiro 2003.

SOUZA, J. A. D. Um foguete de garrafas PET. **Física na escola**, v. 8, n. 2, 2007.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VALE, J. M. F. Educação científica e sociedade. In: NARDI, R. **Questões atuais no ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2009. p. 9-15.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Apêndice A

Sequência didática

A.1 Introdução

O conhecimento científico na área de ciências da natureza, Biologia, Física e Química, se baseiam primordialmente na observação e experimentação de fenômenos que nortearam o desenvolvimento de leis e teorias pelos cientistas. Neste sentido, o ensino escolar das disciplinas citadas deve propiciar condições mínimas para realização de pequenos experimentos práticos de modo a estimular nos alunos a curiosidade intrínseca a toda criança ou adolescente e despertar o gosto pelas ciências.

Entendemos que ensinar Ciências somente de forma teórica transforma disciplinas de ciências da natureza apenas em mais um conteúdo a ser memorizado. O conhecimento científico é sistematizado, ou seja, procure-se por meio de procedimentos lógicos e sequenciais, baseados na experimentação, testar teorias e desse modo considerá-las válidas ou não. Logo, reduzir o ensino de fenômenos da natureza a simples memorização é desconsiderar a epistemologia das ciências e sua enorme contribuição à evolução da humanidade.

Neste sentido, propomos nesta sequência didática estimular a experimentação e a curiosidade científica dos alunos por meio de uma metodologia ativa de ensino denominada Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). A ABP pressupõe o aluno como elemento ativo no processo de ensino e aprendizagem, nesta metodologia o conhecimento se inicia a partir dos interesses e necessidades dos alunos e o se consolida em função das experiências vividas em situações desafiadoras e problemáticas.

A sequência didática proposta tem por objetivo estimular a alfabetização científica de alunos egressos do Ensino Fundamental de escola pública, ou seja, alunos da primeira série do Ensino Médio, com pouquíssimo ou nenhum conhecimento de fenômenos científicos. Escolhemos para este objetivo a construção de um lançador de projétil com posterior investigação experimental da distância e altura do objeto lançado.

Na seção a seguir apresentamos os procedimentos para reprodução da sequência didática.

A.2 Projeto

Conforme apresentado na seção 4.1, os alunos divididos em equipes de cinco ou seis integrantes, deveriam pesquisar no site do YouTube.com por meio da palavra chave “lançador de projéteis” e escolher dentre os vídeos disponíveis o lançador de projétil que a equipe gostaria de construir. Feita a escolha, a equipe deveria providenciar os materiais necessários para a construção do artefato. Depois de construído o artefato lançador de projétil, as equipes deveriam efetuar o lançamento de um objeto em três diferentes ângulos, 30° , 45° e 60° . Em cada lançamento deveria ser medidos e calculados a altura máxima e distância alcançada pelos objetos. Os testes efetuados deveriam ser registrados e entregues ao professor por meio de relatório impresso ao final do projeto. O projeto teve duração de seis dias, ou doze horas/aula. A Figura 33 mostra as atividades realizadas em cada um dos seis dias.

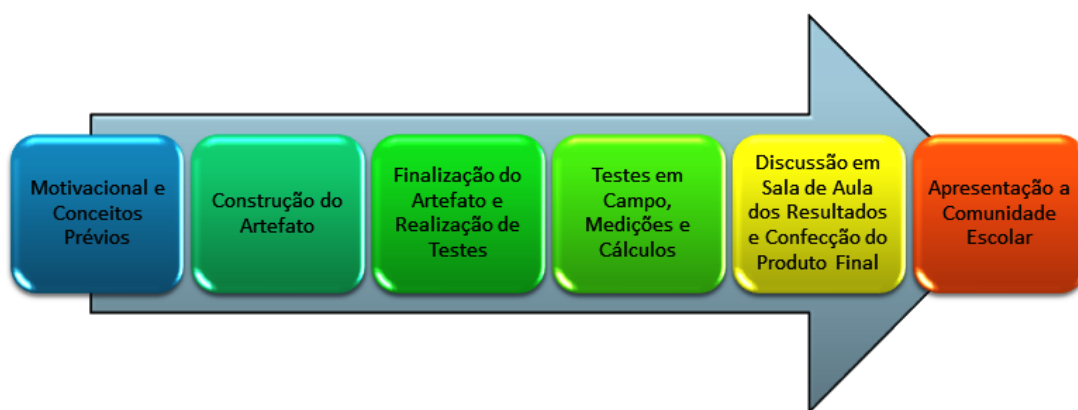


Figura 33 – Diagrama da sequência didática.

Nas próximas seções faremos uma revisão de conteúdo sobre lançamento de projétil visando dar suporte ao professor e em seguida descreveremos de forma detalhada as atividades pertinentes a cada dia do projeto.

A.2.1 Lançamento de Projéteis

O lançamento de um projétil consiste no deslocamento de um objeto que descreve uma trajetória parabólica no ar causado pela atração gravitacional. Para análise da trajetória deste objeto deve-se considerar em um plano bidimensional os deslocamentos verticais e horizontais.

Portanto, a representação gráfica desses movimentos é analisada por meio de um plano cartesiano onde o deslocamento vertical é representado pelo eixo y, o deslocamento horizontal é representado pelo eixo x.

Nas seções a seguir descreveremos os lançamentos horizontal e vertical e logo depois o lançamento oblíquo que é objeto de investigação da sequência didática.

A.2.1.1 Lançamento Horizontal

No lançamento horizontal de um objeto a componente horizontal tem movimento uniforme. Desse modo, no eixo horizontal o deslocamento do objeto será dado pela equação:

$$\mathbf{x = v_0 \cdot t}$$

Onde: x = posição do objeto

v_0 = velocidade do objeto

t = tempo de deslocamento do objeto.

E no eixo vertical, o movimento é uniformemente acelerado a partir do repouso e será dado pela equação:

$$\mathbf{y = gt^2 / 2}$$

Onde: y = posição do objeto

g = aceleração da gravidade

t = tempo de deslocamento do objeto.

A Figura 34 apresenta o deslocamento simultâneo de duas bolinhas. O fato de as duas bolinhas estarem em cada instante no mesmo nível, representado pela linha horizontal na figura, é indicativo que verticalmente as bolinhas percorreram a mesma distância.

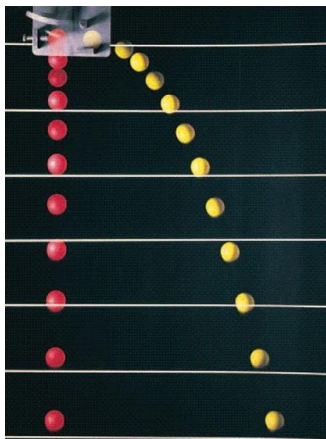


Figura 34 – Deslocamento de duas bolas.

A.2.1.2 Lançamento Vertical

A partir da análise do lançamento horizontal mostrado no item A.2.1.1 podemos raciocínio similar no deslocamento vertical. Sendo que nesse caso se considera apenas o deslocamento efetuado no eixo y e será dada pela equação:

$$y = v_0 \cdot t - gt^2 / 2$$

Onde: y = posição do objeto

v_0 = velocidade do objeto

t = tempo de deslocamento do objeto

g = aceleração da gravidade.

A.2.1.3 Lançamento Oblíquo

A velocidade de um projétil em um lançamento oblíquo pode ser analisada pela composição da velocidade nas direções horizontal e vertical por meio das equações:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \quad (\text{velocidade horizontal})$$

e

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sen \alpha \quad (\text{velocidade vertical})$$

A Figura 35 mostra o diagrama vetorial representativo desta condição.

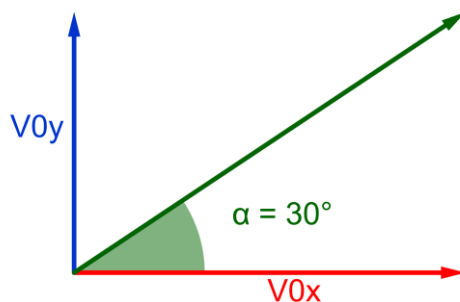


Figura 35 – Componentes das velocidades.

A posição do projétil no lançamento oblíquo será dada pelas equações:

$$x = v_0 \cdot t$$

$$y = v_0 \cdot t - gt^2 / 2$$

A.2.2 Primeira Aula

Na primeira aula do projeto o professor explicará à turma as atividades do projeto, que são:

- Construção de um artefato lançador de projétil;
- Execução de testes de lançamento e medidas de altura e distância;
- Confecção de relatório impresso a ser entregue ao professor;
- Apresentação oral e demonstrativa do funcionamento do artefato.

Em seguida solicitará aos alunos que se dividam em equipes de cinco ou seis alunos. Para turmas menores que vinte e cinco alunos podem-se dividir as equipes com quatro integrantes.

Efetuada a divisão das equipes o professor acompanhará os alunos ao laboratório de informática e solicitará que acesse o site YouTube.com e digitem no campo de pesquisa a palavra “lançador de projéteis” conforme mostra a Figura 36.

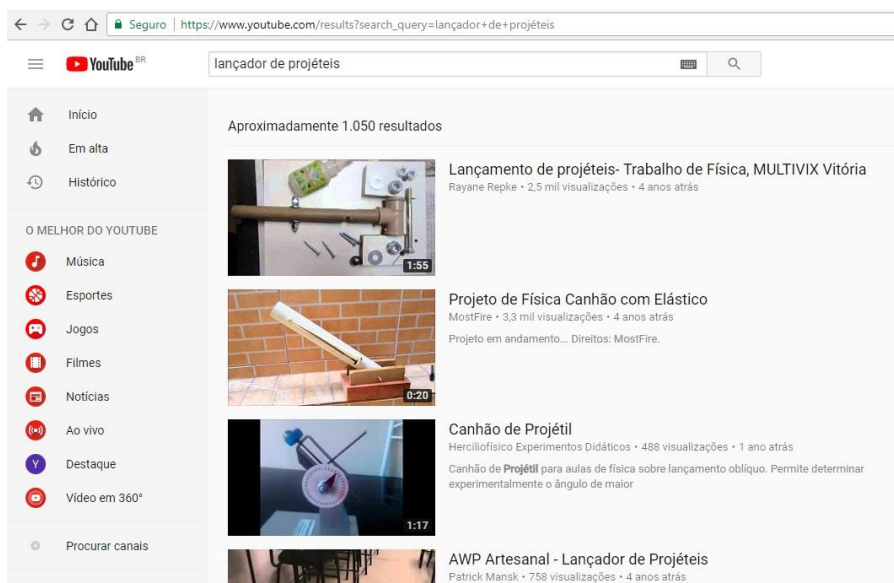


Figura 36 – Pesquisa no site YouTube.com.

Dentre os resultados de vídeos disponíveis as equipes devem escolher um lançador de projétil para construir e apresentar essa escolha ao professor. Esta atividade será pontuada com 0,5 pontos conforme ficha de avaliação do item A.2.8 deste apêndice.

A.2.3 Segunda Aula

A segunda aula será dedicada a construção do artefato no laboratório de ciências. Caso alguma equipe não tenha habilidade manual para construção do artefato e tenha terceirizado sua construção a algum parente ou profissional autônomo, o professor deve orientar a equipe para que estudem o conteúdo teórico sobre lançamento de projétil disponível em livro didático. Esta atividade será pontuada com 0,5 pontos conforme ficha de avaliação do item A.2.8 deste apêndice.

A.2.4 Terceira Aula

Na terceira aula, todas as equipes devem estar com os artefatos lançadores de projétil construídos. Nesta aula serão efetuados os testes preliminares de lançamento. Esta atividade será pontuada com 0,5 pontos conforme ficha de avaliação do item A.2.8 deste apêndice.

A.2.5 Quarta Aula

A quarta aula será dedicada aos lançamentos com execução das medidas de distância alcançada, cálculos de altura máxima e velocidade do projétil para cada um dos ângulos solicitados.

Para efetuar as medidas de distância os alunos necessitarão de uma trena ou fita métrica e também um cronômetro, que pode ser de um aparelho celular. O professor deve lembrar com antecedência para as equipes providenciarem as trenas ou fitas métricas.

O primeiro passo será calcular a componente velocidade na direção horizontal v_{0x} . Para isso efetua-se o lançamento do projétil e se mede a distância alcançada aplicando na fórmula:

$$v_{0x} = A / t_{\text{total}}$$

Onde: v_{0x} = velocidade horizontal

A = alcance distância alcançada pelo objeto

t_{total} = tempo decorrido desde o lançamento até atingir o solo.

Desse modo, poderemos determinar a componente vetorial velocidade v_0 por meio da fórmula:

$$v_0 = v_{0x} / \cos \alpha$$

Onde: v_{0x} = velocidade horizontal

v_0 = velocidade vetorial

$\cos \alpha$ = cosseno do ângulo de lançamento.

E a componente velocidade na direção vertical v_{0y} por meio da fórmula:

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

Onde: v_{0y} = velocidade vertical

v_0 = velocidade vetorial

$\sin \alpha$ = seno do ângulo de lançamento.

A altura máxima será atingida no instante em que a componente vertical da velocidade é nula. A altura máxima pode ser obtida a partir da equação de Torricelli modificada fazendo v_y igual a zero:

$$h_{\max} = v_{0y}^2 / 2g$$

Onde: h_{\max} = altura máxima

v_{0y}^2 = componente da velocidade vertical ao quadrado

$2g$ = duas vezes a aceleração da gravidade.

Cada equipe deverá efetuar três lançamentos em cada ângulo e efetuar a média aritmética da distância alcançada para cada lançamento, calcular as velocidades e anotar os resultados conforme mostra a Tabela 14.

Ângulos	Distância				Altura	Velocidade		
	1ª	2ª	3ª	Média	metros	v_0	v_{0x}	v_{0y}
30°								
45°								
60°								

Tabela 14

Esta atividade será pontuada com 0,5 pontos conforme ficha de avaliação do item A.2.8 deste apêndice.

A.2.6 Quinta Aula

A quinta aula é dedicada à discussão dos resultados das medidas realizadas em campo desde a terceira aula e confecção do produto final. Desse modo, as equipes terão tempo disponível para efetuar alguma correção que julgue necessária antes de apresentar a comunidade escolar seus respectivos projetos.

A.2.7 Sexta Aula

A sexta e última aula do projeto será a apresentação dos artefatos lançadores de projétil das equipes a comunidade escolar e entrega do relatório descritivo das atividades realizadas pelas equipes. Esse dia será a culminância do projeto e prevê que os integrantes de cada equipe exercitem as habilidades de comunicação e expressão de ideias por meio da explicação do funcionamento científico dos lançadores de projétil construídos pelas equipes a outros alunos da unidade escolar. Desse modo, recomenda-se ao professor agendar junto a coordenação pedagógica um momento que os alunos de outras turmas possam conhecer o trabalho das equipes.

Esta atividade será pontuada com 2,0 pontos, sendo avaliada tanto a apresentação do projeto quanto a exatidão do relatório impresso conforme ficha de avaliação do item A.2.8 deste apêndice.

A.2.8 Avaliação do Projeto

A atribuição de notas as equipes seguirá o modelo de ficha de avaliação mostrada na Figura 37. Para composição da nota bimestral do aluno serão consideradas três modalidades avaliativas. Para a ABP são atribuídos 4,0 pontos, atividades e exercícios em sala de aula são atribuídos 2,0 pontos e por fim, para a avaliação escrita são atribuídos 4,0 pontos.

Ficha de Avaliação - Lançador de Projétil							
		100%	75%	50%	25%	10%	0%
		Excelente	Ótimo	Bom	Regular	Insuficiente	Não Apresentado
Desenvolvimento do Projeto (2,0 pontos)	Escolha do Artefato (0,5 pontos)	* Escolha do artefato efetuada no prazo. * Não ocorreu substituição do modelo no decorrer do projeto.	* Escolha do artefato efetuada fora do prazo. * Não ocorreu substituição do modelo no decorrer do projeto.	* Escolha do artefato efetuada no prazo. * Ocorreu substituição do modelo no decorrer do projeto.	* Escolha do artefato efetuada fora do prazo. * Ocorreu substituição do modelo no decorrer do projeto.	Escolha do artefato efetuada muito fora do prazo.	Não Apresentado
	Construção (0,5 pontos)	Construção do artefato efetuada no prazo.	Construção parcial do artefato efetuada no prazo.	Construção do artefato efetuada fora do prazo.	Construção parcial do artefato efetuada fora do prazo.	Construção do artefato em atraso.	Não Apresentado
	Testes Preliminares (0,5 pontos)	Testes preliminares efetuados no prazo		Testes preliminares efetuados fora do prazo		Artefato ainda em construção.	Não Apresentado
	Medições e Cálculos (0,5 pontos)	Todas as medições e cálculos corretos em três angulações.	Quase todas as medições e cálculos corretos em três angulações.	Todas as medições e cálculos corretos em duas angulações.	Quase todas as medições e cálculos corretos em duas angulações.	Todas as medições e cálculos corretos em uma angulação.	Não Apresentado
Dia da Apresentação (2,0 pontos)	Apresentação Oral (1,0 ponto)	* Linguagem científica adequada. * Apresentação de Resultados e Conclusões. * Segurança e Domínio do conteúdo. * Clareza e objetividade	* Linguagem científica adequada. * Apresentação de Resultados e Conclusões. * Segurança e Domínio do conteúdo.	* Linguagem científica adequada. * Apresentação de Resultados e Conclusões.	* Linguagem científica adequada.	* Linguagem científica inadequada.	Artefato não funcionou.
	Relatório (1,0 ponto)	Relatório contendo Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, Resultados e Conclusão. Sem erro de ortografia	Relatório contendo Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, Resultados e Conclusão. Dez erro de ortografia	Relatório contendo Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, porém faltando Resultados e Conclusão. Sem erro de ortografia	Relatório contendo Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, porém faltando Resultados e Conclusão. Dez erros de ortografia	Relatório incompleto em Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, Resultados e Conclusão. Mais que dez erros de ortografia.	Relatório não entregue.

Figura 37 – Ficha de avaliação do projeto