

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



JOSENILDO DE SOUZA SILVA

**EXPERIMENTOS ENVOLVENDO MOVIMENTOS SUJEITOS A AÇÃO DA
GRAVIDADE USANDO O SOFTWARE TRACKER - LANÇAMENTOS
HORIZONTAL E OBLÍQUO**

Teresina
Março 2019

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Campus Universitário Ministro Petrônio Portella
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional

JOSENILDO DE SOUZA SILVA

**EXPERIMENTOS ENVOLVENDO MOVIMENTOS SUJEITOS A AÇÃO DA
GRAVIDADE USANDO O SOFTWARE TRACKER - LANÇAMENTOS
HORIZONTAL E OBLÍQUO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, 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.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho

Teresina
março/2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Ciências da Natureza - CCN

S586e Silva, Josenildo de Sousa..
Experimentos envolvendo movimentos sujeitos à ação da gravidade usando o software tracker - lançamentos horizontal e oblíquo/ Josenildo de Sousa Silva. – Teresina: 2019.
100 f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional / MNPEF) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-graduação em Física, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho.

1. Ensino de Física. 2. Física Experimental. 3. Lançamento Horizontal e Oblíquo. I. Título.

CDD 531

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes CRB3 - 1461

EXPERIMENTOS ENVOLVENDO MOVIMENTOS SUJEITOS A AÇÃO DA GRAVIDADE USANDO O SOFTWARE TRACKER - LANÇAMENTOS HORIZONTAL E OBLÍQUO

JOSENILDO DE SOUZA SILVA

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, 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.

Aprovada por:

Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho

Prof. Dr. Jose Ricardo Rodrigues Duarte (IFPI)

Profa. Dra. Edina Maria de Sousa Luz (UESPI)

Teresina
março/2019

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a meus pais: Maria Zeneide de Souza Silva e José Pereira da Silva, por me apoiar sempre que precisei e com certeza pela felicidade proporcionada a eles. A meu filho, Victor Gabriel Nascimento Silva, sabendo que mais um passo dado na carreira acadêmica é um motivo de orgulho e inspiração para ele.

AGRADECIMENTO

À Deus, fonte suprema de sabedoria e motivação.

À meu filho Victor Gabriel, meus irmãos, Joseneudo Silva, Junior Pereira e Clecineide Silva por serem pessoas inspiradoras e fonte de determinação, competência, honestidade e inspiração.

A todos os professores do programa pelo apoio e ajuda constante.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho pela paciência, competência e por acreditar neste trabalho.

Aos amigos de trabalho pela compressão, incentivo e suporte nas atividades diárias.

Aos gestores das escolas que trabalho, Marisa Ribeiro, Akassio Marques e Arquimedes Portinari, pelo apoio e principalmente compreensão nos momentos em que tive que me ausentar.

Aos colegas do Mestrado, pelas amizades consolidada, pela união, acolhimento e principalmente pelo aprendizado que veio com a convivência.

Aos amigos Mateus José e Francisco Mendes, pelo apoio, pelas correções ortográficas e pelo incentivo.

E finalmente não poderia deixar de agradecer a uma pessoa especial que esteve sempre me dando todo apoio com suas observações sinceras, e que faz parte dos meus dias mais felizes, Renata Silva de Araújo, minha vida.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) por promover o curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo institucional e pelo apoio financeiro ao programa.

Ao CEHR e todos os funcionários e alunos, que participaram direta ou indiretamente na aplicação do trabalho.

À UFPI, a instituição onde tive minha formação superior, por disponibilizar um ambiente salutar ao aperfeiçoamento profissional e por acreditar no MNPEF.

A gravidade explica os movimentos dos planetas, mas não pode explicar quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e sabe tudo que é ou que pode ser feito.

Isaac Newton

RESUMO

Este trabalho aborda o tema movimentos sujeito a ação da gravidade focando principalmente os lançamentos horizontal e oblíquo, com o objetivo de diagnosticar o quão presente se faz o pensamento aristotélico nos alunos de Ensino Médio da Primeira Série do Colégio Henrique Rocha. Para realizar a pesquisa, elaboramos e executamos uma Sequência Didática Interativa, como produto educacional, abordando o tema acima mencionado, através de experimentos simples e utilizando uma ferramenta interativa, o software livre Tracker. A aplicação do produto educacional aconteceu no C. E. Henrique Rocha, localizado no município de Tutóia, no povoado de Barro Duro, com alunos da primeira série do Ensino Médio sendo que os mesmos foram submetidos a um questionário de sete questões sobre o tema, antes da aplicação do produto (pré-teste). Os estudantes responderam ao mesmo questionário, após a aplicação do produto (pós-teste) e, para averiguar o grau de persistência de aprendizagem (significativa), aplicamos novamente o mesmo questionário seis meses depois que aconteceu a aplicação do produto. As teorias de aprendizagem de vários pensadores foram de importância para a compreensão das relações que permeiam o processo de ensino/aprendizagem, tendo como teorias norteadoras a teoria sócio-interacionista de Vygotsky e a de aprendizagem significativa de Ausubel. No geral constatamos uma melhora do nível de acerto das questões quando comparado os acertos nas duas aplicações anteriores, de onde inferimos que houve um indicativo de aprendizagem significativa superior ao aprendizado mecânico referente aos conceitos envolvendo movimentos. Dessa forma podemos perceber indícios de mudança de predomínio de pensamento aristotélico para um pensamento mais alinhado com o pensamento newtoniano. Nossa experiência, após a aplicação deste produto, e de que atividades bem planejadas e que coloque o aluno numa posição proativa no processo de ensino/aprendizagem facilitarão o ensino de Física, tornando-o mais significativo.

Palavras-chave: Ensino de Física; Lançamentos horizontal e oblíquo; Física experimental.

ABSTRACT

This work deals with the theme movements subject to the action of gravity focusing mainly on horizontal and oblique launches, with the objective of diagnosing the degree of presence of Aristotelian thought still present in high school students. In order to carry out the research, we decided to write an Interactive Didactic Sequence, as an educational product, approaching the aforementioned theme through simple experiments and using an interactive tool, the free software Tracker. The application of the educational product took place at CE Henrique Rocha, located in the municipality of Tutóia, in the village of Barro Duro, with students from the first grade of High School, who were asked to answer seven questions about the subject before applying the product (pre-test). After the application of the product (post-test) and to determine the degree of persistence of (meaningful) learning, we have applied the same questionnaire again six months after the application of the product. The learning theories of several thinkers were important for understanding the relationships that permeate the teaching / learning process, with Vygotsky's socio / interactionist theorizing and meaningful learning of Ausubel as guiding theories. In general we can conclude that there was a sign of significant superior learning in relation to the mechanical learning and at the end of the process we can perceive signs of change in the paradigm in relation to the Aristotelian and Newtonian thought which leads us to the certainty that well planned activities that insert the student in a proactive position in the teaching / learning process will facilitate the teaching of Physics, making it more meaningful.

Keywords: Physics Teaching; Horizontal and oblique launches; Experimental physics.

LISTA DE QUADROS (gráficos)

<u>Gráfico 1: questão 1 pós-teste</u>	50
<u>Gráfico 2: questão 1 1º pós-teste</u>	50
<u>Gráfico 3: questão 1 2º pós-teste</u>	50
<u>Gráfico 4: questão 2 pré-teste</u>	52
<u>Gráfico 5: questão 2 1º pós-teste</u>	52
<u>Gráfico 6: questão 2 2º pós-teste</u>	52
Gráfico 7: questão 3 pré-teste	49
Gráfico 8: questão 3 1º pós-teste	49
Gráfico 9: questão 3 2º pós-teste	49
Gráfico 10: questão 4 pré-teste	50
Gráfico 11: questão 4 1º pós-teste	50
Gráfico 13: questão 5 1º pós-teste	51
Gráfico 14: questão 6 pré-teste	52
Gráfico 15: questão 6 1º pós-teste	52
Gráfico 17: questão 7 pré-teste	53
Gráfico 18: questão 7 1º pós-teste	53
Gráfico 19: questão 7 2º pós-teste	53

LISTA DE FIGURAS (tabelas)

Figura 1: Movimento de queda, com o barco em movimento.....	28
<u>Figura 2: Movimento de queda, com o barco em repouso.....</u>	28
<u>Figura 3: Movimento de queda, com o barco em movimento.</u>	29
<u>Figura 4: Lançamento Horizontal.</u>	30
<u>Figura 5: Lançamento Oblíquo.....</u>	32
<u>Figura 6: Relação de altura (y) e Alcance (x).....</u>	32

LISTA DE FOTOS

<u>Foto 1: Alunos</u>	44
<u>Foto 2: Campo de Pesquisa</u>	45
<u>Foto 3: Direção</u>	46
Foto 4: Resposta insatisfatória	50
Foto 5: Resposta razoável 1	51
Foto 6: Resposta razoável 2	51
Foto 7: Resposta insatisfatória	54
Foto 8: Resposta satisfatória	54
Foto 9: Resposta correta	55
Foto 10: Resposta incorreta 1	55
Foto 11: Resposta incorreta 2	55
Foto 12: Resposta incorreta 1	57
Foto 13: Resposta incorreta 2	57

LISTA DE SIGLAS

MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

SEDUC - Secretaria de Educação

ZDP -Zona de Desenvolvimento Proximal

M.U - Movimento na direção horizontal

M.U.V.- Movimento na direção vertical

SDI -Sequências Didáticas Investigativas

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2. 1. LEVY S. VYGOTSKY	19
2. 2. DAVID P. AUSUBEL	24
3. A FÍSICA DO MOVIMENTO SUJEITO A AÇÃO DA GRAVIDADE.....	26
3. 1. SOBRE O PENSAMENTO DE ARISTOTELES, DE GALILEU E DE NEWTON.....	26
3.2. MOVIMENTOS SUJEITOS A AÇÃO DA GRAVIDADE.....	29
3.2.1. LANÇAMENTO HORIZONTAL.....	29
3.2.1.1. Equação horária:	Erro! Indicador não definido.
3.2.2 . LANÇAMENTO OBLÍQUO.....	31
3.2.2.1. Equações Horárias	Erro! Indicador não definido.
3.2.2.2. Tempo total de voo	Erro! Indicador não definido.
3.2.2.3. Alcance máximo (A):	Erro! Indicador não definido.
4. LABORATÓRIO EXPERIMENTAL DE FÍSICA	36
4.1. LABORATÓRIO TRADICIONAL OU CONVENCIONAL.....	36
4.2. LABORATÓRIO DIVERGENTE.....	37
4.3. OUTRO TIPO DE LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO?	37
5. METODOLOGIA DA PESQUISA	39
5.1. PROCEDIMENTO DIDÁTICO	40
5.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	43
5.3. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	43
5.4. SUJEITOS DA PESQUISA	44
5.5. CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA	44
5.6. PLANO DE ANÁLISE.....	46
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	62
8. REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE	67

1. INTRODUÇÃO

A perspectiva em elaborar um produto em ensino de Física no ensino médio (Produto Educacional) nos leva a refletir sobre a nossa prática de ensinar, tendo em vista que não é mais suficiente, considerando as várias fontes de entretenimento as quais se apresentam aos discentes, as aulas baseadas na repetição de soluções matemáticas dos problemas totalmente descompromissados com a realidade diária, realidade a qual os discentes estão percebendo e precisam compreender. Nesse ponto a participação do professor como mediador das atividades propostas se faz fundamental. É importante deixar bem claro que a formulação matemática é fundamental para a compreensão dos fenômenos estudados em Física, ou na descrição de qualquer fenômeno).

Neste momento se faz necessário uso e aplicação de novas metodologias/técnicas que permitam, tanto para professor e aluno, uma interação melhor com os conteúdos de Física do Ensino Médio na tentativa de ocupar a lacuna existente na relação PROFESSOR/ENSINO-APRENDIZAGEM/ALUNO. Nesse sentido vários produtos educacionais, como por exemplo: jogos de tabuleiro, trilhas, aplicativos para android, UEPS, entre outros, tem se apresentado no Ensino de Física graças ao incentivo do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física(MNPEF), sendo que a natureza do produto pode variar dependendo da linha de pesquisa.

Neste trabalho, escolhemos escrever uma Sequência Didática Interativa (SDI) como produto educacional que segundo Oliveira (2011b) é uma nova proposta didático-metodológica para ser utilizada no contexto da sala de aula, visando facilitar o processo ensino-aprendizagem. E ainda de acordo com Oliveira, define-se SDI da seguinte forma: “A Sequência Didática Interativa é uma proposta didático-metodológica que desenvolve uma série de atividades, tendo como ponto de partida a aplicação do Círculo Hermenêutico-Dialético para identificação de conceitos/definições, que subsidiam os componentes curriculares (temas), e que são associados de forma interativa com teoria(s) de aprendizagem e/ou propostas pedagógicas e metodologias, visando à construção de novos conhecimentos e saberes”. (OLIVEIRA, 2011b).

Dentre as atividades descritas na SDI temos a proposta de no primeiro momento fazer a leitura individual do texto “*Mecânica e suas ideias*” e posterior discussão do mesmo. No segundo momento foi feita uma demonstração de como utilizar o software livre tracker, que possibilita ampla e inúmeras aplicações no estudo dos fenômenos naturais, baseado na análise quadro a quadro de vídeos, assim descrito por Jesus (ANO) “o software livre Tracker

é destinado à análise quadro a quadro de vídeos (vídeo análise) que permite o estudo de diversos tipos de movimento a partir de filmes produzidos por câmaras digitais ou webcams”. No terceiro momento, os alunos divididos em grupos, realizaram diversos testes experimentais registrando-os através de vídeos produzidos com seus celulares, a fim de investigar as variáveis que se relacionam com tais movimentos. Os experimentos realizados não tinham características tradicionais, ou seja, um planejamento engessado através do roteiro previamente estabelecido. Entende-se que o laboratório tradicional é importante para determinados tipos de atividades em sala de aula. O nosso objetivo com a atividade experimental se relacionava mais com a interação e “descoberta”, por isso a atividade experimental se aproximava de um tipo de laboratório divergente, onde os alunos diante do material exposto (ferramentas) tiveram que desenvolver estratégias para solucionar o problema. No quarto momento, ainda dividido em grupos, os alunos deveriam explorar através do software livre Tracker, os vídeos registrados. No quinto e último momento da aplicação do produto, foi realizada uma discussão em grupo e, posteriormente, um representante de cada grupo apresentaria os dados mais relevantes que eles observavam.

Para a coleta de dados foi realizado um teste contendo sete questões (discussões), aplicadas aos alunos antes da aplicação do Produto Educacional, que denominamos de pré-teste. O mesmo teste foi aplicado imediatamente à aplicação do Produto Educacional, ao qual chamamos de primeiro pós-teste e, finalmente, voltamos a aplicar o mesmo teste só que seis meses depois da primeira aplicação, ou seja, do pré-teste ao qual denominamos de segundo pós-teste.

É importante ressaltar que após a aplicação do primeiro pós-teste o professor é deve comentar (discutir com a turma) as questões do teste juntamente com os alunos envolvidos na pesquisa. A pesquisa se dá na análise das respostas conferidas pelos alunos nos pré-teste, primeiro pós-teste e segundo pós-teste fundamentando-se na teoria de aprendizagem sócio-cultural de Vygotsky e aprendizagem significativa de Ausubel.

A dura realidade do Ensino de Física no Ensino Médio das escolas públicas, que nos deparamos, exige uma tomada de ação imediata da sociedade e principalmente daqueles que estão inseridos diretamente nesse processo, discentes e docentes. A produção de “ferramentas” que facilite o fazer pedagógico é um passo a ser dado e que, diante das dificuldades, não retroceder. Sabemos ainda que as condições estruturais mínimas não são oferecidas em sua totalidade. Temos situações de total descaso e abandono, que não vale a pena aqui destacar. No entanto, em muitos casos a vontade de aprender supera a falta de estrutura nas instituições de ensino. A princípio da aplicação da atividade seria realizada em

uma escola padrão de Ensino Médio de Parnaíba, no entanto, por problemas na estrutura do teto, identificados por técnicos da SEDUC (Secretaria de Educação deste estado), a escola foi interditada e por isso ficou inviável fazer a pesquisa neste local. O plano “B” então foi aplicar em uma escola localizada no interior da cidade de Tutóia-MA, próxima 100km de Parnaíba. As dificuldades encontradas foram enormes: à maioria dos alunos desloca-se de outros povoados, quase uma peregrinação todos os dias. São viagens em veículos impróprios para o transporte de alunos, e, a falta deste transporte, precário, também é um problema. Outro problema é o nível de conhecimento básico insuficiente para a série, ou seja, há uma distorção entre nível de conhecimento necessário/série. Vamos deixar claro que esse fato é um problema, no entanto não impede que o aluno não consiga aprender os temas propostos.

As atividades foram aplicadas com os alunos das turmas do primeiro ano do Ensino Médio do C. E. Henrique Roca, localizado no povoado de Barro Duro da cidade Tutóia, no litoral maranhense. Sendo que, por dificuldades de locomoção por parte dos alunos, achamos por bem realizar as atividades no turno da tarde com todos os alunos (manhã e tarde), dessa forma alguns alunos que não tinham como se deslocarem nos dois turnos, e ficaram de fora da pesquisa. Conseguimos assim aplicar o produto educacional e realizar a pesquisa com 50 alunos das turmas da manhã e da tarde. Uma amostra em torno 40%, tendo em vista que a escola contava com cerca de 130 alunos matriculados primeiro ano.

A participação e empolgação dos alunos ao realizarem as atividades já evidência que os mesmos são agentes ativos neste processo de ensino/aprendizagem, ou seja, aquele modelo de aluno que deve ficar sentado, calado “prestando atenção” ao professor não serve por si só, tem que ter algo a mais. Além do entusiasmo e motivação dos discentes, os resultados também corroboram com o que afirmamos; no pré-teste as respostas dadas fugiram, na grande maioria, do que proposto nas questões; no primeiro pós-teste, tivemos um resultado melhor em sua totalidade, fazendo aqui uma ressalva no que diz respeito aos argumentos, houve uma melhora considerável; e finalmente no segundo pós-teste os resultados se aproximaram mais do primeiro pós-teste do que do pré-teste, isso sugere que a interação professor↔produto educacional↔aluno provocou uma mudança na concepção do pensamento newtoniano em vez do pensamento aristotélico.

Os professores de Física do Ensino Básico encontram grande dificuldade de provocar no aluno uma ruptura no paradigma do pensamento aristotélico quando se trata do estudo dos movimentos, e nesta pesquisa, O ESTUDO DOS MOVIMENTOS SUJEITOS A AÇÃO DA GRAVIDADE (LANÇAMENTOSHORIZONTAL E OBLÍQUO). Posto isso, temos como objetivo geral produzir uma sequência de atividades interativas baseadas em experimentos

(Sequência Didática Interativa) capaz de provocar essa quebra de paradigma, no que diz respeito ao pensamento aristotélico, nos discentes do primeiro ano do colégio Henrique Rocha. Ligado a esse objetivo geral destacamos também os objetivos específicos com: elaborar experimentos que possibilite à análise e estudo dos movimentos sujeitos a ação da gravidade; verificar quão influente é o pensamento aristotélico atualmente nos estudantes de primeiro ano do Ensino Médio do C. E. Henrique Rocha; verificar ao final da pesquisa qual pensamento é mais presente, de Aristóteles ou de Newton; comparar a aprendizagem significativa e mecânica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho se faz necessário um levantamento bibliográfico acerca das principais teorias que o fundamentam, ou seja, buscar elementos que nos ajudam a entender e explicar a razão por trás dos resultados aplicação da atividade educacional em curso. Diante dos vários autores que tratam das teorias da aprendizagem, encontramos elementos marcantes na teoria sócio-cultural de VIGOTSKY e na da Aprendizagem Significativa de AUSUBEL. Na sequência, descrevemos um pouco sobre esses dois teóricos, bem como seus trabalhos que de forma considerável deram base a este trabalho.

2. 1. LEVY S. VYGOTSKY

Filho de Simcha L. Vygotsky (pai) e Celia Moiseevna Vigodskaya (mãe), Levi S. Vygotsky (1896 – 1934) nasceu em Orsha, uma cidade histórica da Bielorrússia fundada em 1067, e faleceu aos 38 anos, vítima de tuberculose. Vivendo em Gomel, também na Bielorrússia, começou seus estudos com um tutor particular antes de ingressar no ensino secundário no qual concluiu com excelência aos 17 anos. Aos 18 anos ingressou no curso de Medicina, mas não concluiu, transferindo-se para o curso de Direito na Universidade de Moscou, e, ao mesmo tempo, estudou Literatura e História da Arte. Depois de formado (1917, ano em que se estabeleceu a revolução Russa) regressou a Gomel onde passou a proferir palestras, principalmente sobre temas ligados Literatura e Psicologia, a escrever críticas literárias, inclusive publicou um estudo sobre os métodos de ensino da literatura nas escolas secundárias. Ainda em Gomel, Vygotsky fundou uma editora, uma revista literária e um laboratório de psicologia no instituto de Treinamento de Professores, onde ministrava cursos de Psicologia. Em 1924 participou do II Congresso de Psicologia em Leningrado, quando lhe surge uma oportunidade de trabalhar no Instituto de Psicologia de Moscou.

Sua atividade profissional e o interesse pelas funções mentais superiores, cultura, linguagem e processos orgânicos cerebrais trouxeram para próximo de si pesquisadores neurologistas como Alexander Luria e Alexei Leontiev, que deixaram importantes contribuições para o Instituto de Deficiência de Moscou, entre eles destacam-se os livros “A Formação Social da Mente”, “A Pedagogia de Crianças em Idade Escolar”, “Estudos Sobre a História do Comportamento”, “Lições de Psicologia”, “Pensamento e Linguagem”, “Desenvolvimento da Criança Durante a Educação” e “A Criança Retardada”. É importante

destacar que parte dos estudos desenvolvidos por Vygotsky não são obras acabadas, tiveram continuidade através de outros pesquisadores, sendo Alexander Luria e Alexei Leontiev os principais.

Vygotsky foi ignorado no Ocidente e teve a publicação de suas obras suspensa na União Soviética de 1936 a 1956. Hoje, no entanto, a partir da divulgação feita, seu trabalho vem sendo profundamente estudado e valorizado. (VYGOTSKY, 1934)

Embora dos trabalhos de Vygotsky tenham sido censurados pelos soviéticos entre 1936 e 1956, os estudos sobre os Processos de Formação do Aprendizado desde a infância tem se mostrado relevantes até hoje. O simples fato de terem sido barrados em um período e aproveitados mais (até hoje) adiante comprova isso. O primeiro livro traduzido para o português só foi lançado no Brasil na década de 60. Ainda assim, é uma obra atualizada e de grande importância para a formação do professor em todas as áreas. Para Vygotsky o desenvolvimento cognitivo e conseqüentemente o aprendizado não pode ser dissociado das influências dos meios sócio histórico e cultural, mostrando que, durante o desenvolvimento da criança, aspectos associados ao pensamento e linguagem bem como o comportamento estão diretamente ligados às funções sociais. Assim, “É por meio da socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores (pensamento, linguagem e comportamento volitivo)” (MOREIRA, 2016, p.74).

De uma perspectiva mais ampla, para Vygotsky o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural no qual ocorre, não é independente desses fatores. (MOREIRA, 2016, p.74). Mas é preciso entender como acontece a interação, ou seja, a mediação entre os processos mentais superiores e as relações sociais. O indivíduo absorve, internaliza e interpreta conhecimentos que já foram construídos em um contexto sócio-histórico-cultural. A ligação entre o conhecimento e o meio em que está inserido o indivíduo acontece por mediação através de instrumentos e signos e da interação social.

Instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; signo é algo que significa alguma coisa. Há três tipos de signos: *indicadores*, *icônicos* e *simbólicos*. *Indicadores* são os que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (e.g., fumaça indica fogo, porque é causada por fogo). *Icônicos* são imagens ou desenhos daquilo que significam (e.g., as figurinhas usadas na tela do computador para gravar ou armazenar dados). *Simbólicos* são os que têm uma relação abstrata com o que significam. Palavras, por exemplo, são signos linguísticos, números são signos matemáticos; a linguagem falada e escrita, e a matemática são sistemas de signos (op. Cit., p. 109). No ensino de Física, por exemplo, há outros signos simbólicos como fórmulas, diagramas, gráficos, etc. (MOREIRA, 2016 p. 75).

No ensino de física pode-se apropriar-se de instrumentos que traduz significados importantes para os alunos, como por exemplo, os experimentos usando materiais comuns facilmente encontrados em seu cotidiano.

Interação social é fundamental, particularmente para a aquisição de significados dos signos simbólicos. As palavras, por exemplo, significam aquilo que um grupo social aceita, compartilha. Por exemplo, na Física, trabalho significa um produto escalar de dois vetores enquanto que no cotidiano pode significar esforço físico, emprego, salário no final do mês e muito mais. Mesmo dentro de uma mesma área de conhecimento uma palavra pode ter significados distintos em diferentes subáreas como é o caso de palavra cor que na Óptica Física está associada a uma determinada frequência eletromagnética e na Física de Partículas é uma propriedade da matéria. Por outro lado, no contexto social certa cor pode significar preferência clubística, partidária política e muito mais. Além disso, em diferentes contextos o mesmo objeto ou evento pode ser representado por outro signo. É o caso das palavras mesa e table que significam a mesma coisa, porém em diferentes contextos sociais (MOREIRA, 2016 p. 76).

Outro aspecto importante na teoria de sócio-cultural de Vygotsky é exatamente a interação do aprendiz com todos os elementos de aprendizagem e a evolução que tal aprendizado o leva, ou seja, aprender é um processo evolutivo que segue uma sequência que tem início na interação e se estende por novos conhecimentos e assim por diante. Na teoria de Vygotsky essa relação entre o conhecimento atual, ou seja, o que o aprendiz já internalizou (aprendeu) e infinidade de possibilidades de novos conhecimentos, ou seja, a capacidade de, conhecendo a solução de um problema simples, ser capaz de resolver problemas mais complexos, essa relação é definida como Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Para se falar da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), objeto de estudo aqui proposto, faz-se necessário, para um melhor entendimento dela, abordar um pouco do próprio Vygotsky e suas teorias. Esclareceremos brevemente a teoria do desenvolvimento mental concebida por ele até se falar da educação em si e a contribuição da ideia de ZDP para o ensino/aprendizagem.

Fazendo uma comparação entre o desenvolvimento humano e o dos outros animais, o destes se faz através de estímulos imediatos enquanto o daquele é parte de uma construção, da interação, da socialização com outros humanos, em atividades atuais e também históricas e culturais. Já desde a primeira infância a pessoa se sociabiliza, sociabilidade primária.

“É por meio de outros, por intermédio do adulto que a criança se envolve em suas atividades. Absolutamente, tudo no comportamento da criança está fundido, enraizado no social. [E prossegue ...] assim, as relações da criança com a realidade são, desde o início, relações sociais. Neste sentido, poder-se-ia dizer que o bebê é um ser social no mais elevado grau” (VYGOTSKY, 1932, p. 281).

Observa-se que o autor afirma ser o homem, já desde o nascimento, produto da socialização. Logo toda a primeira aprendizagem da criança se faz com outro, mais velho e com uma “carga” sócia, histórica e intelectual mais formada. De fato, percebe-se, também, que qualquer criança tem uma capacidade de acúmulo de conhecimentos e aprendizado mais rápido que adultos. Mas isso só se dá, a princípio, através da interação com o meio.

É justamente no meio, no social que o ser humano desempenha um papel construtivo no desenvolvimento. Seus saberes se aperfeiçoam se aprimoram através do que se cria e se socializa e do que já existe e é melhorado. Para Ivan Ivic:

“Isso significa, simplesmente, que certas categorias de funções mentais superiores (atenção voluntária, memória lógica, pensamento verbal e conceptual, emoções complexas, etc.) não poderiam emergir e se construir no processo de desenvolvimento sem o aporte construtivo das interações sociais” (IVAN IVIC, 2010, p. 17).

É justamente a linguagem humana que se apresenta como a propiciadora da interação entre as pessoas, como o meio de socialização dos conhecimentos e cultura acumulados. Augusto Silvana de Oliveira citando Vygotsky afirma:

“A linguagem como possibilidade de comunicação humana assume um papel fundamental. Para Vygotsky, a função primordial da linguagem, tanto nas crianças como nos adultos, é a comunicação, o contato social, em que todo e qualquer ser humano é passível de realizar os processos de desenvolvimento e aprendizado, que são fenômenos determinantes como ser humano, com espécie e ao ser humano socialmente construído”. (OLIVEIRA, 2011a, p. 52).

É, portanto, a linguagem não apenas o falar ou o comunicar simples do dia a dia, mas algo cultural, histórico e de transposição de conhecimentos e aprendizagens entre contemporâneos e gerações. O desenvolvimento, que se dá através da aprendizagem, e que através do qual Vygotsky define um de seus estudos (a Zona de Desenvolvimento Proximal - ZDP), ocorre justamente através da interação que ocorre entre as pessoas pela linguagem.

Além de formado em direito, literatura e história, ministrante de curso de psicologia, crítico de arte e graduado em medicina, esse teórico era educador, sendo muito engajado em atividades pedagógicas. Segundo Ivan Ivic, Vygotsky era muito bem-dotado para a profissão. Daí a grande contribuição de seus estudos para a relação entre aprendizagem e desenvolvimento, e muito no que se refere ao ensino escolar.

O desenvolvimento se torna possível justamente graças ao ensino escolar e, para Vygotsky, a educação não se resume à aquisição de um conjunto de informações. Assim:

“Ela [a educação] é uma das fontes de desenvolvimento da criança. O papel essencial da educação é, pois, de assegurar seu desenvolvimento, proporcionando-lhe os instrumentos, as técnicas interiores, as operações intelectuais. Em várias oportunidades Vygotsky fala da aprendizagem de diferentes tipos de atividades. Se, por exemplo, seu enfoque for aplicado na classificação usada na botânica, poder-se-ia dizer que, para ele, o essencial não é o conhecimento das categorias taxionômicas, mas o domínio do procedimento de classificação”. (IVIC: 2010, p.31)

Segundo Vygotsky (1991), o conceito de zona de desenvolvimento proximal foi elaborado para explicar a relação entre desenvolvimento e aprendizado, pois para ele aprendizado não é conhecimento. De fato, o desenvolvimento se dá quando o que foi aprendido pode ser usado na construção de novos conhecimentos. . .

Apresenta-se, a partir de então, o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal, já citado acima como um dos estudos do autor:

“A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadurecem, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentes em processo embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de “brotos” ou “flores” do desenvolvimento, ao invés de frutos do desenvolvimento”. (VYGOTSKY, 1991, p. 97)

A ZDP é a diferença (medida em tempo) entre o conhecimento já estabelecido no indivíduo e aquele que o mesmo pode atingir com a colaboração de outros indivíduos mais experientes (o chamado par experiente). O desempenho de um indivíduo só e o mesmo acompanhado do par experiente, não será, portanto, o mesmo, assim, essa distância entre o nível real de conhecimento e o nível potencial (com a colaboração do par experiente), define-se como Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Para Vygotsky, na ZDP, a “relação” evolui para “interação”. Isso significa que a relação do aprendiz com o par experiente não pode caminhar para uma dependência, e sim para uma evolução em outro nível de aprendizado.

“E por meio da investigação da situação do adulto ‘conduzindo’ o aluno na atividade cognitiva, que aparentemente está além do nível que o aluno consegue atingir sem ajuda, que somos capazes de começar a entender como um aluno está se desenvolvendo e que estratégias poderiam ser úteis para facilitar um desenvolvimento mais profundo”. (DANIELS: 1995, p. 238)

A aplicação do conceito de ZDP a prática educativa aponta para duas contribuições para o desenvolvimento do indivíduo. Em primeiro lugar, a capacidade de utilização da imaginação. E em segundo, pela capacidade de fazer uso da colaboração dos outros.

Assim, se configura como tal, o professor, que é o mediador, o que faz avaliações diagnósticas, que analisa o aprendizado do estudante no sentido de potencializá-lo ao máximo. O par experiente (professor) tem seu campo de ação justamente na Zona de Desenvolvimento Proximal explicada por Vygotsky.

2. 2. DAVID P. AUSUBEL

Filho de pais judeus, pobres e imigrantes da Europa central, David Ausubel nasceu em Nova Iorque no dia 25 de outubro de 1918 e faleceu na mesma cidade em 08 de junho de 2008. Graduou-se em psicologia e medicina e doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde foi professor no Teachers College por vários anos. Dedicou a vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional. Desde cedo se preocupava com a forma e o tratamento que as crianças recebiam na escola.

"Escandalizou-se com um palavrão que eu, patife de seis anos, empreguei certo dia. Com sabão de lixívia lavou-me a boca. Submeti-me. Fiquei de pé num canto o dia inteiro, para servir de escarmento a uma classe de cinquenta meninos assustados (...)". Para ele, "A escola é um cárcere para meninos. O crime de todos é a pouca idade e por isso os carcereiros lhes dão castigos." (AUSUBEL. Apud Moreira 2011, p.31).

Tem como principal teoria divulgada a Aprendizagem Significativa que é “aquela em que ideias expressas simbolicamente integram de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe” *Moreira (2011)*.

Compondo a ideia de Aprendizagem Significativa há o subsunçor ou ideia-âncora, que nada mais é do que o conhecimento prévio que o indivíduo tem sobre determinada coisa a ser incrementada por uma nova aprendizagem. Essa nova aprendizagem pode se dar por recepção ou mesmo descobrimento, individual e/ou coletivo. O próprio subsunçor se modifica recebendo novos significados. Interessante notar que o conhecimento prévio é essencial à nova aprendizagem, conhecimento prévio esse que pode ser, depois de uma interação, retificado, refutado em parte ou acrescido de novos saberes.

Quanto à interação, ela é de fundamental importância para que a ideia-âncora seja desenvolvida. É a relação entre conhecimentos prévios com as novas informações que poderão construir a Aprendizagem Significativa, pois só haverá aprendizagem se fizer sentido

para aquele que a recebe. O sentido se faz com uma progressão do subsunçor, que vai sendo incorporado, enriquecido, estabilizando, modificando a ponto de ser facilitador da aprendizagem. Assim, são conjuntos de hierarquias de subsunções inter-relacionadas dinamicamente que levam à Aprendizagem Significativa. Segundo Marcos Antônio Moreira:

“essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. A primeira condição implica que o material de aprendizagem tenha significado lógico e que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável a determinados conhecimentos e o aprendiz deve ter esses conhecimentos prévios necessários para fazer esse relacionamento de forma não arbitrária e não literal” (MOREIRA, 2011, p. 24 e 25).

Ao estudar a Física dos movimentos sujeito a ação da gravidade aplicando uma SDI, que tendo como foco principal a parte experimental como meio de interação entre os aprendizes e as ferramentas utilizadas, se faz presente alguns elementos estudados nas teorias de aprendizagens propostas por Vygotsky e Ausubel. Isso tendo em vista que os instrumentos (ferramentas) tem um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem representando, na teoria de Vygotsky, um signo, elemento muito importante no processo de interação do aprendiz com seus pares e principalmente por aproximar o conteúdo estudado. Os mesmos instrumentos que representam uma ferramenta de interação entre o sujeito e o aprendizado também são usados como ancoradores, ou seja, elo que liga o conhecimento já estabelecido com o novo, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. As atividades experimentais são excelentes momentos para se estabelecer ou mesmo fixar conteúdos de complexidade elevada, como por exemplo, os movimentos bidimensionais. Ao usar uma sequência de atividades, como leitura e posterior discussão, exercícios e atividades experimentais, os aprendizes vivenciam um ambiente novo e visualizam uma oportunidade de conduzir e apoiar os seus colegas.

3. A FÍSICA DO MOVIMENTO SUJEITO A AÇÃO DA GRAVIDADE

Desde os antigos gregos, com Aristóteles, por exemplo, a ideia de movimento tem sido estudada com acurada atenção, uma vez que se observa esse fenômeno em todos os lugares e tem despertado interesse de várias áreas e acaloradas discussões ao longo da história.

Como exemplo dessa discussão, no livro “Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo”, de Galileu, podemos observar claramente no diálogo de Simplicio e Salviati como são confrontados os modelos de Aristóteles e Galileu, sobre o movimento natural dos corpos em queda.

Salviati: Há uma grande diferença entre a vossa experiência e vosso caso. Vós fazeis sobrevir o evento àquele pedra posta em repouso; e nós expomos ao ar que já se move a pedra, que também se move com a mesma velocidade, de modo que o ar não lhe deve conferir um novo movimento, mas somente lhe manter ou, para dizê-lo melhor, não lhe impedir o já concebido: vós quereis lançar a pedra com um movimento estranho e fora de sua natureza: e nós, conservá-lo no seu movimento natural. Se querieis produzir uma experiência mais ajustada, deveríeis dizer que se observasse, se não com os olhos da frente, pelo menos com aquele da mente, o que aconteceria quando uma águia levada pelo ímpeto do vento deixasse cair das garras uma pedra, a qual, posto que já ao desprender-se voava a par do vento, e depois de deixada livre entra no meio móvel com igual velocidade, tenho a firme opinião que não se veria cair perpendicularmente, mas que, seguindo o curso do vento e acrescentando-lhe aquele do próprio peso, mover-se-ia com um movimento transversal.

Simplicio: Seria necessário efetuar tal experiência e depois julgar com o acontecido; entretanto, o efeito do navio mostra até aqui aplaudir a nossa opinião. (GALILEI,2001, pag. 223-226).

Ao longo dessa jornada humana sobre estudo dos movimentos passou-se por vários pensadores, que deram sua contribuição para a formulação de leis que vieram a fornecer uma explicação satisfatória do movimento dos corpos terrestres bem como os movimentos dos grandes corpos (celestes). Mas somente em 1687 que Newton publica um dos principais livros da humanidade, “principia”, que traduz de forma mais eficaz os esses estudos (Rocha, 2002).

3. 1. SOBRE O PENSAMENTO DE ARISTÓTELES, DE GALILEU E DE NEWTON.

Desde os primórdios da humanidade, que se tem conhecimento, o estudo dos movimentos tem sido motivo de várias discussões: seja no movimento dos corpos celestes ou mesmo nos objetos que “caem” ou são lançados verticalmente para cima. Para o melhor entendimento do que aqui é proposto, vamos fazer um levantamento bibliográfico das

principais ideias sobre movimento desde Aristóteles até Newton, passando por outros grandes pensadores como Galileu.

Para BRETANO (2012), pág. 141, talvez ninguém tenha mais direito de receber créditos do que Aristóteles quanto ao que foi produzido em diversas áreas e por ter maior destaque sobre outros. Macedônio de nascimento, Aristóteles, tutor de Alexandre, o grande, esteve aberto para todas as áreas que a Grécia poderia lhe oferecer. Seus escritos abrangem, dentre outros, a retórica, passando pela filosofia, uma das áreas na qual é mais conhecido, até a metafísica.

Na área da física, o ramo em estudo aqui, dentre suas contribuições, destacamos os movimentos, que se estendem desde os corpos celestes, onde ele afirmava que esses corpos tinham movimentos naturais, até estudo de queda dos corpos próximo da superfície terrestre.

“Observou Aristóteles que alguns objetos na Terra são leves e outros pesados. Atribuiu ele a propriedade de ser leve ou pesado segundo a percentagem em que nele figurava cada um dos diferentes elementos, sendo a terra ‘naturalmente pesada’ e o fogo ‘naturalmente leve’, e a água e os ares intermediários entre os dois extremos” (COHEN, 1967, p. 15).

Logo, para ele, o movimento de queda dos corpos segue um princípio em que o que tem maior massa, quando abandonado de uma mesma altura que um de menor massa, e ao mesmo instante, aquele de maior massa tende a chegar antes. Desse ponto de vista, fica claro que o pensamento aristotélico, quanto se trata do estudo dos corpos lançados, sujeitos à ação da gravidade, baseado em suas observações/experimentos a massa tinha influência nos resultados dos lançamentos, que desconsiderava a resistência do ar.

Quanto à resistência do ar, foi essa uma das grandes contribuições do Italiano Galileu Galilei. Dentre suas teorias, que mais tarde foram confirmadas, a resistência do ar tem na queda dos corpos grande relevância. Experimentalmente ele estabeleceu relações matemáticas entre as grandezas envolvidas no movimento (distância, tempo, velocidade), onde a massa não tinha influência (não aparecia) na queda dos corpos, diferente do que afirmava Aristóteles.

Falando sobre a queda dos corpos e a inércia do movimento dos corpos rígidos, Galileu sugere a análise da trajetória do movimento que segue uma bala de canhão, abandonada do alto de um mastro de um navio em movimento, para apresentar conclusões sobre o estado natural dos corpos, segundo a sua concepção. Para Aristóteles, a bala cairia atrás do mastro, já que para o filósofo grego o movimento do objeto não faz parte do movimento da nave, e que o estado natural das coisas é o repouso. A bala ficaria para trás enquanto o navio continuaria seu percurso. Já para Galileu, a bala de canhão cairia na base do

mastro, já que sua ideia de inércia é o objeto permanecer no estado em que se encontra: em repouso, ou em movimento retilíneo uniforme. Logo, se o navio está em movimento, a bala também está (na mesma direção, mesmo sentido, e com a mesma velocidade). Portanto, a bala não cairia atrás, mas na base.

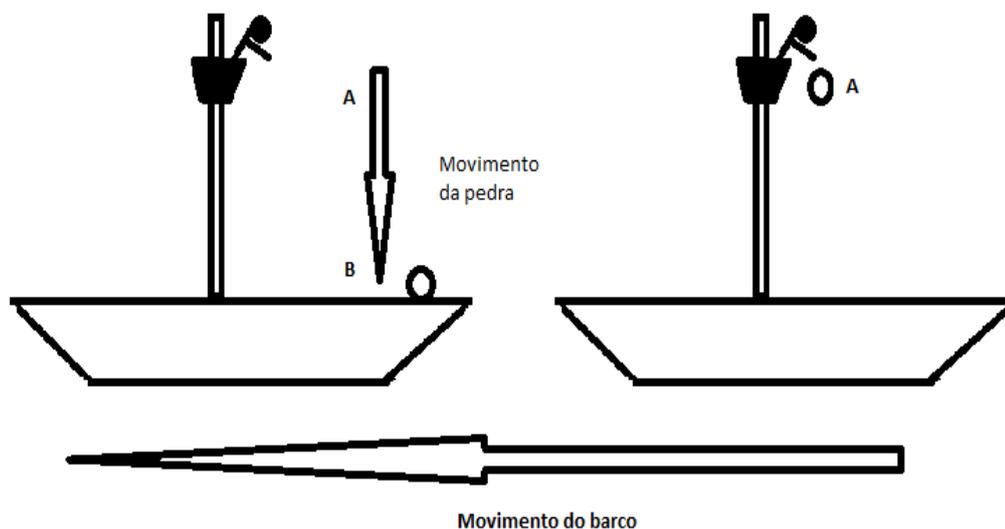


Figura 1: Movimento de queda, com o barco em movimento

Ao soltar a bala de canhão do alto do mastro, com o barco em movimento, a bala cairia longe do mastro, segundo a concepção de Aristóteles. Veja a Figura 1. Abandonando a bala em queda, com o barco em repouso, ela cairia na base do mastro (Figura 2)

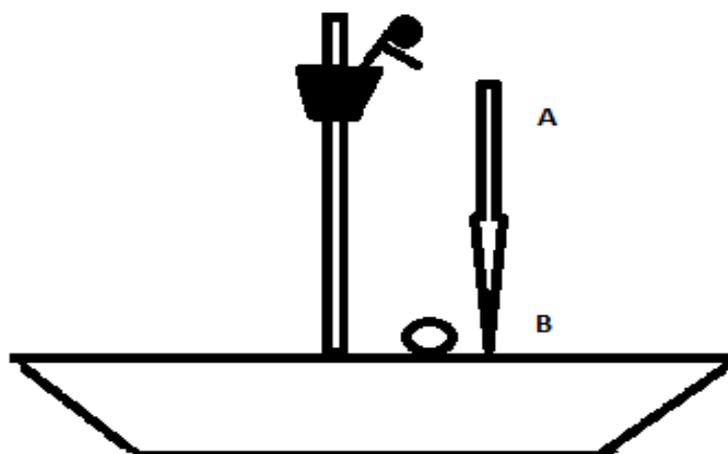


Figura 2: Movimento de queda, com o barco em repouso.

Já segundo a concepção de Galileu Galilei, a bala de canhão, tanto com o barco estando em repouso, como em movimento, seguiria em queda vertical, ficando na base do mastro (Figura 3).

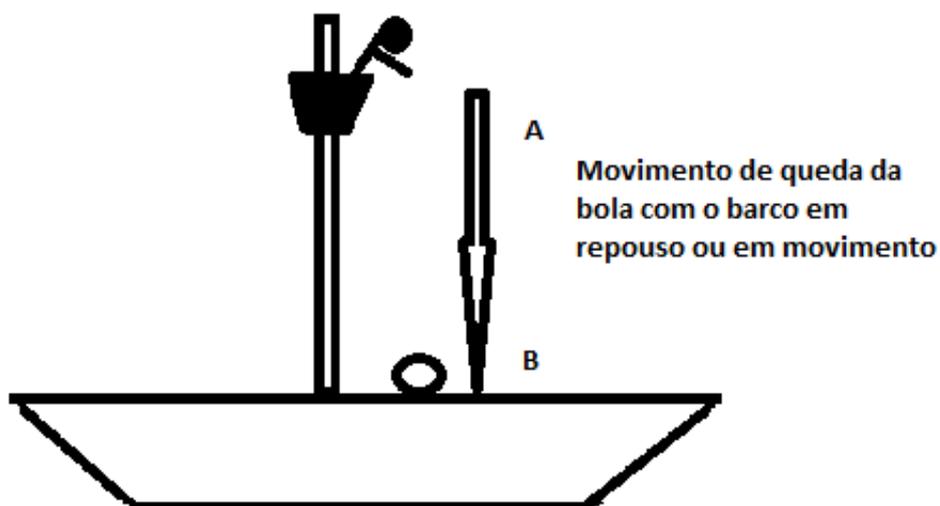


Figura 3: Movimento de queda, com o barco em movimento.

Galileu descreve o movimento dos corpos em lançamento horizontal e oblíquo, equacionando-os da seguinte forma.

3.2. MOVIMENTOS SUJEITOS A AÇÃO DA GRAVIDADE

Descreveremos aqui, em particular dois tipos de movimentos sujeitos a ação da gravidade, o lançamento horizontal e o lançamento oblíquo, partindo sempre de um modelo em que são desprezados quaisquer efeitos de resistências ao movimento, tipo resistência do ar.

3.2.1. LANÇAMENTO HORIZONTAL

O lançamento horizontal é definido como o lançamento de objetos próximos à superfície da Terra a partir de uma superfície de lançamento (plataforma) de tal forma que a

direção de lançamento é paralela à superfície de referência (Terra) e a uma altura h em relação à mesma. Veja o esquema mostrado na Figura 4.

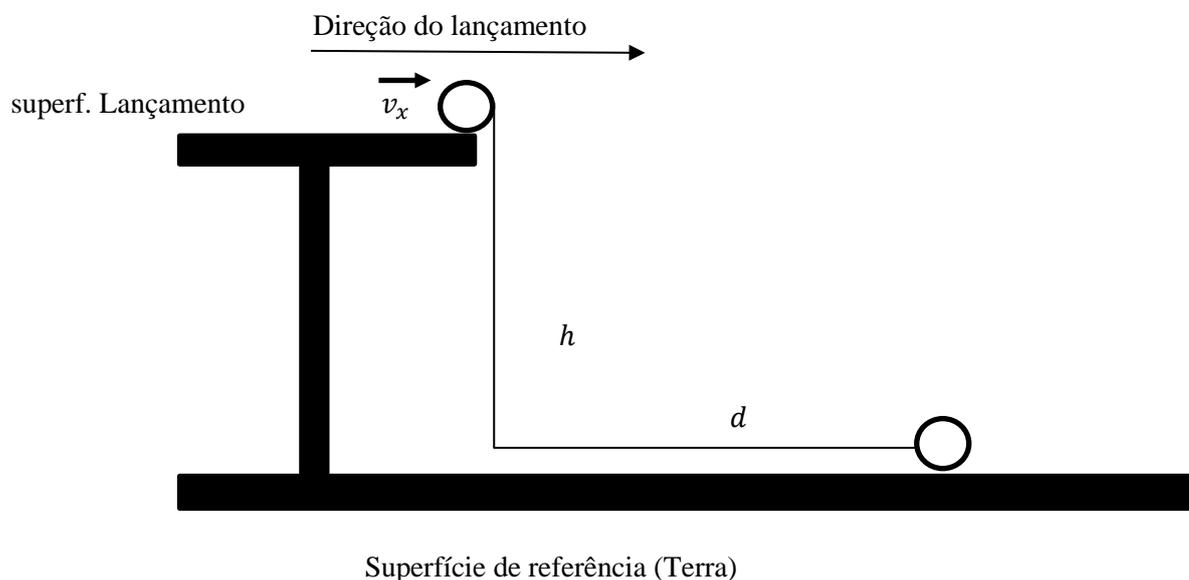


Figura 4: Lançamento Horizontal.

Considerando condições ideais para a realização de experimentos, ou seja, desprezando qualquer influência da resistência do ar ou atritos devido ao contato entre o corpo e a superfície de lançamento, como o objeto distancia-se horizontalmente em relação ao ponto de lançamento (movimento horizontal livre de resistência do ar), portanto, o corpo descreve movimento uniforme. Observa-se também que para o mesmo instante em que o corpo se afasta horizontalmente o cai verticalmente (sujeito a ação gravidade), dessa forma o que observamos é um movimento uniformemente variado do corpo.

Dessa forma podemos descrever o lançamento horizontal de um objeto como sendo a composição de dois movimentos simultâneos: o movimento ao longo da direção horizontal (M.U.) e o movimento em queda livre (M.U.V.). Sendo assim, temos:

- O deslocamento na direção horizontal, movimento uniforme

$$\Delta S = vt$$

Da figura temos $\Delta S = d$ e $v = v_x$, velocidade no instante em que o objeto abandona a superfície de lançamento. Assim teremos que o deslocamento na horizontal é dado por

$$d = v_x t \quad (1)$$

A distância d localiza o ponto em que o objeto toca a superfície de referência, o qual denominamos alcance máximo.

- Movimento na direção vertical:

Como o objeto, parte na vertical, com velocidade zero ($v_{0y} = 0$), temos:

$$v = gt,$$

onde $v = v_y$ e g representa a aceleração devido à atração gravitacional local.

$$v_y = gt \quad (2)$$

Para a altura h , temos:

$$\Delta S = (1/2)gt^2,$$

onde $\Delta S = h$

$$h = (1/2)gt^2 \quad (3)$$

Combinando as eq. (2) e eq. (3), da seguinte forma: isolando o instante t na eq. (2) e substituindo o resultado na eq. (3), obteremos:

$$t = v_y/g.$$

Dessa forma obtemos a relação entre o quadrado da velocidade na direção vertical e a altura percorrida,

$$v_y^2 = 2gh, \quad (4)$$

conhecida como equação de Torricelle reduzida.

3.2.2 . LANÇAMENTO OBLÍQUO

O lançamento oblíquo é obtido quando um objeto abandona uma superfície de referência executando um movimento cuja direção faz um ângulo θ em relação à mesma. Veja Figura 5 como ilustração.

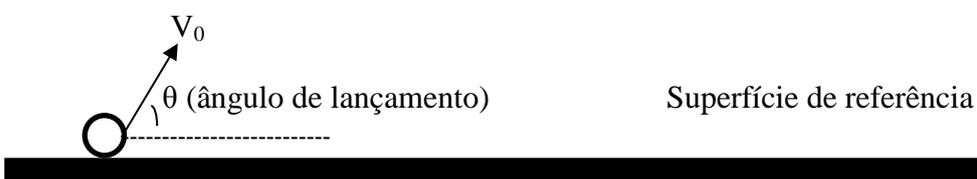


Figura 5: Lançamento Oblíquo

O objeto, ao longo de sua trajetória, apresenta claramente uma combinação de dois movimentos, sendo um na vertical (subida) e o outro na horizontal.

Considerando experimentos realizados com objetos sendo lançados obliquamente sob condições ideais, ou seja, desconsiderando a resistência do ar ou qualquer outro tipo de atrito, e adotando o plano cartesiano como o sistema de referencial, podemos escrever as funções para os movimentos na direção horizontal e vertical.

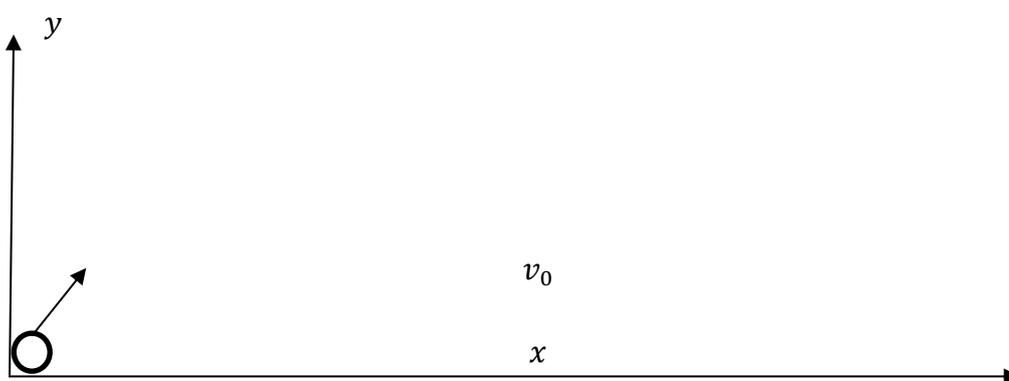


Figura 6: Relação de altura y e Alcance x

- Movimento na direção horizontal (M.U.)

Existe uma componente de v_0 (velocidade de lançamento) na direção do eixo x , que vamos denominar v_{0x} (velocidade horizontal) e, portanto, constante devido à ausência de resistências ao movimento nesta direção. Sendo assim, para um instante t qualquer após o lançamento, temos:

$$x = v_x t,$$

como v_{0x} é a componente horizontal de v_0 , podemos escrever:

$$x = v_0 \cos \theta t \quad (5)$$

A posição para o qual o objeto retorna à superfície é denominada alcance A do lançamento.

- Movimento na direção vertical (M.U.V.)

No movimento ascendente (subida) o corpo fica sujeito à ação da gravidade, logo podemos descrever a equação horária da velocidade v_y ,

$$v_y = v_{0y} - gt,$$

pois o objeto está sujeito a uma desaceleração de módulo igual a g . Sendo v_{0y} a componente vertical de v_0 , logo podemos escrever:

$$v_y = v_0 \text{sen}\theta - gt \quad (6)$$

Considerando que movimento de subida do objeto se dá próximo à superfície da Terra (g constante), a equação que descreve a variação da posição na vertical é dada por:

$$\Delta y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

e, portanto,

$$\Delta y = v_0 \text{sen}\theta t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (7)$$

Combinando as eq. (6) e (7), isolando o instante t na eq. (6) e substituindo o resultado na eq. (7), obtemos:

$$v_y^2 = v_0^2 \text{sen}^2\theta - 2g\Delta y \quad (8)$$

que é a equação de Torricelle para o lançamento oblíquo.

Desconsiderando os efeitos de resistência do ar, podemos escrever: $t_t = t_s + t_d$, onde t_s é o tempo que o objeto lançado obliquamente leva para atingir o ponto mais alto da trajetória e t_d é o tempo que o objeto leva para retornar à superfície de referência, considere ainda que $t_t = t_d$.

Assim, temos: no ponto mais alto $v_y = 0$ e o tempo de subida é $t = t_s$. Assim fazendo $0 = v_0 \text{sen}\theta - gt_s$, na equação (6) obteremos a expressão para o tempo total de vôo t_t

$$t_t = \frac{v_0}{g} 2\text{sen}\theta. \quad (9)$$

Para alcançar uma máxima distância na horizontal em relação ao ponto de lançamento, devemos levar em consideração os seguintes fatores:

- efeitos da resistência do ar;
- velocidade inicial de lançamento;

- ângulo de lançamento.

Considerando então um objeto lançado sob um ângulo θ e velocidade v_0 (veja Figura 5) de tal forma que os efeitos da resistência do ar sejam desprezíveis, podemos calcular o alcance do lançamento, fazendo uso das equações (5) e (9), obtendo a expressão

$$A = \frac{v_0^2}{g} 2\text{sen}\theta\text{cos}\theta.$$

Utilizando a identidade trigonométrica $2\text{sen}\theta\text{cos}\theta = \text{sen}2\theta$, a expressão matemática para o alcance do lançamento toma a forma

$$A = \frac{v_0^2}{g} \text{sen}2\theta. \quad (10)$$

Da eq. (10) vemos que para o lançamento atingir uma máxima distância horizontal ($A_{\text{máx}}$), devemos ter $\text{sen}2\theta = 1$, ou seja, o alcance do lançamento será máximo se o ângulo de lançamento for $\theta = 45^\circ$.

Galileu embora tenha estudado bastante o movimento, desconsidera as causas desse fenômeno; coube a Isaac Newton, então, estudar as causas do movimento definindo o conceito de força. Com a publicação de seu livro *Princípios*, Newton lança novas perspectivas sobre a física instigando outros olhares sobre a interação dos corpos em movimento.

Newton, então, rompe o paradigma da mecânica celeste e da mecânica terrestre lançando as leis que viriam a dar fundamentação matemática sobre: 1ª Inércia, 2ª princípio fundamental da mecânica, 3ª ação e reação; além da lei da gravitação universal.

Segundo ele, um corpo livre da ação de forças resultantes tende a permanecer em seu estado natural, ou seja, repouso ou movimento retilíneo uniforme. Tem-se com isso a Primeira Lei de Newton, a Lei da Inércia. Como primeiro exemplo, qualquer objeto em repouso tende a continuar no estado em que está como uma pedra no chão. E, com segundo exemplo, ao traçar uma curva, o passageiro de um ônibus tende a continuar em linha reta; não o faz por conta de forças que o mantêm em trajeto curvilíneo.

Para que os objetos não permaneçam constantemente em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, uma resultante de força precisa quebrar-lhe o estado natural. Assim, a taxa

de variação do momento linear ($m\Delta v$) em função do intervalo de tempo Δt descreve matematicamente o princípio fundamental da mecânica, ou segunda lei de Newton.

Logo, uma pedra lançada para o alto tende a continuar subindo, só não o faz devido à força da gravidade que a impede de continuar em seu curso, puxando-a para baixo.

Já a terceira lei de Newton, ou lei da ação e reação, diz que para toda ação há uma reação de igual intensidade e em sentido oposto. Assim, por exemplo, uma pessoa sentada exerce uma força sobre a cadeira e recebe uma força de mesma intensidade vinda da cadeira.

Sobre a lei da gravitação universal, Newton, com ela, quebra o paradigma de que para os corpos celestes há uma lei diferente dos corpos terrestres. Logo, só há uma força que age tanto no universo fora da Terra quanto para os objetos próximos à superfície, uma vez que a Terra faz parte do universo.

Embora hoje essa ideia pareça óbvia, antes de Newton, pensava-se que o movimento dos corpos fora do planeta era governado por forças divinas.

4. LABORATÓRIO EXPERIMENTAL DE FÍSICA

Um dos instrumentos mais importantes no ensino de Física é fundamentalmente o laboratório experimental, sendo que os materiais a serem manuseados têm grande importância, pois proporcionam aos alunos uma vivência inovadora que seria a construção dos instrumentos.

Numa tentativa de descrever uma abordagem experimental, encontramos uma série de classificações das formas distintas de encarar o laboratório experimental; algumas, talvez, não fazem sentido mencioná-las, como por exemplo, o laboratório de demonstração, que é aquele que se destina a apresentações lúdicas em que a participação dos alunos resume-se a observação. Nessa nova perspectiva mais dinâmica de interação no processo de ensino/aprendizagem, diferente do convencional, o aluno se torna um agente ativo em toda e qualquer proposta de atividade experimental, dessa forma destacamos alguns modelos de laboratório classificados assim.

4.1. LABORATÓRIO TRADICIONAL OU CONVENCIONAL

Segundo José Lira:

Ao se transferir a atribuição de manipular os equipamentos e dispositivos experimentais ao aluno, tem-se o laboratório tradicional ou laboratório convencional. Geralmente a atividade é acompanhada por um texto-guia altamente estruturado e organizado (tipo cook-book), que serve de roteiro para o aluno. (LIRA, 1988, p.64).

Nesse tipo de laboratório, mesmo tendo uma participação significativa, fica o aluno “engessado”, preso a um roteiro. Segue, portanto algo já pronto sem variantes que não sejam predeterminadas. É tolhido, pois, em qualquer outra atividade que não esteja diante do “script”, do manual.

Decisões a serem tomadas sobre as ações do experimento não são tão comuns, pois, devido ao grau de construção estruturada, o tempo de reflexão é reduzido. Logo, ainda para José Lira:

Variáveis a serem observadas, o que medir e como medir, fogem totalmente da esfera de decisão dos alunos, pois tudo está “receitado” no guia ou roteiro experimental. Outra característica comum é que o relatório experimental é o “ápice” do processo. Tudo é dirigido para a tomada dos dados, elaboração de gráficos, análise dos resultados e comentários sobre “erros experimentais” (LIRA, 1988, 65)

4.2. LABORATÓRIO DIVERGENTE

Vindo de encontro ao comum laboratório, o Divergente não é tão rígido quanto o primeiro. Ele funciona mais como caminho de construção livre que como trilho que mitiga as ações dos experimentadores. As repostas pré-concebidas do laboratório tradicional já não são o foco, pois é adicionado o fato de poder decidir ao estudante quanto ao esquema e ao procedimento experimental a ser adotado.

José Lira fala das fases do laboratório divergente e explicando-as:

“a primeira fase denominada de “exercício” é o momento em que o estudante deve cumprir uma série de etapas comuns a todos os alunos da classe. Esta etapa prevê a descrição detalhada de experiências a serem realizadas, os procedimentos a serem adotados, as medidas a serem tomadas e o funcionamento dos instrumentos de medida. O objetivo desta fase é a familiarização, por parte dos alunos, com os equipamentos experimentais e técnicas de medida. Ela visa muito mais um treino e ambientação do aluno no laboratório, preparando-o para a segunda fase, denominada de “experimentação”. Agora caberá ao aluno decidir qual atividade realizará, quais seus objetivos, que hipóteses serão testadas e como realizará as medidas. Após o planejamento, o aluno estabelecerá uma discussão com o professor, com o intuito de realizar eventuais correções e, principalmente, de viabilizar a atividade com o material disponível e dentro do prazo previsto“. (LIRA, 1988, p.64).

4.3. OUTRO TIPO DE LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO?

Na busca pelo estudo de lançamentos horizontal e oblíquo, foi realizada uma atividade não só de experimentação de livre iniciativa e escolhas, como no Laboratório Divergente, mas também com a participação dos estudantes na construção dos próprios instrumentos a serem utilizados. O que se percebeu foi a total adesão dos alunos e eficácia na construção desses instrumentos e da realização do experimento de forma aproveitável.

A construção da aparelhagem experimental, por si só, já despertou o interesse e curiosidade dos estudantes para com os experimentos que se seguiriam. Ou seja, para que serviriam as rampas? Como funcionará o experimento? E quais os resultados? Foram indagações que surgiram enquanto se construía os instrumentos.

Evidencia-se, para possíveis futuros trabalhos com construção de instrumentos para em seguida realizar experimentos, que a ferramenta do questionário foi, primeiramente, o instigador de todo o resto da atividade. O software livre Tracker (soft de análise por vídeo dos movimentos através das grandezas tempo e espaço), ferramenta muito utilizada nos estudos

experimentais de mecânica e outros por pesquisadores, professores e alunos, também foi de fundamental importância para a realização desse trabalho, pois as tomadas de tempo e posição seriam bem mais complexas sem essa ferramenta computacional.

5. METODOLOGIA DA PESQUISA

Desde a antiguidade o homem sempre buscou entender o comportamento das coisas como um todo, seja social ou natural, e para isso lançou mão de procedimentos e meios que, de uma forma ou de outra, se traduzia em conhecimento. Ao longo dos séculos, com a necessidade de planejar e organizar de forma mais sistemática suas descobertas, o ser humano enxerga a necessidade de evoluir para métodos mais eficientes e, a partir daí, cada ramo do conhecimento descreve a sua maneira de investigação. Em particular, no que diz respeito ao lado científico, Marcone e Lakatos (2010, p. 64) definem o método de investigação da seguinte maneira: “é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”.

De acordo com Maxwell (2011 p. 19), a metodologia da pesquisa pode ser dividida nas seguintes categorias: classificação quanto ao objetivo da pesquisa, classificação quanto à natureza da pesquisa e classificação quanto à escolha do objeto de estudo. Já no que se refere às técnicas de pesquisa, os estudos podem utilizar as categorias como: classificação quanto à técnica de coleta de dados e classificação quanto à técnica de análise de dados.

Assim, neste trabalho a metodologia utilizada quanto aos objetivos classifica-se em exploratório-descritiva que, segundo Gil (1999, caput Maxwell 2011 pag. 20) considera que a pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais preciosos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Quanto à natureza, a pesquisa classifica-se em qualitativa-quantitativa, que é um misto entre a pesquisa quantitativa e a pesquisa qualitativa, em que a primeira aprecia os resultados através dos números, através dos dados estatísticos e a segunda, de acordo com Triviños (1987), trabalha os dados buscando seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro de seu contexto. Deixa-se claro que a natureza de uma pesquisa não se opõe à de outra. A classificação quanto à escolha do objeto de estudo será através de amostragem não estatística, por entender que, nesse tipo de pesquisa, para o fim a que se destinam as incertezas não são relevantes.

As amostragens não probabilísticas podem ser divididas em quatro tipos principais: intencionais (ou julgamento), “bola de neve” (snowball), por conveniência (ou acidental) e por quotas (ou proporcional) (MALHOTRA, 2001; MATTAR, 2001; AAKER, KUMAR & DAY 2004) caput Maxwell (2011). Sendo assim, a amostra da pesquisa será não probabilística e por quotas, que constituem um tipo especial de amostras intencionais. O

pesquisador procura obter uma amostra ou subgrupo que seja similar, sob alguns aspectos, à população. Maxwell (2011 p. 32).

No que se refere à coleta de dados, será aplicada a observação sistemática que, de acordo com Lakatos e Marconi (2010 p.176), utiliza instrumentos para a coleta dos dados ou fenômenos observados. Os instrumentos que podem ser utilizados na observação sistemática são: quadros, anotações, escalas, dispositivos mecânicos, etc.

E, para análise dos dados, a pesquisa classifica-se como estatística descritiva, que para Mattar (2001, p. 62) caput Maxwell (2011, p. 48), “os métodos descritivos têm o objetivo de proporcionar informações sumarizadas dos dados contidos no total de elementos da(s) amostra(s) estudada(s)”.

Pode-se, então, definir a pesquisa como exploratório-descritiva, qualitativo-quantitativa, de amostragem não probabilística e de observação cuja análise de dados será através de estatística descritiva.

5.1. PROCEDIMENTO DIDÁTICO

O instrumento a ser utilizado na pesquisa será uma sequência didática que trata do conteúdo “movimentos sujeitos a ação da gravidade: lançamento horizontal e oblíquo”, da grade curricular do 1ª série do Ensino Médio, que será aplicado em três turmas, sendo duas turmas 1º ano A e B, do turno manhã e 1º ano C do turno tarde do Centro de Ensino Henrique Rocha.

Segundo a professora Maria Marly de Oliveira (2013), “sequência didática é um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem”. É importante destacar também que todos os agentes envolvidos (professores e alunos) devem estar cientes de que a sequência didática tem um roteiro a ser seguido e o professor deve deixar bem claro para os alunos; esses, por sua vez, devem saber o que vai acontecer em cada momento. De uma forma geral, uma sequência didática tem sua estrutura fundamentada nas seguintes etapas:

1º passo - Apresentação do projeto: Momento em que o professor apresenta aos alunos a tarefa e os estudos que irão realizar.

2º passo - Produção inicial: Os alunos, já informados sobre o projeto, irão expor o que sabem e pensam sobre o assunto por meio de produção de texto, conversas, debates, dentre outros. A produção inicial trata-se de uma avaliação prévia e é através dela que o professor conhece as dificuldades dos alunos e obtém meios de estabelecer quais atividades deverão ser empregadas na sequência didática.

3º passo - Os módulos: Atividades (exercícios e pesquisas) planejadas metodicamente, com a finalidade de desenvolver as capacidades do aluno. Os módulos devem ser direcionados às dificuldades encontradas na produção inicial dos alunos e visando a superação dessas dificuldades, devem propor atividades diversificadas e adaptadas às particularidades da turma.

4º passo - Produção final: Avaliação do que conseguiram aprender no decorrer da sequência didática (comparação entre produção inicial e produção final).

Buscando-se um levantamento histórico, encontrou-se a seguinte referência:

Situando-se no tempo e espaço, a sequência didática surgiu na França no início dos anos de 1980 e objetivava melhorar o processo de ensino da língua materna, sendo uma proposta para sair de um ensino fragmentado do idioma francês em que se trabalhava de forma separada, sem conexões, a ortografia, a sintaxe e cada categoria da gramática. Essa proposta foi inovadora para implantar um ensino integrado, interconectado. No início teve uma série de resistências, mas aos poucos a proposta foi se firmando, e muitos estudiosos da didática do ensino começaram a analisar tal procedimento e produzir pesquisas sobre os resultados obtidos com a implementação de sequências didáticas no ensino de língua francesa.

Somente a partir da década de 1990, mais precisamente com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em 1992, a sequência didática começa a ser trabalhada no Brasil. A exemplo da França, a sequência didática passou a ser trabalhada no ensino do idioma materno, por meio do estudo de textos, utilizando a teoria dos gêneros do discurso, que tem como principal referência o sociointeracionismo de Vygotsky.

Atualmente, a técnica de sequência didática já vem sendo utilizada nas diferentes áreas de conhecimento... (OLIVEIRA, 2013, p. 40)

Assim, segue-se a descrição do produto educacional, que é o instrumento a ser utilizado na pesquisa:

- sequência didática: Estudo experimental com ênfase no software livre tracker, sobre os movimentos sujeitos a ação da gravidade (lançamento horizontal e oblíquo);
- 1º momento: apresentação dos principais elementos da sequência didática, bem como a aplicação do pré-teste;
- 2º momento: atividade experimental de uma prática laboratorial investigativa que, de acordo com Paulo Simeão Carvalho (2013; p.44):

“Nestas, não é fornecido um protocolo detalhado para executar a atividade de forma mais ou menos mecânica, mas existe a preocupação de resolver um problema, encontrar uma resposta à partida desconhecida para o aluno, seguindo uma estratégia que ele próprio deve discutir e definir, com os colegas (em pequeno grupo) e com o professor (em grande grupo).”



- 3º momento: explorando o software livre tracker para utilizá-lo na análise dos resultados;



- 4º momento: os alunos reunidos em pequenos grupos irão discutir os resultados e, a posteriori, redigir um relatório que deverá ser compartilhado com todos na sala;

-5º apresentação e discussão do vídeo “Experimento de Galileu realizado na maior câmara de vácuo do mundo”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=qSeW0f51QzY>.

- 6º momento: retoma-se a avaliação no pré-teste que agora se chama pós-teste.

Outros instrumentos serão usados, como por exemplo, o questionário diagnóstico de pré e pós-teste, instrumentos de captura de imagens, notebooks.

5.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O procedimento experimental desenvolveu-se seguindo os seguintes passos:

- escolha aleatória de três turmas, dentre as quatro, de 1º ano do C.E. Henrique Rocha;
- aplicação de um instrumento de pesquisa, questionário diagnóstico (pré-teste), para verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes. O pré-teste também está inserido no produto educacional;
- os estudantes serão agrupados em cinco participantes por grupo, perfazendo um total de dez grupos;
- os grupos serão provocados a resolver problemas usando como ferramentas instrumentos experimentais e o software livre tracker;
- ainda em grupos, os estudantes serão instruídos na leitura e discussão de um texto trazendo os principais elementos da evolução histórica e contextualizada do conteúdo “movimentos sujeitos a ação da gravidade”;
- e, finalmente, os estudantes, agora individualmente, responderão o mesmo questionário diagnóstico (pós-teste).
- seis meses mais tarde, os alunos participantes na execução da pesquisa voltarão a responder o mesmo questionário, agora denominado segundo pós-teste.
- a comparação das respostas dadas pelos estudantes no pré e no pós-teste será o principal meio de levantamento dos dados a serem analisados, além da observação das principais reações dos estudantes durante o desenvolvimento da pesquisa

5.3. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional foi dividido em cinco momentos, aplicados da seguinte forma: 1º momento foi destinado à aplicação do questionário que trata de questões sobre os diversos aspectos dos lançamentos horizontais e oblíquo; no segundo momento da aplicação do produto tivemos a leitura e discussão de um texto que trata sobre a evolução das concepções sobre movimento ao longo do tempo; no terceiro momento foi à vez das atividades experimentais, onde usamos esferas de diâmetro diferentes e quatro rampas sendo três delas de lançamento oblíquo cada uma com ângulo diferente, e a última, para o lançamento horizontal; destacamos que, para a montagem das rampas tivemos a participação

dos alunos. Neste momento os discentes ainda tiveram que registrar em vídeo os movimentos das esferas ao serem lançadas, a fim de usá-los no momento seguinte; no quarto momento usamos o software livre Tracker para fazer análise dos vídeos registrados no momento anterior; e finalmente, no quinto momento voltamos ao questionário do primeiro momento, agora denominado primeiro pós-teste.

Obs.: Após seis, ou seja, junho de 2018, o mesmo questionário será aplicado, agora denominado segundo pós-teste, para fim de avaliar uma possível aprendizagem significativa.

5.4. SUJEITOS DA PESQUISA

O estudo será aplicado tendo como sujeitos a serem observados estudantes da 1ª série do Ensino Médio do C. E. Henrique Rocha, localizado no distrito de Barro Duro na cidade de Tutóia no litoral maranhense. A escola conta com 11 turmas, sendo 4 de 1ª série, 3 de 2ª série e 4 de 3ª série. Foi escolhida uma turma de 1ª série, aleatoriamente, dentre as 4 turmas do colégio, uma vez que a amostra corresponde a um total de 50 estudantes de um universo de 320 alunos. Os estudantes tem em média idade entre 14 e 16 anos, sendo que a maioria é do sexo feminino 29 e 21 do sexo masculino. Pouco mais da metade da turma (28 estudantes) são oriundos de localidades circunvizinhas e necessitam de transporte escolar. Essa “mistura” torna a amostra bem heterogênea, tendo em vista que a formação do Ensino Fundamental dos que vem do interior difere da formação dos que moram na sede. Alguns estudantes, principalmente aqueles das regiões mais periféricas, ajudam nas tarefas que geram a economia da família, como serviços na lavoura (roça) e na pesca. Aqueles que moram na localidade Barro Duro são, na sua maioria, filhos de comerciantes e servidores públicos municipais e ou estaduais. Todos os alunos contam com livros didáticos, bem como merenda escolar.

Foto 1: Alunos



Fonte: observação direta - 2018

5.5. CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA

O Centro de Ensino Henrique Rocha localiza-se na Rua dos Araújos, distrito de Barro Duro, Município de Tutóia. A localidade tem como principais recursos econômicos a agricultura, o comércio e, por ser uma região cercada por rios e o mar, a pesca. A região também se destaca pelo potencial turístico, com paisagens naturais, balneários e passeios pelas regiões que compõem os famosos lençóis maranhenses. A população é predominantemente da religião católica.

Foto 2: campo de pesquisa



Fonte: observação direta - 2018

O Henrique Rocha, como é conhecido entre os populares, foi fundada em 1987, mas somente em 2011 foi iniciado o Ensino Médio regular nos três turnos. A primeira diretora foi a professora Maria Helena, que ficou no cargo até 2010. Na ocasião foi substituída pela professora Conceição Rocha, e, atualmente, quem responde como diretor é o professor Akassio Marques. O quadro de professores efetivos é formado por: Ciências da Natureza, Josenildo de Souza Silva (Física 40 h) e Akassio Marques (Biologia 20 h); Ciências Humanas, Socorro (Geografia 20 h); Linguagens e suas Tecnologias, Mateus José Ribeiro (Língua Portuguesa 20 h), Carmicelino (Língua Portuguesa 40 h), Jean Charles (Língua Portuguesa 20 h) e Conceição Rocha (Língua Portuguesa 20 h); Matemática e suas Tecnologias, Francisco Mendes (20 h) e João Henrique (40 h). A escola ainda conta com professores de contrato temporário, além da parte administrativa (professores exercendo cargo administrativo junto à secretaria). Os serviços de vigilância, limpeza e merenda são terceirizados. A área do colégio não tem qualquer tipo de cerca, sendo que o acesso às

dependências é direta. A estrutura da escola é composta por: 4 salas de aula com ar-condicionado, quadros de acrílico e carteiras novas em bom estado de conservação, uma diretoria com ar-condicionado, 1 cantina, um laboratório de informática com 12 computadores equipada com ar-condicionado, bem como uma sala para professores, também equipada com ar-condicionado. Fora da estruturada escola, mas dentro da área reservada dela, uma quadra poliesportiva está sendo construída.

Foto 3 Direção.



Fonte: observação direta – 2018

A escola conta com aproximadamente 320 alunos distribuído nas três séries do Ensino Médio, nos três turnos. Pela manhã funcionam quatro turmas, sendo duas da 1ª série, uma de 2ª série e uma de 3ª série. No vespertino são duas turmas de 3ª série, uma de 2ª série e outra de 1ª série e, finalmente, à noite são três turmas, sendo uma de cada série. A concentração de alunos é maior no período matutino, seguido do vespertino e um número menor de alunos à noite.

5.6. PLANO DE ANÁLISE

A análise dos dados colhidos em qualquer pesquisa científica configura-se numa das etapas mais importantes, tendo em vista que uma pesquisa bem feita tornam a discussão dos dados e a conclusão bem mais sólida. Para Maxwell (2013, p. 46): Há diversas técnicas de análise de dados que podem ser utilizadas em pesquisas de natureza qualitativa ou quantitativa. De acordo com Triviños, (1987).

“[...] é possível concluir que todos os meios que se usam na investigação quantitativa podem ser empregados também no enfoque qualitativo”. Sendo assim, o que varia é o enfoque: “[...] atenção especial ao informante, ao mesmo observador e às anotações de campo”, o que não ocorre na pesquisa quantitativa (p. 137).

Enfim, existem várias técnicas de análise de dados, mas as principais são a análise de conteúdo, a estatística descritiva uniu variada e a estatística multivariada. Maxwell (2013, p. 46).

A técnica de análise dos dados a ser seguida nesta pesquisa será a análise de conteúdo. Segundo Bardin (1977, p. 42) a análise de conteúdo é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo de mensagens, indicadores (qualitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.

A técnica se fará necessária para a pesquisa, pois uma das ferramentas de coleta de dados se dará através de respostas dadas pelos participantes a questionários de pré e pós-testes, evidenciando assim uma pesquisa em que a natureza dos dados se aproxima de uma análise de conteúdo. De acordo com (LAVILLE & DIONNE, 1999, p. 219), são três as formas de definir as categorias de análise de conteúdo: aberta, fechada e mista. A aberta é quando o caráter da pesquisa é exploratório, em que há análise no decorrer do processo; enquanto que na fechada, o pesquisador define antecipadamente o modelo de análise e, na mista, como o nome sugere, pode ser estabelecido um modelo padrão de análise, mas, no entanto, pode ser modificado no decorrer da pesquisa. Dentre as categorias citadas esta pesquisa adotará como referência a categoria mista.

No decorrer da pesquisa, destinamos o último período do ano letivo de 2017, ou seja, 16/10/2017 a 27/12/2017, para a aplicação do produto e aquisição dos dados. Sendo que seis meses depois teremos uma nova coleta de dados através da aplicação do mesmo questionário aplicado durante o último período de 2017.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O produto educacional foi aplicado para um total de 50 alunos distribuídos nas seguintes turmas: 1ª série A com 12 alunos, 1ª série B com 11 alunos e 1ª série C com 27 alunos. De início seria aplicado nos respectivos contra turno, ou seja, aquele que aluno que estudava regularmente pela manhã, viria para aplicação do produto no turno da tarde. Devido a dificuldade de deslocamento de vários alunos fizemos em um turno, aquele em que tínhamos o maior número de alunos, no caso o turno da tarde.

Antes do comentário das respostas obtidas, deixa-se claro aqui que se procurou realizar o questionário com os mesmos alunos tanto no pré-teste, como no pós-teste 1 e no pós-teste 2, objetivando ser o mais fiel possível na coleta dos dados e observação da evolução do nível de conhecimento dos estudantes.

Obs.: No pós-teste 2 (seis meses depois da aplicação do produto), a quantidade de aluno diminuiu, apenas 35 realizaram a atividade, pois houve evasões e/ou matrículas não “renovadas”.

Optou-se por algumas questões do tipo aberto para que o aluno tenha maior liberdade de resposta, mesmo que elas nem sempre contenham os termos cientificamente corretos. Além do mais, o professor teve a possibilidade de analisar respostas que fujam de um roteiro predeterminado e avaliar até que ponto vai o desconhecimento em relação ao tema por parte dos estudantes.

Na leitura e discussão do texto “Mecânica e suas interações”, aplicamos um teste diagnóstico de pensamento aristotélico, e o resultado, a nível de observação nos mostrou que a grande maioria dos alunos ainda tem uma influência forte do pensamento aristotélico.

QUESTÃO 1: Dois objetos de mesma massa m e forma geométrica, são abandonados no mesmo instante de uma superfície horizontal a uma altura h em relação ao solo da seguinte forma: o primeiro, com velocidade inicial $v=0$ e o segundo, lançado horizontalmente com velocidade inicial $v>0$. Qual dos objetos chega primeiro ao solo? Justifique sua resposta.

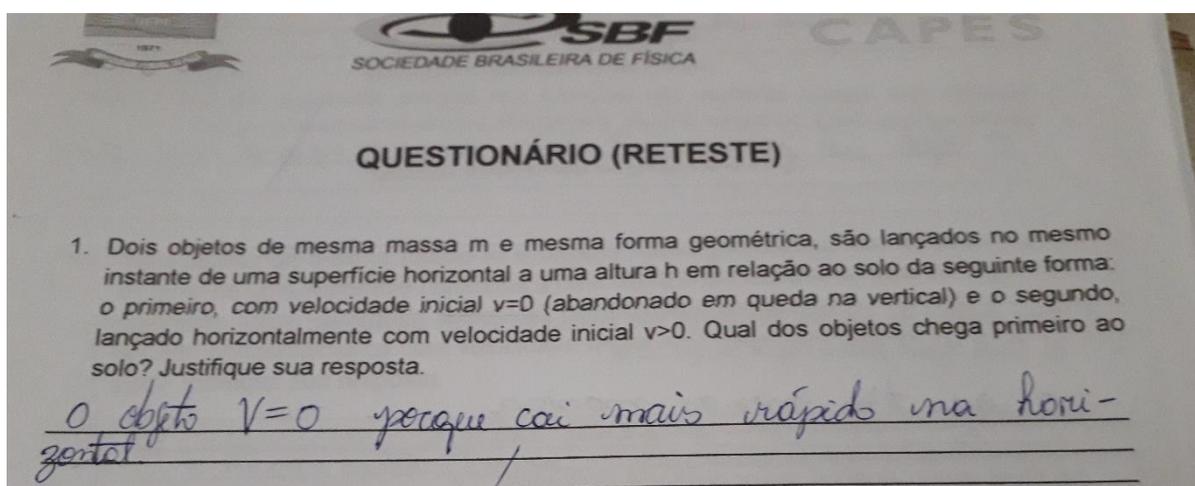
Com essa questão objetivou-se verificar a percepção dos alunos quanto ao tipo de movimento horizontal e vertical.

Ao analisar as respostas obtidas, percebemos que, do total de cinquenta alunos, não houve nenhuma satisfatória, vinte e sete insatisfatória; sendo o restante razoáveis, pela argumentação usada.

Como exemplo de resposta satisfatória teríamos: Numa perspectiva positiva, esperávamos como resposta satisfatória que o aluno desse como resposta que ambas, independente da massa e da forma de lançamento, gastariam o mesmo tempo para alcançar o solo.

Exemplo de insatisfatória:

Foto 4: Resposta insatisfatória.



O objeto lançado na horizontal tem velocidade maior que zero, logo a resposta dada está fora de contexto. Talvez uma dificuldade de interpretação na leitura da questão.

E como exemplo de razoável por argumentação tem-se:

Foto 5: Resposta razoável 1.

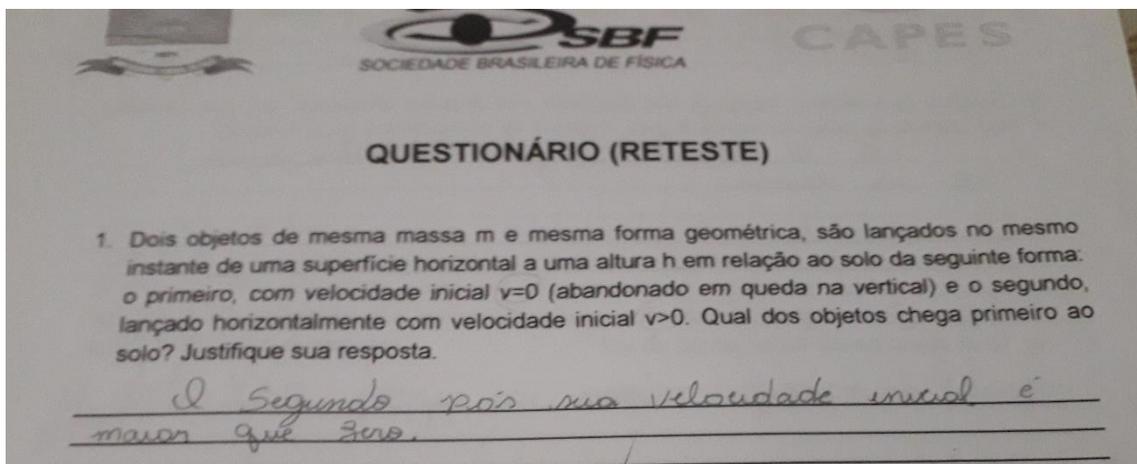
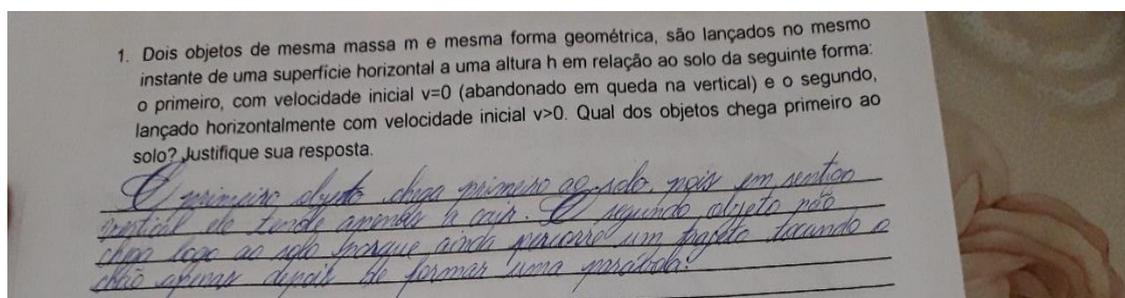


Foto 6: Resposta razoável 2.



Selecionei duas respostas para mostrar duas situações distintas: em uma o argumento que justifica a resposta é o fato da esfera ser lançada com maior velocidade e na outra, o argumento usado foi o fato da distância percorrida até a chegada ao solo. Queremos aqui destacar que questões abertas

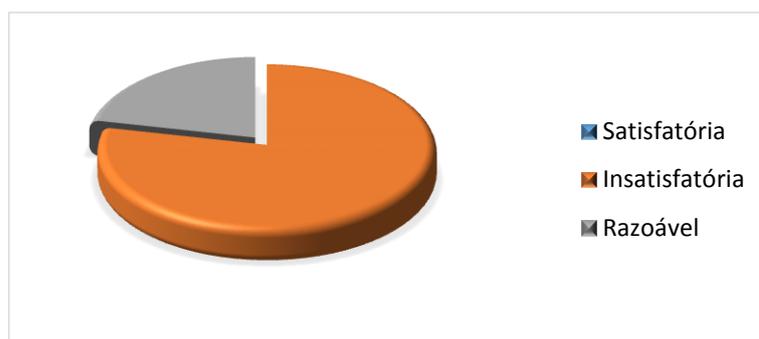


Gráfico 1: questão 1 pós-teste

Gráfico 2: questão 1 1º pós-teste

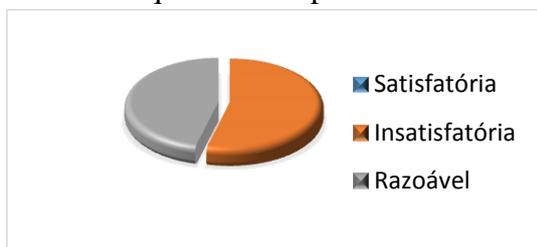
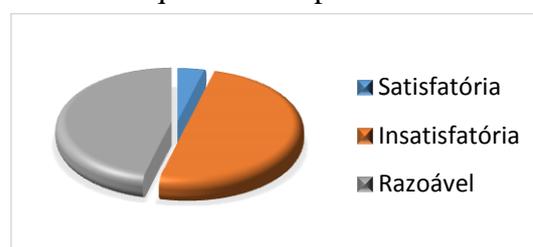


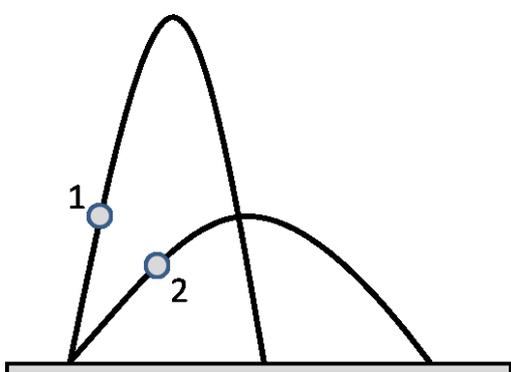
Gráfico 3: questão 1 2º pós-teste



Na comparação entre os gráficos percebemos uma evolução considerável desde a aplicação do pré-teste até o segundo pós-teste, evidenciando dessa forma o que Vygotsky chamou de interação sociocultural (interação entre os colegas, o professor), e, como elo, encontram-se os instrumentos que foram usados nos experimentos. Em outra análise, comparando o gráfico 3 com os gráficos 1 e 2, nos chama a atenção os resultados serem

melhores mesmo havendo uma lacuna temporal considerável entre a aplicação dos questionários. Mais uma vez podemos destacar que houve uma aprendizagem mais significativa que mecânica.

QUESTÃO 2: Duas bolas, 1 e 2, são lançadas simultaneamente do mesmo ponto em um plano horizontal. Efeitos do ar são desprezíveis de modo que após o lançamento a única ação sobre a bola é a da gravidade. A bola 1 descreve uma parábola que vai mais alto que a descrita pela bola 2. Já a bola 2 cai mais longe que a 1, como é mostrado pelas trajetórias na figura abaixo.



Nesta situação, é correto afirmar que:

- A) a bola 1 fica menos tempo no ar que a bola 2.
- B) a bola 1 fica mais tempo no ar que a bola 2.
- C) as duas bolas ficam o mesmo tempo no ar.
- D) é impossível dizer qual das bolas cairá primeiro sem conhecer suas velocidades iniciais.

Aqui pretendeu-se verificar a percepção de tempo de voo e ângulo de lançamento. Nessa questão, de múltipla escolha, apresentamos quantos alunos responderam por alternativas disponíveis:

- A) 2 alunos
- B) 23 alunos
- C) 8 alunos
- D) 17 alunos

A maioria dos alunos associaram o tempo de voo a altura máxima que, de uma certa forma é uma boa argumentação mesmo não sendo suficiente para conclusão.

Gráfico 4: questão 2 pré-teste

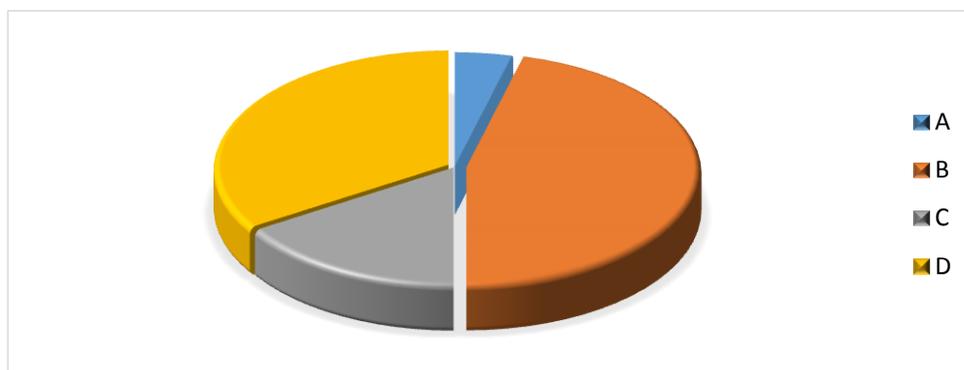


Gráfico 5: questão 2 1º pós-teste

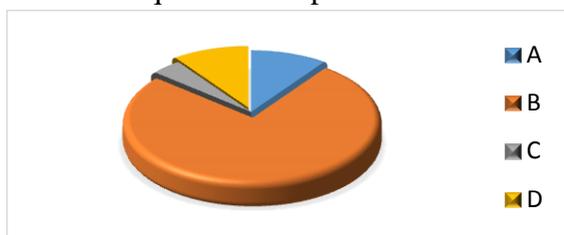
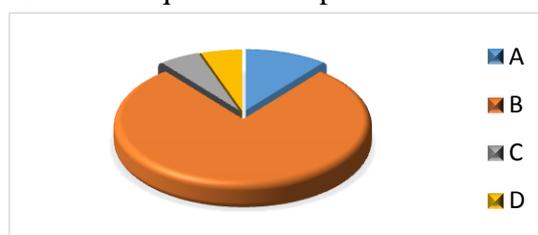


Gráfico 6: questão 2 2º pós-teste



Aqui o percentual da proposição correta aumentou evidenciando uma compreensão após a aplicação do produto. É importante, no entanto, observar uma decrescente nas respostas dadas para a alternativa c, alternativa essa que entendemos ser a menos relevante dentre as demais, pois é aquela cujo argumento é menos coerente com o tema discutido na questão. Ressalta-se que, como os estudantes fizeram as atividades experimentais em grupo e com a supervisão do professor, a ideia de “Pares Experientes” abordada por Vygotsky, se faz comprovada como real na prática e como proveitosa para o ensino, já que o conhecimento foi aqui mais desenvolvido.

Comentário: O tempo de permanência no ar de um objeto lançado sob um ângulo Θ , livre de influências do ar, só depende da altura máxima atingida pelo objeto. Podemos demonstrar:

Consideremos um objeto lançado a partir do solo sob um ângulo Θ , livre de resistências, no ponto mais alto, temos:

$$H_{max} = V_0 \sin \theta t_s - (1/2)gt_s^2 \quad (1)$$

Analisando a componente vertical do movimento $V_y = V_0 \sin \theta - gt$, como $V_y = 0$ quando o objeto atinge o ponto mais alto de sua trajetória, H_{max} , podemos escrever:

$$V_0 = gt_s / \sin \theta \quad (II)$$

Substituindo o resultado da equação (II) na equação (I): temos,

$$H_{max} = \sin \theta gt_s t_s / \sin \theta - 0,5gt_s^2$$

$$H_{max} = gt_s^2 - 0,5gt_s^2$$

$$H_{max} = \frac{1}{2}gt_s^2$$

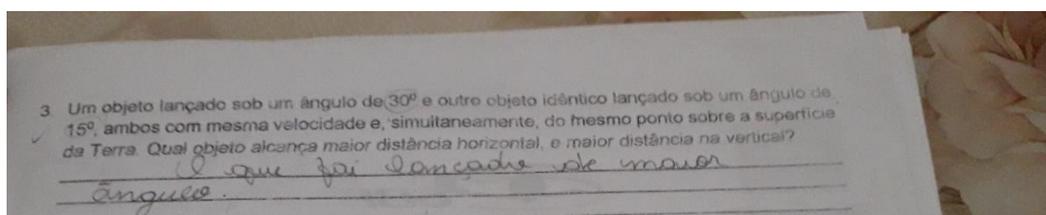
Como podemos verificar, o tempo de subida é diretamente proporcional a altura máxima.

QUESTÃO 3: Um objeto lançado sob um ângulo de 30° e outro objeto idêntico lançado sob um ângulo de 22° , ambos com mesma velocidade e, simultaneamente, do mesmo ponto sobre a superfície da Terra. Qual objeto alcança maior distância horizontal, e maior distância na vertical?

Aqui quisemos observar a percepção que os alunos tem entre a relação ângulo de lançamento - alcance.

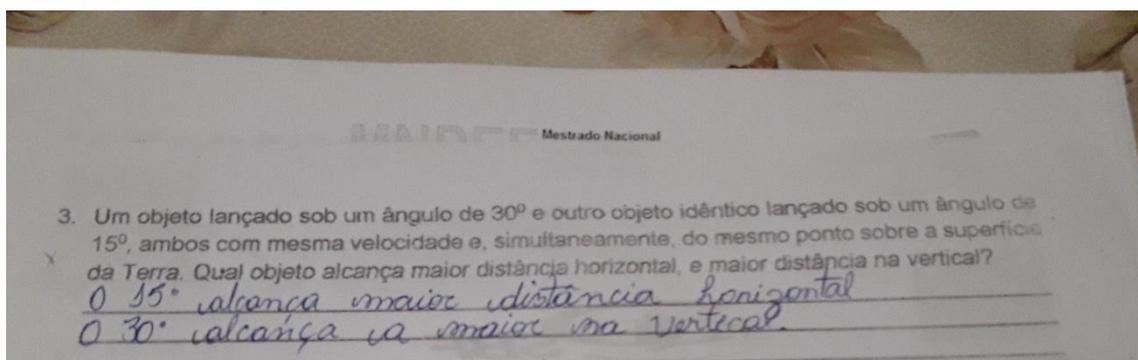
Dentre as respostas tivemos: dezessete satisfatórias e trinta e três insatisfatórias.

Foto 7: Resposta insatisfatória.



O aluno não conseguiu associar corretamente o que a questão sugeria. Como esta outras respostas tiveram a mesma natureza.

Foto 8: Resposta satisfatória.



A resposta satisfaz o que questão está pedindo.

Gráfico 7: questão 3 pré-teste

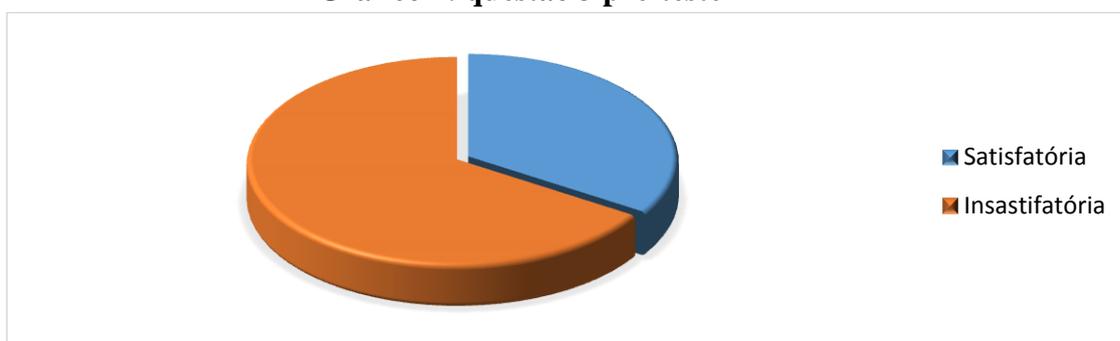


Gráfico 8: questão 3 1º pós-teste

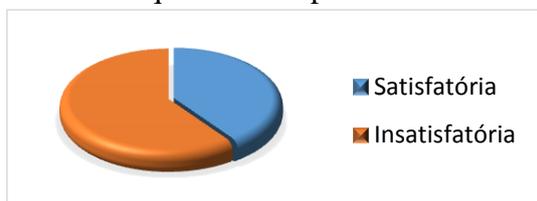


Gráfico 9: questão 3 2º pós-teste

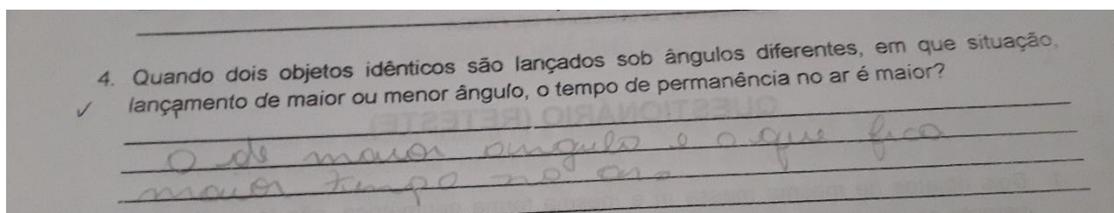


No segundo pós-teste, embora tenha sido realizado em período de tempo mais longe do primeiro que do pré-teste para o primeiro pós-teste, a quantidade de respostas satisfatórias é muito mais significativa. Pode-se, dentre outros fatores, atribuir essa aprendizagem e acertos ao acúmulo de conhecimentos e experiências em outras atividades e temas estudados no decorrer das aulas.

QUESTÃO 4: Quando dois objetos idênticos são lançados sob ângulos diferentes, em que situação, lançamento de maior ou menor ângulo, o tempo de permanência no ar é maior?

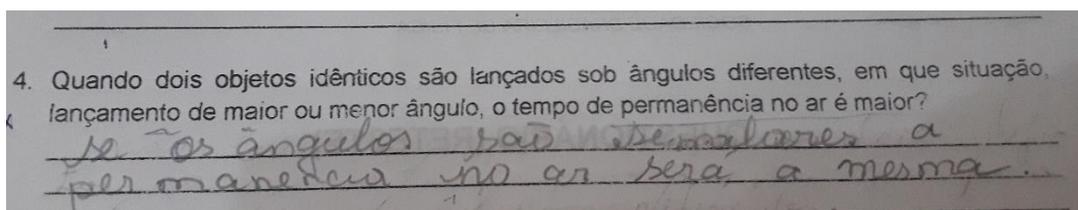
Aqui pretendemos ver o que os alunos entendem da relação ângulo e tempo de permanência no ar. Coletamos os seguintes dados: nove acertaram a questão, enquanto quarenta e um a erraram.

Foto 9: Resposta correta.



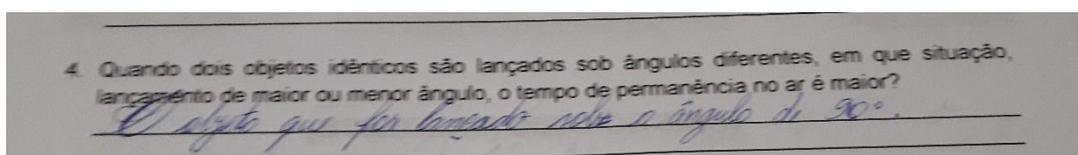
Sugerimos que velocidade de lançamento seja a mesma para os dois objetos, pois ao utilizar as rampas descritas no produto educacional, podemos, nas diferentes rampas, verificar o que sugerido na questão.

Foto 10: Resposta incorreta 1.



A resposta nos chamou a atenção pois talvez o aluno quisesse fazer referência a ângulos complementares, aqueles em que a soma é de 90° .

Foto 11: Resposta incorreta 2.



Outra resposta nos chamou a atenção pois menciona o ângulo de 90° , sendo que o mesmo não é mencionado no texto da questão.

Gráfico 10: questão 4 pré-teste

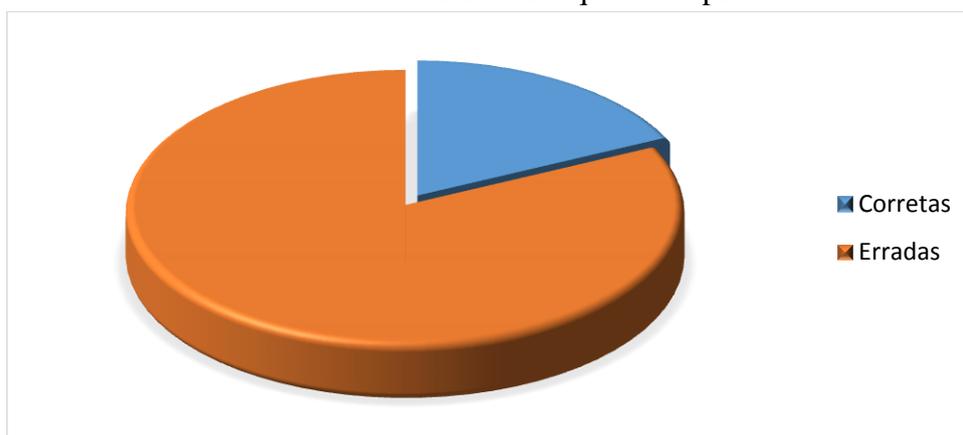


Gráfico 11: questão 4 1º pós-teste

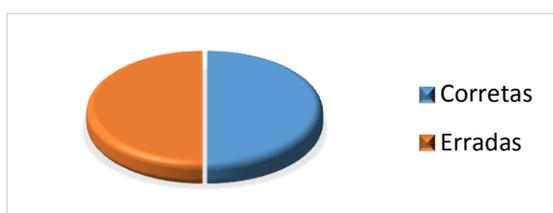
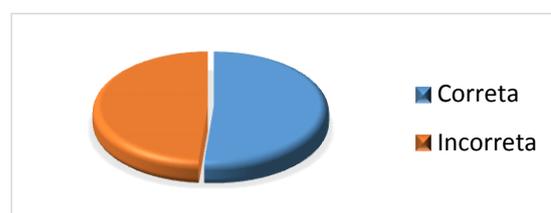


Gráfico 12: questão 4 2º pós-teste



Nesse novo momento, nota-se, claramente, que agora os estudantes não só fundamentaram melhor suas respostas, como também as fizeram de forma correta.

O acréscimo nas respostas corretas em relação ao pré-teste evidencia a aprendizagem significativa.

Interessante perceber que, assim com o gráfico do segundo pós-teste da questão anterior, nesse também o número de respostas tidas como corretas foi maior, mesmo seis meses depois. Entende-se que ocorreu o que Moreira (2013, p.29) define com “Assimilação Ausubeliana” que “é o processo, já descrito, no qual um novo conhecimento *interage*, de forma não arbitrária e não literal, com algum conhecimento prévio especificamente relevante”. Assim, os conhecimentos adquiridos após o primeiro pós-teste interagiram com os anteriores para aumentar o nível do saber no assunto em estudo.

QUESTÃO 5: Dois objetos de massas diferentes são lançados de sob um mesmo ângulo. Pergunta-se:

- a) Qual objeto passa maior tempo no ar?

b) Qual objeto alcança maior distância horizontal?

c) Qual objeto alcança maior altura?

Pretendeu-se, indiretamente, com essa questão verificar se aluno associa tempo no ar, distância horizontal, altura com a massa do corpo lançado.

Cem por cento das respostas foi dado com a relação de tempo no ar com a massa, ou seja, todas as respostas forma insatisfatórias, como esperado.

Foto 12: Resposta incorreta 1.

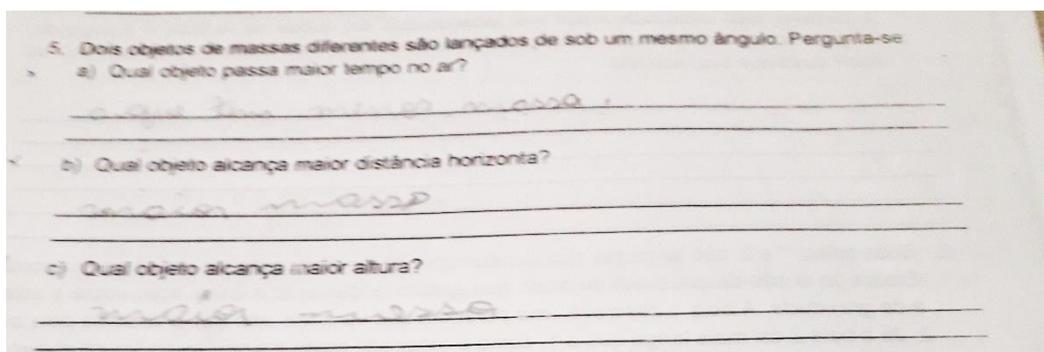
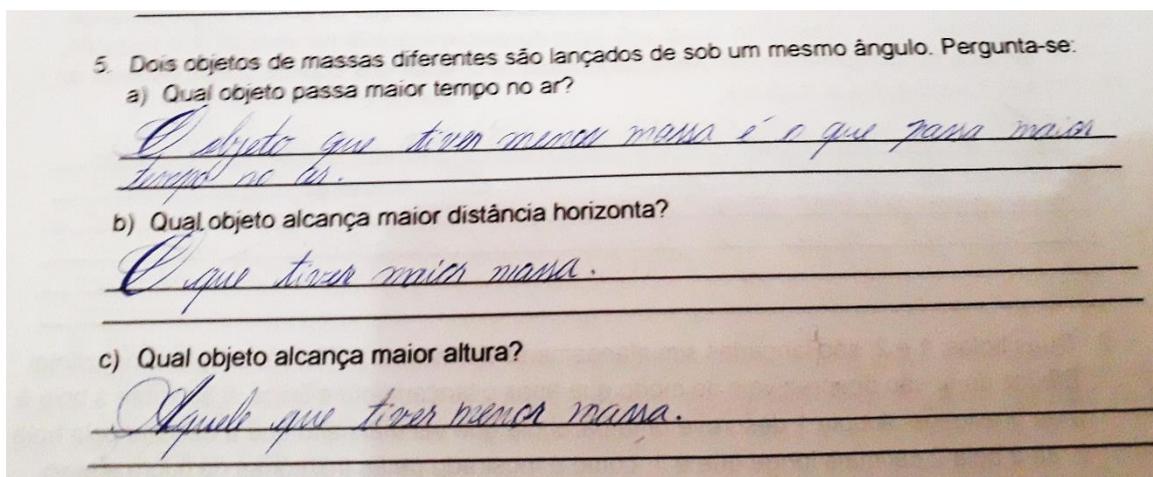
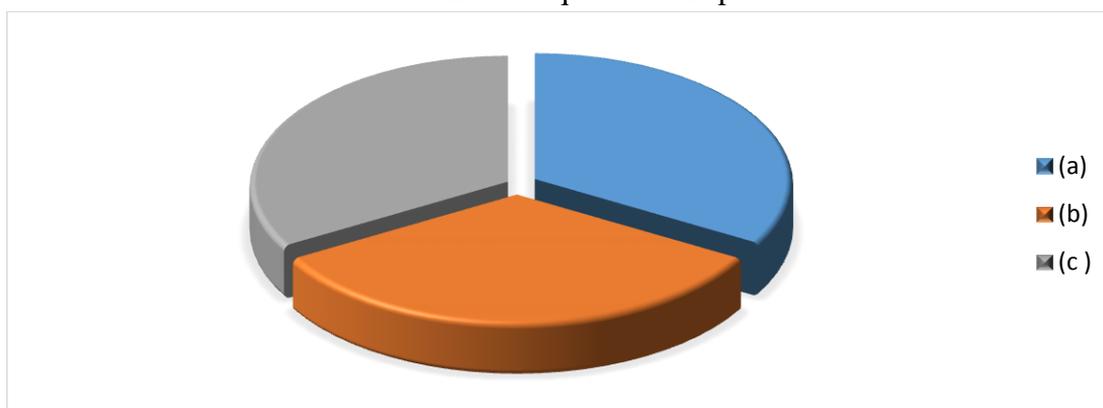


Foto 13: Resposta incorreta 2.



Obs.: não há formatação gráfica para os resultados do pré-teste e do segundo pós-teste haja vista termos que todos os discentes erraram as proposições.

Gráfico 13: questão 5 1º pós-teste



Após a aplicação do produto, houve uma melhora considerável nas respostas e número de acertos dos alunos, ao qual podemos assimilar ao contato com os experimentos realizados.

Os resultados aqui demonstrados evidenciam que, quanto a essa questão, não houve aprendizado significativo permanente com o passar do tempo, tratando-se, dessa forma, de apenas aprendizagem mecânica. Não houve ancoragem dos conhecimentos subsequentes com os anteriores que fizessem os alunos responderem corretamente ao proposto.

QUESTÃO 6: Uma chave inglesa cai por acidente do alto do mastro de um barco a vela. Se o barco estiver em repouso, a chave cairá no mesmo local do convés onde ela cairia se o barco estivesse se movendo em linha reta com velocidade constante?

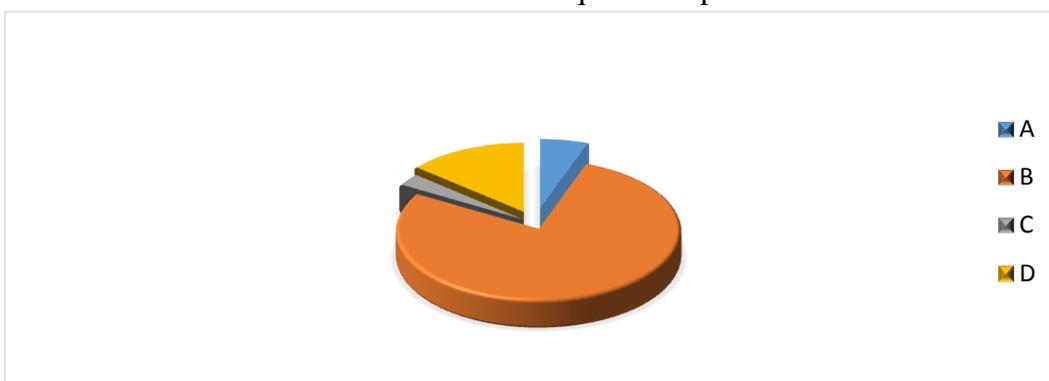
- a) Sim, pois por inércia um corpo tende a manter seu estado natural.
- b) Não, pois depois de abandonado, independentemente de o barco está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a chave inglesa cai verticalmente somente.
- c) Sim, pois como o vento está sempre a favor do movimento, a chave inglesa vai acompanhar o barco.
- d) Talvez, dependendo do vento a favor ou contra.

Aqui se quis verificar o conceito de inércia que os alunos compreendem. As respostas foram as seguintes:

- A) 10 alunos
- B) 16 alunos
- C) 15 alunos
- D) 8 alunos

Um dos alunos deixou de marca uma das alternativas.

Gráfico 14: questão 6 pré-teste



Tivemos nesta questão um número muito grande de alunos marcando como correta a alternativa B (87%), evidenciando um pensamento aristotélico em detrimento da alternativa A (6%), que evidencia um pensamento newtoniano.

Gráfico 15: questão 6 1º pós-teste



Gráfico 16: questão 6 2º pós-teste



Como era de se esperar, houve uma sensível melhora no número de alunos que acertaram a alternativa correta, 14% e uma considerável diminuição na alternativa B, aquela que evidencia um pensamento aristotélico. Posto isso, é importante destacar que nas atividades experimentais não foi abordado o conteúdo da Primeira Lei de Newton, a não ser no texto apresentado a eles no pré-teste.

No segundo pós-teste cresceu a porcentagem de acertos, ou seja, aqueles referentes ao pensamento newtoniano. Mas, ao mesmo tempo, também cresceu o número de alunos que marcaram a alternativa B, sobre o pensamento aristotélico. Deixa-se claro ainda a existência da polarização entre os pensamentos aristotélico e newtoniano. No entanto, aprofundando-se nas atividades experimentais, percebe-se que os resultados tendem a ser mais voltados para as ideias de Newton, como demonstram o gráfico acima.

QUESTÃO 7: Em sua opinião que variável interfere nos resultados esperados nos experimentos envolvidos nas questões anteriores, massa ou resistência do ar?

Nessa última questão pretendeu-se verificar se os alunos conseguem identificar qual das variáveis interfere nos resultados dos experimentos com movimento.

De todos os alunos, doze afirmaram ser a resistência do ar, trinta e seis disseram ser a massa, e quatro não responderam.

Gráfico 17: questão 7 pré-teste

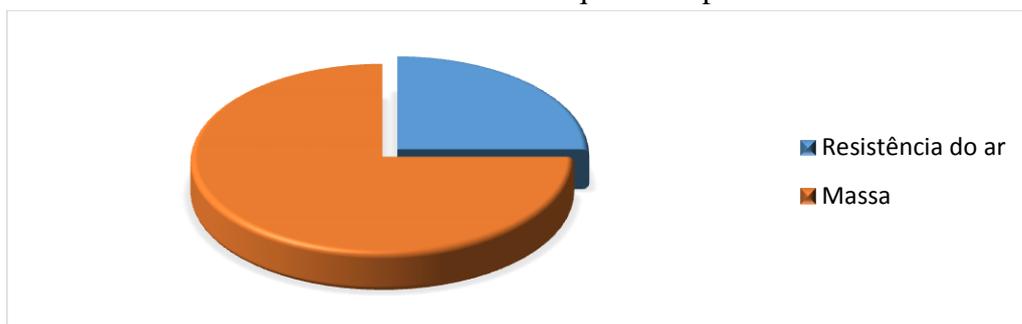


Gráfico 18: questão 7 1º pós-teste

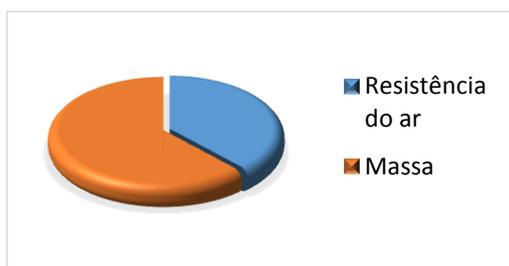
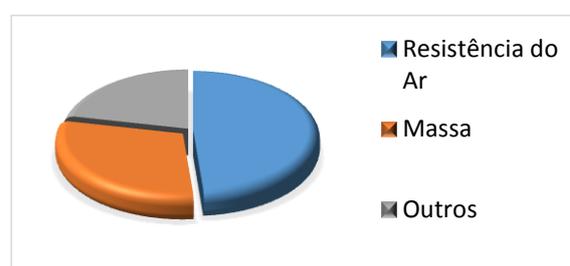


Gráfico 19: questão 7 2º pós-teste



Mesmo depois do experimento, o pensamento aristotélico ainda é muito influente sobre os estudantes, embora tenha crescido o percentual de respostas que se relacionam ao pensamento newtoniano.

Mas, com o segundo pós-teste, não só os alunos aumentaram suas concepções de acordo com as de Newton, como também apresentaram outras respostas que divergiam com o pensamento de Aristóteles. Embora essas novas respostas não estivessem de acordo com o esperado, não permaneceram com as mesmas ideias aristotélicas.

Durante a aplicação do produto educacional registramos alguns pontos de importante relevância para o trabalho:

1. A participação dos aprendizes na construção dos instrumentos usados nos experimentos promoveu interação entre aqueles de maior habilidade prática com os demais;
2. O surgimento de questionamentos imprevistos pôde ser observado pelo aplicador, como por exemplo, “O tamanho da esfera pode mudar a velocidade, porque uma gira mais rápido do que a outra.” Nesse caso não foi mencionado nada sobre energia cinética de rotação ou momento angular.
3. A falta de um laboratório de computadores bem como o difícil acesso dos computadores particulares dificultou a aplicação do software tracker com frequência e eficiência.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração do produto educacional se deu através de uma sequência didática interativa onde o tema abordado foi o movimento sujeito a ação da gravidade sendo o lançamento horizontal e oblíquo alvo dos experimentos. Dentre as considerações podemos destacar que, especificamente nos experimentos, os alunos, ao participar da construção das ferramentas experimentais durante a elaboração dos experimentos, ou seja, não levar nada pronto, torna interação maior entre alunos, professores e os instrumentos (que são parte fundamental no processo ensino/aprendizagem), e isso aprimoraria ainda mais o aprender fazendo e dando significado as coisas. Ainda com relação à execução dos experimentos, fica transparente a influência dessa importante ferramenta no Ensino de Física, desde que seja bem desenvolvida, e quanto mais cedo tal ferramenta for inserida nas aulas Física (Ensino Médio) e ciências (Ensino Fundamental), terão discentes cada vez mais críticos e observadores. Por exemplo, fui surpreendido com a seguinte indagação por parte de uma discente: “Professor, o caso das esferas serem de tamanhos diferentes não muda a velocidade?”, tentei ser o mais fiel possível com as palavras usadas pela discente. Só para situar a questão levantada pela discente, tínhamos rampas das quais objetos esféricos com diâmetros e massas diferentes foram abandonadas antes de serem lançados horizontal e/ou obliquamente. Tendo em vista que, ao rolar rampa a baixo, os objetos esféricos transladam enquanto giram ou vice-versa, desta forma a energia cinética ao abandonar a rampa é a soma das energias cinéticas de rotação e translação, em se tratando de rotação, temos que levar em consideração o momento de inercia que depende do raio do objeto esférico, posto isso, fica claro quão relevante foi à indagação da discente e quão importante foram os experimentos que instigaram ao questionamento.

É evidente que as experiências acumuladas ao longo da vivencia, chamamos de conhecimento do senso comum, levam os discentes a conclusões equivocadas acerca do estudo dos movimentos sujeitos a ação da gravidade, fazendo uma relação imediata, dos seus efeitos, com a massa; isso posto séculos atrás por Aristóteles, não devemos negar a grande contribuição de Aristóteles para o desenvolvimento das ciências. Podemos verificar que é muito forte a presença conhecimento do senso comum ao interpretar problemas associados à queda dos corpos, mas com o suporte do produto educacional foi possível provocar uma inquietação nos discentes, fato este comprovados nas respostas dadas no primeiro pós-teste e confirmada no segundo pós-teste, ou seja, a aplicação do produto surtiu efeito causando uma mudança no paradigma ao associar queda dos corpos a resistências do ar ante a massa. Outro

ponto relevante a ser considerado é a aprendizagem nesse processo como um todo para isto destacou-se como polos de um mesmo processo a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa, e o quão relevante é a medida dessas aprendizagens. Na primeira o processo de assimilação é rápido e por curto tempo e na segunda temos um processo um pouco mais complexo, no entanto a assimilação é duradoura. O que nos deixa mais satisfeito pessoalmente com o trabalho realizado é perceber uma mudança de comportamento nos alunos depois das atividades.

Diante do que foi exposto nos resultados e discussão dos mesmos, podemos concluir que:

1. O pensamento aristotélico, no primeiro momento é sobressalente ao de newtoniano, mas à medida que os alunos interagem experimentalmente com os fenômenos observados, esta concepção muda, sendo reafirmada a mudança de paradigma seis meses depois com a aplicação do mesmo teste;
2. As atividades experimentais, desde que sejam bem elaboradas, permitem uma perspectiva de indagação/provocação que leva o discente a questionamentos pertinentes aos temas estudados;
3. Tomando como referência as respostas dadas no segundo pós-teste, e comparando os resultados com o pré-teste e primeiro pós-teste vemos este se aproxima mais dos resultados do primeiro pós-teste que do pré-teste, evidenciando que houve aprendizagem significativa.
4. Desta forma o produto educacional proposto, elaborado e testado satisfaz com razoável eficiência ao que se destinava, ou seja, uma interação maior entre os agentes do processo de ensino/aprendizagem, professor /conhecimento/aluno.

8. REFERÊNCIAS

- AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Atlas, 2004.
- ARISTÓTELES. **Física I – II**: prefácio, tradução, introdução e comentário: Lucas Angioni. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2009.
- AUSUBEL, D.P. **Psicologia educacional**: uma visão cognitiva. Nova York: Holt, Rinehart e Winston, 1968
- _____.NOVAK, J.; HANESIAN, J. **Psicologia educacional**. Tradução ao Português, de Eva Nick et al. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's)** Ensino Médio. Brasília, Ministério da Educação, 1999.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BRENTANO, Franz. **Aristóteles** – vida e obra; tradução Evandro O. Brito. 1 – ed. Florianópolis: Bookess, 2012.
- CARVALHO, Paulo Simeão, et al.. **Ensino Experimental das Ciências**: um guia para professores do ensino secundário Física e Química. 2. ed. U. Porto Editorial, Portugal, 2013.
- CARVALHO, Paulo Simeão, et al.. **Segunda lei de Newton** - atividade experimental virtual, procedimento 16º Workshop Internacional de Multimídia em FísicaEnsino e Aprendizagem (MPTL'16), Ljubljana, 2013.
- COHEN, Bernard I. **O nascimento de uma nova física**. De Copérnico a Newton. EDART. São Paulo: Livraria Editora LTDA, 1967.
- DANIELS, H. **Vygotsky em Foco**: A Prática da Avaliação: pressupostos e desdobramentos. São Paulo: Papyrus, 1995.
- DE JESUS, Vitor L, B. **Experimento e videoanálise** de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. Ver. Bras. Ens. Fis. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- FERREIRA, Nathan Augusto. "**Primeira Lei de Newton**"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/primeira-lei-newton.htm>>. Acesso em 19 de dezembro de 2018.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio** - Dicionário da Língua Portuguesa. São Paulo: Ed. Nova Fronteira, 1999.
- GALILEI, **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano**. Trad., introd. e notas de P. R. Mariconda. São Paulo, editado por Discursos Editorial/FAPESP, São Paulo, 2001.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IVIC, Ivan. **Lev Semionovich Vygotsky** / Ivan Ivic; Edgar Pereira Coelho (org.) – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

IVIC, Ivan. Lev Semionovich Vygotsky. **O social no coração do indivíduo: interações sociais e construção do conhecimento**. Paris: ESF, 1987.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo. Atlas, 2010.

LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do Trabalho Científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 7. Ed. – 9. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2014.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LIRA, José. **Regras da Transposição Didática Aplicadas ao Laboratório Didático**. UFSC, Manaus 1988. [fluxograma elaborado pela autoria do artigo apresentado no VI SAMEP].

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MAXWELL, John C – **Análise multivariada em pesquisa comportamental**. 2. ed. Thomas Nelson Brasil. 2013.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco A. **Noções Básicas de epistemologias e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de sequencia de ensino – aprendizagem em ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Textos de Apoio ao Professor de Física, Porto Alegre, v. 24, n. 6, p. 1-49, 2013.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thompson, 2002.

OLIVEIRA, Augusto Silvana de. **A linguagem oral e as crianças: possibilidades de trabalho na educação infantil**. Educação Infantil: diferentes formas de linguagem expressivas e comunicativas. Caderno de formação: didática dos conteúdos formação de professores. Universidade Estadual Paulista. Pró-Reitoria de Graduação. UNIVESP, São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

OLIVEIRA, Maria Marly. **Sequência Didática Interativa no Processo de Formação de Professores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

PERUZZO, Jucimar. **Experimental de física básica: mecânica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

PIETROCOLA, Maurício, Stella de Azevedo, Maria Cristina P. et al. **Análise de uma sequência didática da Física a partir da teoria das situações de Brousseau**. Curitiba: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008.

ROCHA, José Fernando M. (org.). **Origem e evolução das idéias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

SILVA, Augusto Luiz da. **Desenvolvimento e Aprendizagem em Piaget e Vygotsky**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Nova Cruz/RN, 2013.

SILVA, C. R. O. **Metodologia do trabalho científico**. Fortaleza: Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2004.

TIPLER, Paul Allan. 1933 - **Física para cientistas e engenheiros**, v. 1: mecânica, oscilações e ondas termodinâmica; tradução Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Vieira, Rio de Janeiro: LTC, 2006.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VIGOTSKII, Lev Semenovich. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**, tradução de: Maria da Penha Vilalobos. 14. Edição. São Paulo: Ícone, 2016.

VYGOTSKI, L.S.; LURIA; A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 8ª. ed. São Paulo: Ícone, 2001.

“Experimento de Galileu realizado na maior câmara de vácuo do mundo”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=qSeW0f51QzY>.