



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS,
SOCIAIS E DA NATUREZA – PPGEN**

SÊNITA FOLQUENIM

**UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO TRILHO MULTIFUNCIONAL NO
ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Londrina

2016

SÊNITA FOLQUENIM

**UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO TRILHO MULTIFUNCIONAL NO
ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alcides Goya

Londrina

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

F669e Folquenim, Sênita
Um estudo sobre a utilização do trilho multifuncional / Sênita Folquenim. -
Londrina : [s.n.], 2016.
117 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alcides Goya.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da
Natureza. Londrina, 2016.
Bibliografia: f. 94-99.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Física - Experiências. 3. Material didático.
4. Laboratórios - Equipamento e acessórios. 5. Aprendizagem. I. Goya, Alcides,
orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza. IV. Título.

CDD: 507



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências Humanas, Sociais e da Natureza – PPGEN

TERMO DE APROVAÇÃO

UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO TRILHO MULTIFUNCIONAL NO ENSINO
DE FÍSICA A PARTIR DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVAS

por

SÊNITA FOLQUENIM

Esta Dissertação foi apresentada em 08 de julho de 2016 às 14h como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Humanas pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza – PPGEN – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Dr. Alcides Goya
(UTFPR)
Orientador

Dr. João Paulo Camargo de Lima
(UTFPR)
1° Titular

Dra. Eliana Aparecida Silicz Bueno
(UEL)
2ª Titular

Dra. Alessandra Dutra
Coordenadora do Curso
UTFPR - Campus Londrina

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza.

*À meu filho Miguel Otávio.
Razão do meu viver.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram realizar esse trabalho, bem como, a ingressar no mestrado. Em especial, ao professor Dr. João Paulo Camargo de Lima que sempre me incentivou a estudar, a crescer e a realizar pesquisas no ensino de Física. Agradeço por sua paciência, auxílio e suas orientações desde a graduação até o momento da banca final desse trabalho.

Agradeço a minha família, sobretudo a minha mãe, que nunca disse: “Não estude! Você tem outras responsabilidades, especialmente com seu filho”. Obrigada mãe, por sempre estimular a enfrentar desafios. Por sempre me auxiliar econômica e psicologicamente. Obrigada por ser além de minha mãe, minha melhor amiga!

Obrigada a meu pai, que apesar de talvez nunca ler esse agradecimento, foi de extrema importância nessa etapa de minha vida. Sem ele a realização do mestrado não seria possível.

Obrigado a minha amiga Ana Lúcia Sanches que foi meu apoio no momento que cheguei a cidade de Londrina.

Agradeço também a todos os professores que contribuíram com a minha formação. Sem vocês não seria nem um terço do que sou hoje.

Agradeço a todos aqueles que colaboraram com minha pesquisa. Muito obrigada a todos os docentes de Física e a todos os alunos do ensino médio que estiveram sempre prontos à responder questionários, trocar ideias e em fazer sugestões.

Agradeço a professora Dr^a. Eliana Aparecida Silicz Bueno e ao professor Dr. João Paulo Camargo de Lima que aceitaram participar da banca e contribuíram ricamente com esse trabalho.

E em especial, agradeço a meu Orientador, Alcides Goya, que sempre se mostrou paciente, coerente, e em todos os momentos do meu mestrado me auxiliou a superar obstáculos dentro da pesquisa, dentro dos estudos de Física e até mesmo me ajudou a superar barreiras pessoais. Deus foi realmente generoso em colocar o senhor como meu orientador. Meus sinceros agradecimentos!

"Pouco importa o julgamento dos outros. Os seres são tão contraditórios que é impossível atender às suas demandas, satisfazê-los. Tenha em mente simplesmente ser autêntico e verdadeiro" Dalai Lama.

FOLQUENIM, Sênita. **Um estudo sobre a utilização do Trilho Multifuncional no Ensino de Física a partir de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.** 2016. 167 fls. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

RESUMO

Essa Dissertação desenvolveu e pesquisou atividades experimentais a partir de um material didático chamado de Trilho Multifuncional (GOYA e HALIBI, 2011), com o objetivo de enfrentar alguns dos problemas referentes à aplicação de atividades experimentais no ensino de física no ensino médio, evidenciados na literatura nas últimas décadas. A partir dessas aplicações foram desenvolvidas duas UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas) (MOREIRA, 2005), fundamentadas nas teorias sobre Aprendizagem Significativa e Multimodos e Múltiplas Representações. O primeiro curso foi dirigido a alunos do ensino médio, e o segundo, a professores de Física pertencentes ao NRE-Londrina. Os dados da pesquisa foram obtidos a partir de questionários aplicados, observações e áudio-gravações, tanto no primeiro como no segundo curso. Os resultados da análise quantitativa e qualitativa do primeiro mostraram que as atividades experimentais proporcionaram aos alunos melhorias no sentido de aprendizagem, incentivo para se estudar Física e ganho conceitual. Os resultados obtidos junto aos docentes, no segundo curso, confirmou que as práticas experimentais são ainda pouco utilizadas no ensino médio, e mostrou que os professores ficaram motivados a trabalhar com o trilho devido a sua praticidade, baixo custo e aplicabilidade. Espera-se que muitos docentes do ensino médio utilizem o trilho multifuncional bem como as duas UEPS, que se encontram no apêndice desse trabalho.

Palavras-chave: Trilho Multifuncional. Ensino de Física. Experimentos didáticos de Física. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.

FOLQUENIM, Sênita. **A study on the use of rail Multifunctional in Physical Education from Potentially Meaningful Teaching Unit.** 2016. 167 pgs. Dissertation (Master in Teaching of Humanities, Social and Nature) - Federal Technological University of Paraná, Londrina.

ABSTRACT

This Dissertation developed and researched experimental activities from a courseware called Trilho Multifuncional (Multifunctional Rail) (GOYA and HALIBI, 2011), in order to face some of the problems relating to the implementation of experimental activities in Physics teaching in high school, as evidenced in the literature in the last decades. From these applications it was developed two Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) (MOREIRA, 2005), based on the theories of Meaningful Learning and Multimode and Multiple Representations. The first course was addressed to high school students, and the second, to the Physics teachers belonging to the Londrina State Education Center (NRE – Núcleo Estadual de Educação). The survey data were obtained from questionnaires, observations and audio recordings, both the first and the second course. The quantitative and qualitative analysis results of the first experimental activities showed that the improvements provided students towards learning incentive for studying Physical and conceptual gain. The results obtained from the teachers, in the second course, confirmed that the experimental practices are still little used in high school and they showed that teachers were motivated to work with the multifunctional rail due to its convenience, low cost and applicability. It is expected that many high school teachers to use the multifunction rail and the two Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU), which is the appendix of this work.

Keywords: Multifunctional Rail; Physics Teaching; Didactic experiments in Physics; Potentially Meaningful Teaching Unit.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média das notas para as respostas do questionário prévio de cinemática	45
Tabela 2 - Categorização por notas para as respostas do questionário pós de cinemática	45
Tabela 3 - Teste t para amostras independente presumindo variâncias equivalentes entre as notas pré e pós curso para o questionário de cinemática.	46
Tabela 4 - Valores do coeficiente de ganho calculado por aluno referente aos conceitos de cinemática	47
Tabela 5 - Categorização por notas para as respostas do questionário prévio de dinâmica.....	53
Tabela 6 - Categorização por notas para as respostas do questionário pós módulo sobre conceitos de dinâmica.....	53
Tabela 7 - Teste t para amostras independente presumindo variâncias equivalentes entre as notas pré e pós curso para o questionário de dinâmica	54
Tabela 8 - Valores do coeficiente de ganho calculado por aluno referentes aos conceitos sobre dinâmica	54
Tabela 9 - Categorização por notas feita pelos alunos às respostas do questionário final.....	62
Tabela 10 - Categorização por notas feita pelos pesquisadores às respostas dos estudantes no questionário final.....	63
Tabela 11 - Correlação entre os valores atribuídos pelos alunos e pelo pesquisador	64
Tabela 12 - Médias e ganho conceitual em cinemática e dinâmica	68
Tabela 13 - Médias e ganhos conceituais no questionário final	69
Tabela 14 - Correlação entre as variáveis estudadas	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores atribuídos às respostas dos alunos aos questionários de cinemática e dinâmica	40
Quadro 2 – Valores atribuídos às respostas dos alunos ao questionário final parte A	41
Quadro 3 – Valores atribuídos às respostas dos alunos ao questionário final parte B	41
Quadro 4 - Interpretação da correlação entre as variáveis do teste de Correlação de Pearson.....	64
Quadro 5 - Respostas dos alunos à pergunta 1 do questionário de cinemática	72
Quadro 6 - Respostas dos alunos à pergunta 3 do questionário de cinemática	73
Quadro 7 - Respostas dos alunos sobre o que é o atrito	75
Quadro 8 - Comparação entre as respostas prévia e pós referentes à pergunta 3 do questionário de dinâmica	75
Quadro 9 - Comparativo das respostas prévias e pós a questão 3 do questionário de dinâmica.....	76
Quadro 10 - Respostas dos alunos à questão 5 dos questionários sobre conceitos de dinâmica.....	77
Quadro 11 - Respostas de alunos sobre a questão do coeficiente de atrito	78
Quadro 12 - Respostas de alunos a pergunta B1	79
Quadro 13 - Respostas de alunos a pergunta B2	80
Quadro 14 - Respostas de alunos a pergunta B3	80
Quadro 15 - Respostas de alunos a pergunta B4	80
Quadro 16 - Respostas de alunos para a pergunta C1	81
Quadro 17 - Respostas de alunos para a pergunta C2.....	81
Quadro 18 - Respostas dos docentes à questão 2a.	85
Quadro 19 - Respostas dos docentes à questão 2b.	85
Quadro 20 - Respostas dos docentes à questão 3a.	86
Quadro 21 - Respostas dos docentes à questão 3b.	87
Quadro 22 - Respostas dos docentes à questão 4a.	87
Quadro 23 - Respostas dos docentes à questão 4b.	88
Quadro 24 - Respostas dos docentes à questão 5.	89
Quadro 25 - Respostas do professor P11	90

Quadro 26 - Respostas do professor P12	91
Quadro 27 - Respostas do professor P13	91
Quadro 28 - Opinião dos professores sobre as atividades realizadas com o trilho multifuncional	93
Quadro 29 - Resposta do P11 sobre o desinteresse de docentes de Física em participarem de curso de formação	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação entre a categorização das resposta à pergunta 1 (um), do questionário de cinemática.....	48
Gráfico 2 - Percentagens de erros e acertos da classificação das figuras sobre M.U. e M.U.V.	49
Gráfico 3 - Porcentagem de erros e acertos dos alunos antes e depois do módulo referente ao conceito de lançamento oblíquo.....	50
Gráfico 4 - Erros e acertos dos alunos referentes à pergunta 4 dos questionários pré e pós sobre cinemática.	51
Gráfico 5 – O gráfico descreve as porcentagens de estudantes no questionário prévio e pós módulo sobre lançamento oblíquo.....	52
Gráfico 6 – O gráfico demonstra o nível de erros e acertos sobre o conceito de atrito nos questionários prévio e pós módulo sobre conceitos de dinâmica.....	56
Gráfico 7 – O gráfico mostra as diferentes opiniões sobre a questão 2 no questionário prévio e pós sobre dinâmica.....	57
Gráfico 8 – O gráfico demonstra as diferentes porcentagens relacionado a concepção dos alunos referente a questão 3 do questionário prévio e pós módulo sobre dinâmica	58
Gráfico 9 – Análise de porcentagens das respostas à pergunta 4 do questionário prévio e pós módulo de dinâmica.....	59
Gráfico 10 – Análise da questão 5 por percentagem	60
Gráfico 11 – Entendimento pré e pós módulo de dinâmica sobre o conceito de coeficiente de atrito	61
Gráfico 12 – Concepção dos alunos sobre M.U. antes da aplicação do módulo de cinemática	65
Gráfico 13 – Análise percentual da questão 2 do questionário final.....	66
Gráfico 14 – Análise percentual da questão 3 do questionário final.....	66
Gráfico 15 – Análise percentual da questão 4 do questionário final.....	67

LISTAS DE SIGLAS

DCEs	Diretrizes Curriculares Estaduais
E.D.O.	Equações Diferenciais Ordinárias
NRE	Núcleo Regional de Educação
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativa
M.M.C.	Média Geral de Ganho
M.U.	Movimento Uniforme
M.U.V.	Movimento Uniformemente Variado
ρ	p -valor
PARFOR	Plano Nacional de Formação de Professores
r	Coefficiente de correlação de Pearson
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UFMT	Universidade Federal do Mato Grosso
PSS	Processo Seletivo Simplificado

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
INTRODUÇÃO	19
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa	22
1.2 Multimodos e Múltiplas Representações e a utilização do laboratório didático	26
1.3 A transposição didática interna do professor e a construção de materiais potencialmente significativos	29
2 METODOLOGIA DA PESQUISA	35
2.1 O Problema da Pesquisa	36
2.2 A Coleta dos Dados	37
2.2.1 Primeira etapa de coleta: Curso com os estudantes de ensino médio	38
2.2.2 Segunda etapa de coleta: Curso com docentes de física	39
2.3 O tratamento das informações recolhidas	40
2.4 O Produto Educacional	42
3 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DA PESQUISA	44
3.1 Análise dos dados quantitativos obtidos nas repostas dos alunos	44
3.1.1 Dados quantitativos obtidos nos questionários de Cinemática	45
3.1.2 Dados quantitativos obtidos nos questionários de Dinâmica	52
3.1.3 Dados quantitativos obtidos no questionário final	61
3.1.4 Aprofundamento das Análises	67
3.2 Análise qualitativa dos dados obtidos com os alunos	72
3.2.1 Dados qualitativos obtidos nos questionários de cinemática	72
3.2.2 Dados qualitativos obtidos nos questionários de dinâmica	75
3.2.3 Dados qualitativos obtidos no questionário final	78
3.3 Análise dos dados obtidos no curso com os professores	84
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

APÊNDICES.....	105
Apêndice 1 – Apresentação do Equipamento e dos experimentos feitos a partir do Trilho Multifuncional.....	106
Apêndice 2 - Questões em Aberto Sobre os Conhecimentos de Cinemática	113
Apêndice 3 – Questões Sobre Força de Atrito e Coeficientes de Atrito.....	115
Apêndice 4 - Questionário Final.....	116
Apêndice 5 - Questionário prévio aplicado aos Professores.....	118
Apêndice 6 - Questão feita aos professores no meio do curso.....	120
Apêndice 7 – PRODUTO EDUCACIONAL	121

APRESENTAÇÃO

Sempre tive fascínio pelos mistérios da Natureza e do Universo. Lembro que quando criança, as primeiras aulas de ciências me encantaram. Me apaixonei por Astronomia na quarta série do ensino fundamental quando comecei estudar sobre planetas e estrelas. Lembro nitidamente que naquele ano ocorreu o fenômeno do eclipse solar e pedi a minha mãe, ajuda para entender como o fenômeno acontecia. Ela, de uma maneira bem simples me explicou, com uma folha de laranjeira e uma pedrinha, tal fato. Naquele momento nem eu e nem ela sabíamos o quão importante aquela explicação seria para minha vida. Essa explicação certamente me ajudou a ter convicção na escolha do curso de graduação que me disporia a fazer futuramente.

Na adolescência nunca fui a melhor aluna da turma, mas adorava matemática, e quando entrei no ensino médio me apaixonei pela Física. Acredito que uns dos grandes responsáveis por essa paixão, foi um professor extremamente dedicado e exigente que tive na época. Ele era graduado em matemática, mas lecionava Física com todo apreço e entusiasmo que poderia ter. E além do mais, fazia experimentos. Experimentos que me faziam viajar e pensar sobre os mais diversos fenômenos da Natureza.

Na 2ª série do ensino médio, diferentemente de meus colegas, já estava convicta do curso de graduação que iria fazer: Física. As pessoas falavam: - Você é louca! Física é muito difícil! Você não vai conseguir! E lá fui eu, ignorando todos os pensamentos e afirmações negativas.

Durante a graduação tive contato não somente com a Física, mas com pessoas especiais que me mostraram a beleza do ensino. Professores extremamente dedicados e verdadeiramente apaixonadas pela docência. Foi aí, que surgiu a vontade de ensinar. De tentar transmitir aquilo que aprendi, mas não de qualquer forma.

Essas pessoas também me fascinaram pelo conhecimento que tinham. Pelo esforço diário em busca de novos saberes. Surgiu então a vontade de fazer um Mestrado. Mas, a vida me deu um presente, chamado Miguel Otávio, e tive que parar de estudar por mais ou menos três anos.

Em 2011 comecei a lecionar no estado. Matemática para séries do ensino fundamental II e Física e Química para alunos do ensino médio. Sempre procurei levar os alunos ao laboratório, fazer experimentos improvisados com materiais de baixos

custo e a utilizar vídeos e simulações para explicar a matéria, pois achava que o ensino somente em sala de aula por meio de desenvolvimento e solução de problemas era muito chato e não contagiava os estudantes. Senti então a necessidade de voltar a estudar. Nesse mesmo ano comecei uma pós graduação em Ensino de Matemática, mas não me dei por satisfeita. Em 2012 entrei para outra pós lato sensu, na qual voltei a ter contato com um admirável professor que me dera aula na graduação, e que gentilmente aceitou orientar meu trabalho de conclusão de curso. Esse professor foi a peça chave para minha entrada no Mestrado Profissional nesta instituição. Foi ele que sempre me incentivou, que sempre me orientou nas decisões acadêmicas, até o momento da entrada no mestrado.

No ingresso ao mestrado comecei a ter contato com meu orientador, Alcides Goya, e resgatei com ele, a vontade de produzir atividades práticas e de levar experimentos didáticos para a sala de aula. Durante o curso começamos então a trabalhar com um material chamado de Trilho Multifuncional, que ele, há algum tempo já vinha estudando. O objetivo central desse trabalho desde o início foi de propor um novo material didático acessível à professores de Física do ensino médio, buscando resgatar a prática experimental em sala de aula, que é tão importante e que pode ser decisiva na escolha do aluno em se dispor aprender Física ou não.

INTRODUÇÃO

É quase consensual entre professores e pesquisadores que as atividades experimentais são importantes no ensino das Ciências Naturais (HODSON, 1988, 1996; LABURÚ, 2005; GALIAZZI et al., 2001; ARRUDA e LABURÚ, 1996; SÈRE, 2002; ARAÚJO e ABIB, 2003; LABURÚ, MAMPRIN e SALVADEGO, 2011). Durante muito tempo têm-se discutido sobre a relevância do desenvolvimento de práticas experimentais, tendo como principal perspectiva o desenvolvimento de atitudes científicas em alunos, fundamentais para a atuação na sociedade (HOFSTEIN e LUNETTA, 2003; THOMAZ, 2000; MORAES e MORAES, 2000; BIASOTO e CARVALHO, 2007; OLIVEIRA, 2010).

As DCEs (Diretrizes Curriculares Estaduais) de Ciências do estado do Paraná (2008) afirmam que as atividades experimentais devem estar presentes desde o ensino básico, pois elas podem contribuir na superação de obstáculos de aprendizagem de conceitos científicos, proporcionando aos estudantes a confrontação de ideias, a discussão e interpretação de problemas. Especificamente, as DCEs do Ensino de Física sugerem, embasadas em (MOREIRA e AXT, 1991; ROSA e ROSA, 2005; ZIN e MASSOT, 1991/1993), que as atividades experimentais podem “suscitar a compreensão de conceitos ou a percepção de ideias anteriormente discutidas” (PARANÁ, 2008, p. 71). Além disso, os experimentos devem objetivar a percepção dos alunos para além da teoria, possibilitando a visualização de erros, contribuindo para uma reflexão em torno dos estudos da ciência (PARANÁ, 2008).

Em conformidade, Araújo e Abid (2003) apontam que as atividades experimentais podem ser uma estratégia valiosa na minimização de dificuldades de aprendizagem em Física. Alguns autores, entretanto, como Galiazzi et al. (2001) e Laburú, Mamprin e Salvadego (2011) afirmam que essas atividades têm ocorrido com pouca frequência devido a vários fatores como a falta de tempo que os docentes têm em sala de aula, a insuficiência de atividade preparadas, a carência de equipamentos de laboratório ou até mesmo a ausência do próprio laboratório de ciências, a inexistência de espaço que comporte o grande número de alunos por série, a falha no incentivo da escola ou até mesmo no apoio da própria direção, formação defasada dos professores, recursos insuficientes na compra ou na reposição de materiais, déficit de bibliografia de orientação entre outros. Com base nessas problemáticas, uma nova questão foi formulada: Como um novo material didático chamado de Trilho

Multifuncional poderia contribuir no enfrentamento das dificuldades encontradas na aplicação de aulas experimentais em Física?

Esse material já foi analisado por GOYA e HALIBI (2011); GOYA, TAMURA e NASCIMENTO (2012), e foi especialmente projetado para atender aos principais experimentos básicos de Física sobre Cinemática e Dinâmica. Devido a facilidade de acesso ao material, a simples montagens dos experimentos e a sua praticidade, supôs-se inicialmente que se alguns experimentos fossem adequados à realidade do ensino médio, e se promovesse um curso de formação continuada à professores de Física do ensino médio do NRE-Londrina sobre a utilização do trilho, alguns docentes ficariam mais estimulados em trabalhar com atividades experimentais. Ou seja, acreditou-se que problemas citados na literatura como, a falta de tempo no preparo de atividades, a falta de laboratório, a falta de materiais, entre outros; seriam atenuados com a utilização do equipamento.

Com o objetivo de verificar a efetividade na utilização desse equipamento, foram propostos dois curso de formação, um destinado à alunos do ensino médio de um colégio estadual da cidade de Londrina, e outro para professores de Física do NRE-Londrina.

A partir do curso com os alunos procurou-se identificar as contribuições que as atividades experimentais feitas a partir do trilho poderiam proporcionar no sentido de aprendizagem, incentivo para se estudar Física e ganho conceitual. No curso de formação com os professores de Física, procurou-se além de mostrar os procedimentos das atividades, levantar junto aos docentes, as principais adversidades sobre a utilização de experimentos no ensino médio, as expectativas sobre o equipamento e as sequências feitas com o trilho e, as possíveis adaptações técnicas e metodológicas que poderiam ser realizadas; pensando-se sobre a realidade do ensino médio.

A partir dos dados extraídos nessa pesquisa, assim como, por meio do aprofundamento metodológico sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Teoria de Multimodos e Múltiplas Representações, foi criado ao final desse trabalho um produto educacional (Apêndice 7). Esse produto tem a forma textual e é composto por duas UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativa) (MOREIRA, 2011), sendo a primeira sobre Lançamento Oblíquo e a segunda sobre Forças de Atrito e coeficientes de atrito. As UEPS são compostas por métodos diversificados de ensino,

como atividades experimentais feitas a partir do trilho multifuncional, atividades por meio de simuladores, vídeos, resolução de exercícios, dentre outros.

Sem a presunção de se estender sobre os referenciais e temas detalhados, esta dissertação foi dividida em cinco partes, sendo a primeira a Introdução, que traz uma síntese sobre a pesquisa.

No capítulo de Fundamentação Teórica, são apresentados os referenciais sobre a Teoria de Aprendizagem Significativa, sobre a Teoria de Multimodos e Múltiplas Representações, sobre a Transposição Didática Interna do professor e a construção de materiais potencialmente significativos. Esses aprofundamentos teóricos serviram de suporte para a reflexão dos dados obtidos, assim como para a montagem especialmente do produto final desse trabalho.

Por sua vez, o capítulo sobre Metodologia da Pesquisa apresenta-se o problema da pesquisa, a forma com que os dados foram coletados e tratados, além de se delinear o produto educacional final.

No capítulo sobre Apresentação, Análise e Discussão dos dados, são apresentados os dados obtidos em questionários e em áudio-gravações, assim como são demonstrados a partir de tabelas, quadros e gráficos, análises que permitiram responder as implicações iniciais dessa pesquisa, bem como foram fomento para a montagem das unidades de ensino finais.

Nas Considerações Finais, buscou-se discorrer sobre os resultados obtidos tanto com os alunos, quanto com os professores sobre a aplicabilidade, a efetividade e o nível de aprendizagem que as atividades feitas a partir do trilho podem proporcionar. Buscou-se também identificar nuances de aprendizagens significativas, e são feitas algumas reflexões sobre a aplicação de modos diferentes de se ensinar. Por fim, são tecidas considerações sobre a aplicação do equipamento Trilho Multifuncional e sobre os futuros estudos que podem ser destinados ao equipamento didático.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os referencias teóricos utilizados nesse trabalho visam esclarecer alguns aspectos do processo de aprendizagem, bem como elencar possíveis caminhos pelos quais o docente pode utilizar em sala de aula para que consiga, no final do processo, uma aprendizagem significativa de seus alunos. Esse aprofundamentos teóricos serviram como suporte para a elaboração do produto final e para melhoria de metodologias alternativas para o ensino de Física a partir do chamado Trilho multifuncional. O texto foi subdividido em quatro partes, incorporando a Teoria da Aprendizagem Significativa, fundamentada especialmente em Ausubel; a Teoria de Multimodos e Múltiplas Representações e a Teoria de Transposição Didática, de Chevallard. Por último, quando se fala sobre a transposição didática interna do professor, também é discutida a construção de materiais potencialmente significativos, como as UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas).

1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

Ainda que uma teoria de aprendizagem não prescreva uma forma exata de como se ensinar, ela pode proporcionar aos egressos que são possíveis segundo Ausubel et al., “para a descoberta de princípios gerais do ensino que podem ser formulados tanto em termos de processo psicológico intervenientes como em termos de relação de causa e efeito” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 13). Portanto, uma teoria de aprendizagem não é uma conjunção autossuficiente para a otimização do ensino, mas uma premissa norteadora.

A Teoria da Aprendizagem Significativa, formulada na década de 1960 por David Ausubel, e enriquecida sobretudo por Joseph Novak e D. Bob Gowin, se enquadra dentre as teorias de aprendizagem cognitivistas que, diferentemente das behavioristas, se importam com o comportamento humano, com o desenvolver do homem e o ato de o mesmo conhecer o seu próprio mundo, conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980); Ausubel (2003); Moreira (2009, 2010, 2011).

A Teoria da Aprendizagem significativa se baseia na ideia de que para que um indivíduo aprenda significativamente, além de possuir conhecimentos prévios, ele precisa ter uma predisposição para aprender, isto é, uma disposição para relacionar novos conhecimentos que lhe são apresentados de forma não literal e não arbitrária.

Se a disposição do sujeito for somente voltada para aprendizagem literal e facultativa, o processo e o produto da aprendizagem serão automáticos ou mecânicos, e as novas informações serão armazenadas de forma arbitrária (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

A aprendizagem mecânica, diferentemente da significativa, acontece quando pouca ou nenhuma informação é associada a conhecimentos já existentes na memória cognitiva. Apesar da aprendizagem mecânica e a significativa parecerem dicotômicas, elas são, na verdade, contínuas, pois, na origem, o indivíduo necessita aprender mecanicamente conceitos para que possa posteriormente relacioná-los com novos. Ou seja, a partir da aprendizagem mecânica surgem os primeiros conceitos subsunçores que, com o tempo, são modificados e desenvolvidos à medida que ocorre a associação de novas informações. Moreira e Masini (2001) ressalta que, conforme o processo de ancoragem acontece, os subsunçores são modificados e tornam-se mais aprimorados, mais incorporados e mais capazes de servir de ancoradouros para novas informações.

Na prática, a aprendizagem automática e significativa pode acontecer de duas formas, por recepção ou por descoberta. Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), é um erro pensar que a aprendizagem significativa precisa somente acontecer a partir da aprendizagem por descoberta e a automática por recepção. Na aprendizagem por recepção, o conteúdo é apresentado para o aluno em sua configuração final, exigindo-se dele memorização e internalização. Se o conteúdo final ofertado for potencialmente significativo, esse será assimilado, originando novos subsunçores, caso contrário, essas informações serão integradas arbitrariamente pelo indivíduo, produzindo apenas uma aprendizagem mecânica. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) ressaltam que o problema maior nas salas de aula é o abuso da aprendizagem por recepção praticada pelos docentes, que pode, por consequência, abalizar a aprendizagem significativa do aluno. Decorebas de fórmulas, conceitos e teorias em Física e Matemática de maneira aleatória só reforçam a aprendizagem automática.

Na aprendizagem por descoberta, diferentemente da por recepção, o aluno é incentivado a reagrupar informações, organizando-as de forma que ele mesmo chegue ao conhecimento final. Da mesma forma que na aprendizagem por recepção, se o indivíduo conseguir reorganizar as novas informações em sua estrutura cognitiva, de forma que se relacionem com ideias âncoras, poderá aprender significativamente,

caso contrário, o seu novo conhecimento ficará limitado, agregando-se de maneira arbitrária.

Além da pré-disposição e da existência de subsunções para que um aluno possa aprender significativamente, algumas variáveis intrapessoais e situacionais precisam ser consideradas. Essas variáveis podem clarificar a natureza do processo de aprendizagem (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). Dentro da categoria intrapessoal, variantes da estrutura cognitiva, prontidão, aptidão intelectual, fatores emocionais e atitudinais e fatores de personalidade possuem grande influência sobre a aprendizagem. Além disso, a prática efetivada pelo aluno, a classificação das disciplinas acadêmicas, fatores sociais e grupais e as características do próprio professor podem influenciar na construção de significados. Ausubel *apud* Gagné (1967) afirma que, incontestavelmente, os fatores intrapessoais e situacionais provocam efeitos reiterados sob a aprendizagem. "O ensino deve ser pensado como a instituição e organização das condições externas da aprendizagem de maneira que interaja o melhor possível com os potenciais internos do aluno, produzindo então mudanças nestas aptidões (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN (1980) *apud* GAGNÉ, 1967, p.295).

Sendo assim, é importante reconhecer que, além de um currículo organizado, a escola também precisa planejar o ensino das disciplinas de forma com que os materiais que são dispostos para os alunos sejam potencialmente significativos. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) enfatizam que a aprendizagem de um material potencialmente significativo não deve ser interpretada como a própria aprendizagem significativa. Os materiais precisam fazer sentido para os estudantes, ou seja, dispor de informações necessariamente significativas sobre um dado conceito, para que o aluno possa relacionar posteriormente com ideias já existentes em sua estrutura cognitiva. Se o material for potencialmente significativo, por definição o aluno estabelecerá sentido.

Uma segunda questão determinante a ser considerada acerca do potencialmente significativo de um material, depende da estrutura cognitiva de cada indivíduo. Ou seja, não basta o material ser potencialmente significativo de forma relacional e não arbitrária, há a necessidade ao mesmo tempo da existência de ideias âncoras na estrutura cognitiva do indivíduo para que o mesmo possa relacionar com o material apresentado e assim aprender significativamente. Caso o sujeito não

possua pré-requisitos básicos para aprender, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) sugerem o trabalho antecedente com os chamados “organizadores prévios”.

Os organizadores prévios são uma espécie de material introdutório ao conteúdo a ser ensinado, e tem a função principal de criar ligações entre os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva e o novo conhecimento. Consistem em textos, esquemas, mapas conceituais, vídeos, filmes, demonstrações etc. com maior nível de abstração, não se restringindo a sumarização do conteúdo, mas ao provimento de uma moldura ideacional visando a incorporação da matéria posteriormente ensinada.

Segundo Moreira (2004), o uso de organizadores prévios deve servir de âncora para o novo conhecimento, levando ao desenvolvimento de subsunçores necessários para a nova aprendizagem. Sendo assim, o material organizador prévio tem a função principal de fazer com que o aluno supere os limites do que já sabe e do que precisa saber

Ausubel, ao longo do tempo, recebeu duras críticas sobre o conceito de organizador prévio. Autores como Barnes e Clawson (1975) afirmavam que o conceito não estava claro. Em contraposição, Ausubel advertiu que não é possível ser específico quando se trata dos materiais organizadores prévios, pois estes dependem precisamente de fatores como o conteúdo a ser ensinado, a faixa etária dos alunos e o grau de familiaridade que os sujeitos possuem com o conteúdo de aprendizagem.

Moreira (2011, p.22) ressalta alguns critérios que os organizadores devem seguir

- a) Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- b) Dar visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- c) Prover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração mais eficientemente e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material.

Destarte, antes mesmo que o docente projete seu ambiente de ensino, necessita conhecer o modo com que seus alunos aprendem (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). Novak e Gowin (1996) destacam que a experiência no sistema educacional é complexa, e envolve quatro lugares distintos: os do professor, do aluno, do currículo e do meio. “Nenhum destes é redutível a qualquer um dos outros, e todos eles devem ser considerados na educação” (NOVAK, GOWIN, 1996, p. 22). Segundo esses autores, o professor tem a obrigação de delinear o ementário de atividades e

claramente ponderar quais conhecimentos devem estar na sequência de ensino. Ao aluno cabe o papel de aprender. O currículo é compreendido a partir dos conhecimentos, das capacidades e dos valores de uma determinada área, que devem ser convertidos em uma experiência educativa que satisfaça critérios dignos se transfigurando em teor a ser estudado. E o meio é o lugar de trocas de experiências entre professor e aluno, o qual influencia notavelmente a forma com que ambos partilham os significados sobre o currículo (NOVAK, GOWIN, 1996).

Na perspectiva de Novak e Gowin, se esses quatro lugares distintos estiverem em um estado harmônico, a aprendizagem significativa pode acontecer. Nesse sentido, se a aprendizagem significativa do aprendiz crescer, sua experiência será agradável e ele se predisporá a novas aprendizagens, entretanto se sua aprendizagem for mecânica, ele poderá desenvolver atitudes de recusa da matéria, não se predispondo à aprendizagem (MOREIRA, 2004).

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) articulam que muitas vezes um aluno deixa de aprender significativamente determinadas disciplinas porque em algum momento de sua vida teve insucesso por meio de uma correspondência literal ou substantiva. Esse insucesso é exposto, via literatura, quando a referência é feita à disciplina de Física (BANDEIRA, 2009; FERREIRA *et al.*, 2013).

Essa adversidade não pode ser de inteira responsabilidade do docente, pois, como já mencionado, a aprendizagem do aluno também depende de variáveis intrapessoais e situacionais, porém, não se há como negar que, há muito tempo, a escola pública não vem satisfazendo às reais expectativas de ensino. Jesus (2004) aponta que é de total relevância pensar em novos paradigmas educacionais, onde aconteça um reestudo do modelo escolar, levando em conta o bem-estar do aluno e do professor. Acredita-se também que o engajamento de novas metodologias de ensino possa contribuir com a melhoria tanto do ensino e aprendizagem, quanto em aspectos motivacionais e atitudinais dos alunos e professores. Uma alternativa seria a utilização dos chamados multimodos e múltiplas representações que serão discutidos no próximo tópico.

1.2 Multimodos e Múltiplas Representações e a utilização do laboratório didático

A aprendizagem depende de vários processos e inúmeros fatores associados às múltiplas interações que alunos têm com professores, materiais, o meio, colegas,

família etc. (ZOMPERO, LABURÚ, 2010). Um fator preponderante, como já mencionado no tópico (2.1), é o conhecimento prévio do aluno, quando se discutiu a “Teoria da Aprendizagem Significativa”.

Sem embargo, atualmente a diversidade do meio escolar ocasiona angústias aos docentes, pois muitas vezes não conseguem ensinar (MORAES, OLIVEIRA, 2016). As salas de aulas geralmente são numerosas, os alunos são de distintas classes sociais e culturais, a tecnologia e a informação instantânea são cada vez mais atrativas aos jovens, dentre outros fatores que se incorporam às dificuldades vivenciadas pelos professores.

Essa diversidade do meio escolar implica conjuntamente uma multiplicidade na forma de aprender. Dessa maneira, isso significa que um determinado aluno pode entender e, conseqüentemente, aprender sobre uma determinada ideia científica através de uma expressão figurativa, e outro não encontrar menor sentido.

Lemke (2003) ressalta que os estudantes precisam ter contato com um mesmo conceito cerca de três a quatro vezes para que possam consolidar sua aprendizagem. Duval (2006) afirma que muitos processos cognitivos são mais ou menos fáceis de serem assimilados, ou seja, alguns conceitos precisam de mais representações que outros.

Dentro da pesquisa em ensino, a chamada Teoria de Multimodos e Múltiplas Representações concentra esforços para entender a melhor maneira de estimular e produzir significados aos estudantes sobre conceitos científicos (LABURÚ, SILVA, 2011). Ainsworth (1999), Lemke (2003), Dolin (2001), Prain e Waldrip (2006) e Duval (2006) assumem a posição de que, para que haja uma melhoria na aprendizagem, o foco do discurso científico deve ser multimodal, assim como as representações que o envolve devem ser múltiplas.

Segundo Prain e Waldrip (2006), as múltiplas representações seriam reproduções distintas sobre um mesmo conceito, incluindo a forma verbal, figurativa (pictórica, analógica, metafórica), descritiva (gráfica, verbal, tabular), matemática, cinestésia e experimental. Para Laburú, Barros e Silva (2011), cada forma representacional possui uma carga cognitiva, que pode tornar mais ou menos fácil a aprendizagem. Os multimodos correspondem à “integração no discurso da ciência de modos diferentes para representar o raciocínio científico e descobertas” (PRAIN, WALDRIP, 2006, p. 1844).

Lemke (2003) ressalta que, assim como o inglês, o espanhol ou o catalão têm seus símbolos próprios, sua linguagem própria, a ciência também possui suas expressões, seus símbolos, que são explicitados por linguagens de representação visual, simbolismo matemático e operações experimentais. A educação científica deve capacitar os estudantes a usar todos esses estilos expressivos e apropriados para que sejam capazes de incorporá-los funcionalmente no gerenciamento do exercício científico. Sendo assim, de acordo com a Teoria de Multimodos e Múltiplas Representações, para que o estudante tenha uma aprendizagem significativa sobre conceitos científicos, deve estar em contato com diversas formas de linguagens científicas que lhe façam sentido e se associem com aquilo que já possui em sua memória cognitiva.

Numa visão semiótica, Lemke (2003) sobreleva que os conceitos devem ser ensinados em cada instância. Por exemplo, sobre o conceito de força, os alunos devem aprender como medir força de formas diferentes, como utilizar a palavra força, como escrever equações que expressem o que é força, assim como as distintas representações verbais, matemáticas, visuais e operacionais sobre força de forma a integrar, agregar e constituir correspondências necessárias.

Klein (2003) frisa a ideia de que, apesar da teoria pregar a aplicação de diversas formas de representações sobre um determinado conteúdo, isso não significa que o uso das representações deva coincidir com a forma preferida particular do estudante. Na óptica da pedagogia, o aluno estaria com maior disposição para aprender, entretanto, a teoria reforça que se os estudantes estiverem envolvido com diversas formas de representações, estarão mais susceptíveis a melhoria de sua aprendizagem.

Laburú, Barros e Silva (2011) relevam que quando uma nova representação sobre um mesmo conceito é ofertado ao aluno, há uma retomada, uma complementaridade, assim como uma confirmação sobre os conhecimentos passados. Em uma segunda representação sobre um mesmo conceito, haverá uma espécie de refinamento no sentido da interpretação e na construção do conhecimento do indivíduo. Ou seja, diferentes representações tendem a capacitar melhor o sujeito, acomodando de maneira mais efetiva o conhecimento em sua estrutura cognitiva, lhe possibilitando a criação de conhecimentos ancoradouros de novos saberes.

Sabendo que as atividades experimentais são o cerne do ensino de Ciências da Natureza, alguns defensores, como Gil-Perez e Castro (1996), destacam que a

prática do laboratório didático deve deixar de ser um método totalmente experimental e passar a integrar muitas outras expressões da atividade científica. Goya e Laburú (2014) argumentam que o laboratório é um lugar didático privilegiado de modos representacionais, que envolve a movimentação do corpo através de gestos, ações e procedimentos experimentais, ficando relevante o destaque da importância de sua utilização associada a novas formas de representações, integrando a várias etapas metodológicas não necessariamente rígidas.

Apesar das recentes pesquisas sobre o ensino de Ciências da Natureza ressaltarem as inúmeras dificuldades da aplicação de atividades experimentais no ensino médio (GALIAZZI et al., 2001; LABURÚ, MAMPRIN, e SALVADEGO, 2011), sobretudo problemas como a falta de laboratórios, a carência de equipamentos e materiais, a ausência de sequências programas de ensino, assim como a falta de tempo para o preparo de atividades práticas; a aplicação do laboratório didático não pode ser ignorada, pois ele é uma ferramenta indispensável para o ensino, especialmente para o ensino de Física.

Considerando portanto a multimodalidade e a multirepresentacionalidade que o laboratório didático pode ofertar, assim como, as dificuldades acima mencionadas sobre a aplicação do mesmo, pretende-se na sequência desse trabalho, trazer alternativas para a aplicação de atividades experimentais no ensino de Física por meio do equipamento didático Trilho Multifuncional, como também, por meio dos chamados materiais potencialmente significativos, que será tratado no próximo tópico, quando é discorrido sobre a ideia de transposição interna do professor em sala de aula.

1.3 A transposição didática interna do professor e a construção de materiais potencialmente significativos

Incorporar teoria e prática pedagógica é sempre um desafio (SILVA, 2010; NASSIF, GHOBRIIL e BIDO, 2007; TREVISIAN e MARTINS, 2012), ainda mais quando a referência é o ensino de ciências da natureza. Existe uma relação intrínseca entre aulas teóricas e práticas experimentais especialmente em Física, que requer uma grande fundamentação, uma articulação e um sentido para os estudantes que se dispõem em compreendê-la (BUENO, KOVALICZN, 2008).

Carvalho (2000) diz que o ensino atual tem a função de subsidiar os estudantes tanto na esfera teórico quanto prática, para que posteriormente se utilizem,

compreendam e transformem seu mundo. Ricardo (2010) destaca que a cada ano os professores se deparam com turmas novas e precisam preparar diferentes programas de ensino. Apesar de ser uma prática rotineira, a exigência tem sido cada vez mais frequente, necessitando o docente, adaptar o currículo diante das diversas mudanças e avanços do mundo moderno. Ao mesmo tempo, o professor enfrenta dentre as diversas dificuldades, a resistência de alunos em aderir novas práticas de ensino, “externando um sentimento de dúvidas em relação à preparação que estariam recebendo para enfrentar as dificuldades que presumidamente esperam encontrar em suas vidas” (RICARDO, 2010, p. 29).

Diante dessa cobrança, o professor deve adaptar, ser criativo, crítico, autoavaliativo, assim como, aprender novas didáticas para que possa transformar os saberes formulados pela academia em saberes acessível e compreensível aos alunos. O docente precisa sempre aprender novas formas de ensinar uma mesma coisa, em vista as diferentes características, desejos, pré-requisitos e identidades de seus alunos.

Associar os mais diversos desafios impostos pelo mundo moderno-tecnológico, assim como a heterogenidade das atuais turmas superlotas, e ainda criar uma situação de aprendizagem significativa, necessita de um processo de didatização dos saberes cientificamente aceitos em saberes escolares. Essa didatização não tem uma receita de bolo, não obstante deve estar baseada em princípios estáveis (RICARDO, 2010).

A Teoria da Transposição Didática descrita em 1985, no livro “La Transposition Didactique”, por Yves Chevallard, fala sobre o funcionamento didático formado entre professor, saber e aluno, propondo, como os saberes formulados por cientistas (*savoir savant*) devem sofrer um conjunto de mudanças e adaptações até chegar às salas de aula e se transformar em saber ensinado (*savoir enseigné*). Ou seja, o saber não pode chegar aos estudantes em sua forma original, ele precisa passar por uma roupagem didática apropriada até se tornar o “saber ensinado” (PIETROCOLA, 2005).

Filho (2000) afirma que pode parecer a priori que o saber ensinado consista em uma mera simplificação do saber sábio, entretanto essa interpretação é equivocada, pois na transformação do saber, inúmeros fatores que influenciam a aprendizagem devem ser considerados (FILHO, 2000). O processo pelo qual o *savoir savant* passa a a ser *savoir enseigné* não é simples. O saber precisa incidir em três

níveis ou patamares que são chamados de “saber sábio, saber a ensinar e o saber ensinado” (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2006). Cada patamar possui sua comunidade autônoma. Entre elas estanca-se a chamada Noosfera, que é definida como uma esfera de ação de transformação do saber. Dentro da Noosfera, instituições ou pessoas influem sob o sistema educacional, ou seja, é nessa instância onde acontece a negociação do saber. Personagens de influência e atores de diferentes descansilhos sociais negociam interesses e pontos de vista (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2006). Nesse estágio é construído o “saber a se ensinar”, através materiais e livros, que os docentes devem converter em expressão didática assimilável aos estudantes.

Pereira (2012) ressalta que a transposição didática do saber acadêmico em saber escolar transita em dois períodos que são denominadas de transposição externa e interna. A transposição externa acontece na transpassação do conhecimento científico para os planos curriculares e para os livros didáticos e a transposição interna ocorre nas salas de aulas quando o docente comunica o conhecimento. Assim, a diferença entre os saberes que são elaborados nos espaços científicos e os saberes educativos não são conceituais mas textuais, envolvendo o campo semântico e léxico (CHEVALLARD, 1991). Além disso em cada época o conhecimento escolar é influenciado pela sociedade por suas novas concepções e ânsias. Elementos políticos, comerciais, entre outros são analisados pela Noosfera que as transformam em saberes escolares. Assim, nem todo conhecimento científico chega às salas de aula.

Restringindo-se à transposição interna do professor, além de o docente precisar ter domínio do conteúdo a ser ensinado, deve utilizar metodologias que melhor incorporem suas práticas e gerem frutos de conhecimento. Além disso, a transposição interna não depende somente dele, mas do relacionamento e a influência mútua entre professor e aluno, da transposição didática do saber sábio, da comunidade aonde está inserido, dentre outros fatores. O professor não é detentor de todas as decisões que dizem respeito a adaptações (NEVES e BARROS, 2011), mas negociador do saber. O docente precisa produzir uma nova roupagem ao saber a ser ensinado, criar argumentos didático impregnados a partir da sua própria subjetividade. Sendo assim, não existe uma garantia que o saber ensinado não é uma mera simplificação dos saberes sábios, pois depende de inúmeros processos de transposição, especialmente a do docente.

Independentemente de todos os processos e fatores que influem sobre os saberes até a chegada na sala de aula, considera-se que se o docente inovar, elaborar materiais didáticos, ser criativo, crítico e flexível, a transposição didática interna pode ocorrer de maneira satisfatória produzindo saberes ensinados e conseqüentemente aprendizagem significativa aos alunos. Moreira (2011) acentua um grande aumento de pesquisas para o estudo de materiais de aprendizagem potencialmente significativos em oposição a aprendizagem de materiais de forma automática e desprovida de sentido. Isso é justificado pelo fato de que muito do que se tem feito nas escolas aparentemente se baseia na forma clássica de se ensinar e aprender, na qual o professor é o narrador dos conceitos e o aluno um mero memorizador.

As chamadas UEPS são “sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, voltada diretamente à sala de aula” (MOREIRA, 2011, p. 2). Elas estão de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa e são construídas em etapas, tendo como objetivo central gerar no final do processo uma aprendizagem significativa. Essas etapas servem como guias de ensino de um dado conteúdo, porém, são adaptáveis de acordo com a realidade particular de cada turma. Ou seja, estes materiais podem contribuir tanto para a aprendizagem dos estudantes, quanto com a transposição didática interna dos professores, pois buscam integrar variados tipos de atividades, possibilitando a adaptação, o resgate de conhecimento e a reafirmação de saberes.

Conforme Moreira (2011), o objetivo principal de uma UEPS é o de facilitar a aprendizagem significativa de objetos de conhecimento assertivo e/ou procedimental. A filosofia das UEPS é que “só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos” (MOREIRA, 2011, p. 2). Estão baseadas principalmente nas ideias de David Ausubel (1968, 2000), Novak (1977), Gowin (1981); e nas visões contemporâneas de Moreira (2000, 2004, 2005, 2006); Moreira e Masini (1982, 2006); Masini e Moreira (2008); Valadares e Moreira (2009) e Moreira (2011).

Moreira (2011) destaca alguns princípios integrados às UEPS. O conhecimento prévio do aluno influencia a aprendizagem significativa. Pensamentos, sentimentos e ações integram o indivíduo que aprende e isso deve ser levado em consideração. O aluno decide o que quer ou não aprender. Organizadores prévios

constituem uma ponte entre os conhecimentos novos e conhecimentos antecedentes. Situações problemas servem para dar sentido ao novo conhecimento adquirido, assim como podem compor organizadores prévios. As situações problemas devem ser propostas com um nível de dificuldade cada vez maior. A avaliação da aprendizagem deve ser buscada a partir de evidências e a aprendizagem significativa deve ser progressiva. O professor deve ser o provedor de situações problemas, além de mediador da captação de significados. Uma situação de ensino deve ser constituída a partir da relação triádica entre o docente, materiais potencialmente significativos e aluno. A aprendizagem significativa deve ter vertente crítica, estimulando questionamentos ao invés de memorizações.

Observando os princípios elencados por Moreira (2011), percebe-se que é possível estabelecer uma relação com a Teoria de Transposição Didática e Multimodos e Múltiplas Representações. Baseado em Gowin, Moreira (2011) diz que um dos princípios integradores da UEPS está fundamentado na relação triádica entre professor, materiais educativos e alunos. Em acordo com a Teoria de Transposição Didática, o espaço escolar é caracterizado pela tríade professor, saber e aluno, que são elementos principais do sistema didático (Triângulo das Situações Didáticas)¹. É a partir dessa relação tríade que a aprendizagem acontece. Se em algum momento, os protagonistas dessa relação tiveram falhas, a aprendizagem significativa pode não ocorrer.

Outro ponto que pode ser destacado, é que na construção das UEPS, há momentos característicos aonde devem ser aproveitados diversos objetos de ensino, que podem estar em conformidade com a Teoria de Multimodo e Múltiplas Representações. De acordo com a teoria, os alunos devem ter contato com diversos modos de representação que servem a “diferentes propósitos de pensamento e do inquirir científico” (LABURÚ, SILVA, 2011, p. 723). Esses modos de representações podem ser aproveitados na construção das UEPS, quando são esquematizadas situações iniciais de ensino, organizadores prévios, situações–problemas, atividades de continuidade, novas situações problemas, avaliação de aprendizagem significativa e avaliação das UEPS. Acredita-se que, se o docente conseguir estabelecer a transposição didática interna de um dado conhecimento a partir das UEPS que

¹Esse termo segundo ARRUDA, LIMA e PASSOS (2011) baseado em GAUTHIER et al. (2006, p. 172) também é chamado de “triângulo didático” ou “triângulo pedagógico” e tem sua origem em Platão.

enfoque a multimodalidade representacional a aprendizagem significativa pode ocorrer no final do processo.

Essa dissertação traz como produto final duas UEPS, como foco principal voltado às atividades experimentais com o Trilho Multifuncional. As UEPS estão baseadas nas três teorias elencadas (Aprendizagem Significativa, Multimodos e Múltiplas Representações e Transposição Didática), com o propósito de difundir o novo material Trilho Multifuncional e contribuir com a prática e a metodologia de professores de Física.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Dal-Farra e Lopes (2013) ressaltam que historicamente os processos de pesquisas passaram por diferentes fases e que as pesquisas qualitativas e quantitativas posicionavam-se em polos opostos, porém, ao longo do tempo destacou-se que elas não eram dicotômicas, mas que se complementavam. Atualmente trabalhos do tipo misto vem sendo realizados com maior frequência, trazendo abordagens de investigação que associam formas quantitativas e qualitativas de análise (CRESWELL, 2010).

Na pesquisa mista, métodos distintos de coleta e análise de dados se combinam, como métodos emergentes qualitativos, questões fechadas ou abertas, questões de múltipla escolha, múltipla contemplação de dados incluindo análise estatística e análise textual. Creswell (2010) resalta que no método misto, o pesquisador supõe que, a partir dos diversos tipos de coleta de dados, haverá uma melhor possibilidade de entender seu problema de pesquisa. Assim, a pesquisa mista é mais do que uma primária coleta ou análise de dois tipos de dados, pois envolve um conjunto de abordagens, uma complementação de entendimentos.

Creswell e Plano Clark (2007) destacam que muitas vezes mesclar dados qualitativos, como por exemplo texto e imagens, com dados quantitativos (números) pode não ser um trabalho fácil, entretanto combiná-los tende a trazer uma compreensão mais inclusa, mais credível e mais ampla. Essa combinação pode ocorrer em diferentes etapas da pesquisa, como na coleta, análise ou interpretação dos dados.

Castro (2010) destaca pontos fracos e fortes dos dois tipos de pesquisa, articulando suas complementaridades. As pesquisas quantitativas, segundo esse autor, recebem destaque quanto a operacionalização, a mensuração acurada, a capacidade de comparação entre grupos e de associação de variáveis, entretanto nesse método deslocam-se muitas vezes informações do seu contexto original. Por outro lado, as pesquisas de cunho qualitativo tentam compreender o ser humano de uma forma geral, procurando informações detalhadas, incluindo crenças, emoções e comportamentos, proporcionando análises mais delineadas da experiência humana em vários âmbitos, como no social, familiar, pessoal ou cultural, limitando-se na integração confiável das informações obtidas em observações diferentes. Dal-Farra e Lopes (2013) frisam que os métodos qualitativos acabam sendo muitas vezes

ineficazes no momento de definir classificações, limitando a capacidade de obtenção de conclusões e generalizações. Assim, a diversidade expressiva de cada método, qualitativo e quantitativo, pode proporcionar uma complementaridade de ideias, concepções e conclusões, por meio da sobreposições de suas técnicas. Spratt, Walker e Robison (2004) ressaltam que a utilização de vários métodos podem capitalizar pontos fortes e compensar diferentes fraquezas de cada abordagem.

Partindo desse enfoque da pesquisa mista, procurou-se entender de que forma um novo material didático, chamado de Trilho Multifuncional, poderia contribuir na aprendizagem de conceitos de Física e no incentivo para se estudar Física no contexto do ensino médio. Ao mesmo tempo, procurou-se identificar se docentes de Física estariam interessados em trabalhar com o novo material, assim como, quais seriam suas contribuições para a melhoria das atividades experimentais e práticas metodológicas.

Para caracterizar esse trabalho como pesquisa mista, na etapa da pesquisa com os estudantes do ensino médio, foram utilizados questionários abertos que receberam análise qualitativa e categorização quantitativa; e na etapa com docentes de Física, questionários abertos e áudio-gravações. A partir dos resultados obtidos e da otimização dos dados, buscou-se construir duas UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas).

Nesta sessão será apresentada primeiramente o problema da pesquisa, posteriormente será discorrido sobre a coleta dos dados, sobre como os dados foram tratados e por último sobre o produto educacional final.

2.1 O Problema da Pesquisa

A partir de uma análise feita via literatura sobre experimentos no Ensino de Ciências, constatou-se que apesar de haver um consenso de que as atividades experimentais constituem a essência da aprendizagem em ciências, elas são pouco frequentes nas salas de aula devido a falta de materiais, falta de um local adequado, turmas numerosas, falta de tempo para o preparo e organização das atividades, formação precária dos professores, entre outros fatores (LABURÚ; MAMPRIM e SALVADEGO, 2011; HODSON, 1993; GALIAZZI et al. 2001; BORGES, 2002). Com base nessas problemáticas, foi formulada a questão dessa pesquisa: Como um novo

material didático chamado de Trilho Multifuncional poderia contribuir no enfrentamento dessas dificuldades?

Em julho de 2014, em conjunto com Edson Gonçalves, começou a ser desenvolvido um trabalho dentro dos laboratórios de Física da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), campus de Londrina, com o intuito de trazer uma nova proposta de experimentos para o Ensino Médio. Entre o mês de julho e novembro de 2014 foram testados experimentos de MU (Movimento Uniforme), MUV (Movimento Uniformemente Variado), Lançamento Oblíquo, Lançamento Horizontal, Leis de Newton, Trabalho e Energia e Colisões, com o objetivo de encontrar as melhores medidas para cada prática, utilizando o chamado "Trilho Multifuncional" (GOYA e HALIBI, 2011; GOYA, TAMURA e NASCIMENTO, 2012).

Em dezembro de 2014, as hipóteses constatadas via literatura foram confirmadas em um encontro realizado com professores de Física da Rede Estadual de Londrina. Eles destacaram a falta de tempo para a preparação de equipamentos e aulas experimentais, o grande número de alunos em salas de aulas, a ausência de materiais de laboratório disponíveis nas escolas, a escassez de tempo nas aulas e pouco incentivo e apoio da direção das escolas. Nessa ocasião foi apresentado o Trilho Multifuncional aos docentes, e ainda foi proposto um curso de formação sobre o mesmo.

Ainda para verificar a aplicabilidade e medir o grau de aprendizagem e motivação que a utilização do Trilho Multifuncional poderia proporcionar, foi sugerido um curso para alunos do Ensino Médio de um colégio estadual do município de Londrina, no qual foram abordados conceitos básicos sobre Mecânica Clássica: Movimento Uniforme (MU), Movimento Uniformemente Variado (MUV), Lançamento Oblíquo, Força de Atrito e Coeficientes de Atrito.

2.2 A Coleta dos Dados

O primeiro momento de coleta de dados aconteceu nos meses de agosto e setembro com a aplicação do curso de Trilho Multifuncional para alunos do Ensino Médio. Os dados foram coletados por meio de questionários sobre M.U., M.U.V., Lançamento Oblíquo e Força de Atrito e Coeficientes de Atrito, que aferiram o nível de conhecimento dos alunos sobre tais conceitos, antes e depois da aplicação dos experimentos. Além dos questionários, também foram utilizados, no processo de

análise, notas de observação feitas pelo pesquisador durante as aulas. E o segundo momento dessa pesquisa ocorreu a partir de um curso de formação sobre o Trilho Multifuncional aplicado a docentes de Física da rede estadual de Londrina. Nessa etapa, também foram utilizados questionários abertos para a obtenção de dados, procurando evidenciar as expectativas dos professores sobre o novo equipamento, sua aplicabilidade nas salas de aula de ensino médio e possíveis adaptações. Ao mesmo tempo, foram utilizadas, como instrumento de coleta, anotações feitas pelo pesquisador durante o curso e gravações em áudio das conversas com os docentes. Na sequência será explicitado como ocorreu cada uma das fases e quais foram os procedimentos adotados.

2.2.1 Primeira etapa de coleta: Curso com os estudantes de ensino médio

O curso foi efetivado no período contra turno, e o público alvo foram alunos de 1ª e 2ª séries do Ensino Médio. Houve um tempo de inscrição dos alunos, no qual os pais ou responsável deveriam assinar um termo de acordo. Dos 30 (trinta) alunos que se inscreveram inicialmente, 24 (vinte e quatro) concluíram.

O curso teve duração de 5 (cinco) semanas, compreendidas entre os dias 26 de agosto a 30 de setembro. Os módulos foram ofertados às quartas-feiras desse período, das 13 às 17 horas no laboratório de ciências da escola. Antes de cada experimento, os alunos foram convidados a responder um questionário prévio sobre o assunto abordado na prática experimental daquele dia. Depois da aplicação dos questionários, foram explicados os procedimentos de cada aula experimental, e solicitado aos alunos que notassem, além dos procedimentos, o objetivo e o formulário que seria utilizado em cada análise experimental. Ao término de cada prática, foi solicitado aos alunos que explicassem suas conclusões sobre o experimento, suas dificuldades e os possíveis erros que poderiam ter ocorrido no momento da prática. Após o último módulo sobre “Força de Atrito e Coeficientes de Atrito”, todos os questionários iniciais foram reaplicados e um questionário final sobre o trabalho com o Trilho Multifuncional foi respondido. As respostas dos questionários, prévios e posteriores à aplicação dos experimentos, foram analisados de forma quantitativa e qualitativa.

2.2.2 Segunda etapa de coleta: Curso com docentes de física

A segunda etapa dessa pesquisa consistiu em um curso de formação continuada sobre o “Trilho Multifuncional”. Esse trabalho teve início em dezembro de 2014, quando se contactou primeiramente os professores de Física da rede estadual de Londrina. Esse contato e posterior formação, contou com o auxílio e acompanhamento do NRE (Núcleo Regional de Educação) de Londrina. Os encontros foram divulgados via site do NRE e via e-mail remetidos para todas as escolas pertencentes a esse núcleo.

Vinte docentes se inscreveram para o primeiro encontro e somente 10 (dez) compareceram. Esse primeiro contato buscou expor e explicar sobre o novo equipamento Trilho Multifuncional e os possíveis experimentos feitos a partir dele. A oportunidade serviu para constatar as expectativas dos professores em relação ao trilho, bem como para averiguar as hipóteses encontradas na literatura sobre a realização de práticas experimentais no contexto do ensino médio. O início do curso de formação dos docentes estava previsto para o mês de fevereiro, contudo, devido à greve realizada pelos professores estaduais do Paraná, seu início só foi possível em agosto de 2015. O curso foi novamente divulgado via NRE-Londrina, e apenas cinco professores se prontificaram a fazer a formação.

Em todas as reuniões, houve muitas discussões com os professores participantes sobre os experimentos, seus possíveis aperfeiçoamentos, sua utilização nas aulas de mecânica e possíveis práticas que pudessem complementar as atividades experimentais. A última etapa dessa formação consistiu na contribuição desses professores na estruturação de unidades didáticas, que se estendeu até dezembro de 2015 e realizou-se via e-mail.

No apêndice 1 (p.106) serão apresentados o equipamento “trilho multifuncional”, as sequências de práticas sobre M.U., M.U.V, Lançamento Oblíquo e Forças de atrito e coeficientes de atrito que foram utilizadas no curso com os alunos e com os professores, e na última parte dessa metodologia, será falado sobre o processo de montagem das UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas), que compõem o produto educacional desse trabalho.

2.3 O tratamento das informações recolhidas

Para que se tenha uma visão mais clara sobre a forma com que foram analisadas as informações recolhidas ao longo dessa pesquisa, serão relatados aqui os procedimentos adotados para análise dos dados, que serão foco do capítulo quatro.

A primeira fonte de dados consistiu em textos obtidos junto a alunos de ensino médio, em questionários abertos sobre conceitos de cinemática, conceitos de dinâmica e um questionário final no qual os estudantes deviam expressar seu ponto de vista sobre seus conhecimentos antes da aplicação do curso, bem como sua visão sobre os experimentos realizados com o trilho multifuncional². Os questionários sobre conceitos de cinemática e dinâmica foram respondidos previamente e posteriormente ao que foi chamado de módulo sobre M.U., M.U.V., Lançamento Oblíquo e Força de atrito e coeficientes de atrito. As falas obtidas nos três tipos de questionários, receberam comparação quantitativa e qualitativa.

Para análise quantitativa, as informações obtidas nas respostas dos questionários prévios e pós-módulos sobre conceitos de cinemática e dinâmica foram convertidas em notas de zero a dez, segundo o quadro 1. Como referencial de apoio para o critério adotado na classificação mostrada no quadro 1, foram utilizados alguns livros didáticos: Halliday, Resnick e Krane (2012), Tipler e Mosca (2009) e Martini³ et al. (2013).

Quadro 1 - Valores atribuídos às respostas dos alunos aos questionários de cinemática e dinâmica

Valor	Critério
10	Resposta correta
7	Resposta com algum ponto incorreto
5	Resposta parcialmente correta
3	Resposta com algum ponto correto
0	Resposta incorreta

² Os questionários sobre cinemática, dinâmica e final se encontram respectivamente nos apêndices 2 (p. 109), 3 (p.111) e 4 (p.112).

³ Presumindo-se que a pesquisa foi feita junto a alunos de ensino médio, achou-se necessário se utilizar um referencial de Física do ensino médio.

Na análise qualitativa dos questionários sobre conceitos de cinemática e dinâmica, foram feitas comparações entre as falas obtidas nos questionários prévios com as falas dos questionários pós-módulos. Essas comparações foram importantes no sentido de compreender se, de alguma forma, as atividades realizadas por meio do trilho multifuncional contribuíram para a aprendizagem, incentivo para o estudo de Física e ganho conceitual dos alunos.

O questionário final⁴ também foi analisado qualitativa e quantitativamente. Na análise qualitativa procurou-se identificar as principais nuances nas falas dos alunos, que destacassem o que lembravam sobre os experimentos realizados por meio do trilho multifuncional, assim como expressões que correspondessem às contribuições ofertadas pelas atividades em sua aprendizagem. Na análise quantitativa, as respostas dos alunos receberam categorização seguindo os critérios conforme os quadros 2 e 3, que foi posteriormente comparada com a categorização numérica das respostas dadas pelos próprios alunos.

Quadro 2 – Valores atribuídos às respostas dos alunos ao questionário final parte A

Nota	CRITÉRIOS ADOTADOS PELOS PESQUISADORES NAS PERGUNTAS A1, A2, A3 e A4
10	Lembra do que havia estudado na sala de aula e sabe explicar com perfeição
7	Lembra alguma coisa sobre os conceitos explicados em sala de aula.
5	Lembra dos conceitos estudados mas não sabe explicar
3	Lembra pouca coisa ou resposta sim (sem explicação)
0	Não lembra nada, respostas não ou resposta em branco

Quadro 3 – Valores atribuídos às respostas dos alunos ao questionário final parte B

Nota	CRITÉRIOS ADOTADOS PELOS PESQUISADORES NAS PERGUNTAS B1, B2, B3 e B4
10	Lembra dos experimentos e sabe explicar os conceitos envolvidos
7	Lembra dos experimentos sem explicar muito os conceitos envolvidos
5	Lembra dos experimentos mas não os explica
3	Lembra pouca coisa ou resposta sim (sem explicação)
0	Não lembra nada, respostas não ou resposta em branco

Para averiguar se havia alguma relação entre as notas ofertada pelos alunos com a categorização feita pelo pesquisador, foi empregado um teste estatístico chamado de Correlação de Pearson. Além do teste, as questões A1, A2, A3 e A4

⁴ Ver apêndice 4 (p.116).

desse questionário sofreram análise percentual e as questões B1, B2, B3 e B4 apenas análise qualitativa.

A segunda fonte de dados foi obtida junto aos docentes de Física por meio de textos e gravações de áudio. Esses dados receberam apenas análise qualitativa, buscando destacar as principais adversidades dos professores em utilizar atividades experimentais, as expectativas em relação às atividades feitas com o trilho multifuncional e as possíveis adaptações técnicas e metodológicas em relação às práticas com o trilho para a aplicação no contexto do ensino médio.

2.4 O Produto Educacional

A partir das diversas contribuições obtidas por meio do curso com os alunos e professores de Física do Ensino Médio, foram elaboradas, no final desse processo, duas unidades didáticas sobre os conceitos de Lançamento Oblíquo e sobre Força de Atrito e Coeficientes de Atrito. Procurou-se, de acordo com o referencial bibliográfico abordado, explorar vários tipos de representações integradas aos experimentos realizados com o Trilho Multifuncional. Elas seguem o padrão das UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas) descritas por Moreira (2011).

As UEPS foram compostas por situação inicial, organizadores prévios, situações problemas, revisão de conteúdo e avaliação de aprendizagem. Na primeira unidade didática sobre Lançamento Oblíquo, parte-se de uma situação relacionada ao futebol a partir do vídeo “O último gol de Pelé – Aos 70 anos”. A proposta é feita com o intuito de estimular a reflexão dos alunos sobre o caso do movimento. Na sequência, é sugerido o vídeo “Cinemática: lançamento oblíquo” com o objetivo de fazer com que os alunos visualizem como ocorre um lançamento oblíquo. Posteriormente, é indicada a leitura de um texto básico para o entendimento sobre o funcionamento do Lançamento, e após sugere-se a aplicação da atividade experimental por meio do Trilho Multifuncional como situação problema. Na última atividade, é indicado a resolução de exercícios sobre lançamento com a intenção de trabalhar a linguagem matemática do movimento. A proposta da segunda UEPS está relacionada ao conceito de Força de Atrito e Coeficientes de Atrito. A unidade é composta inicialmente por um vídeo chamado “Atrito⁵”, retirado da série “The Way

⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aMkdXcR1Grs>

Things Work”, que visa estimular os alunos a refletirem sobre a importância do atrito em suas vidas, bem como sobre as diversas situações em que o atrito ajuda ou atrapalha. A sequência também destaca o trabalho com textos como organizadores prévios e, como situação problema, atividades práticas trabalhadas a partir do Trilho Multifuncional.

Partindo dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, são propostas sempre atividades iniciais, como atividades organizadoras prévias, antes das atividades principais, com o escopo de fazer com que os alunos sejam motivados a aprender. O nível de dificuldade das atividades é sempre crescente, e é continuamente sugerido ao docente que faça a avaliação da aprendizagem de forma concomitante a aplicação das atividades. De acordo com a Teoria da Transposição Didática, especificamente na transposição interna, o professor deve sempre estar repensando as formas e as metodologias para se ensinar dado conteúdo. Assim, essas sequências de ensino, trazem uma maneira inovadora de se trabalhar os conceitos de lançamento oblíquo e forças de atrito e coeficientes de atrito. Todavia, a sua efetividade depende subjetivamente de cada professor, de cada aluno e de cada meio onde ela for aplicada. Ao mesmo tempo, em conformidade com a Teoria de Multimodos e Múltiplas Representações, é proposto nas etapas das sequências de ensino diferentes tipos de atividades para a aprendizagem dos conceitos, a partir de experimentos realizados como Trilho Multifuncional, vídeos, montagem de mapas conceituais, simulações, resolução de exercícios, leitura e escrita de textos e a utilização de simuladores. Conforme os temas, é recomendado que os estudantes tenham contato com o conteúdo cerca de três ou quatro vezes por meio de atividades diferenciadas. Alguns conteúdos podem exigir um grau de aplicabilidade menor ou maior conforme o que já se encontra armazenado na estrutura cognitiva do indivíduo. As duas UEPS se encontram na última parte desse trabalho, no apêndice 7.

3 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DA PESQUISA

Nesse capítulo serão feitas a apresentação e a análise dos dados, procurando destacar os principais pontos que, de alguma forma, levaram a entender a aplicabilidade do material didático “Trilho Multifuncional”, assim como, as considerações levantadas pelos professores e alunos, que contribuíram para a montagem do produto educacional.

Com o propósito de organizar e clarificar os dados dessa pesquisa, esse capítulo será subdividido em três subseções. A primeira parte corresponderá à análise dos dados quantitativos obtidos a partir das respostas dos questionários dos alunos. Na segunda parte, serão expostos quadros com respostas dos alunos com o propósito de fazer uma análise qualitativa mais aprofundada sobre o sentido facultado nas respostas. E no terceiro tópico, serão apresentados os dados obtidos com os docentes, via respostas dos questionários e áudio-gravações.

3.1 Análise dos dados quantitativos obtidos nas repostas dos alunos

Nessa primeira subseção, serão apresentados os dados quantitativos que foram obtidos a partir dos questionários chamados de “questionário de cinemática⁶”, “questionário de dinâmica⁷” e “questionário final⁸”. Primeiramente será feita uma comparação entre os dados obtidos antes e depois da aplicação dos módulos sobre M.U., M.U.V. e Lançamento Oblíquo. Na sequência também serão comparados os elementos obtidos no questionário prévio e o questionário pós, sobre força de atrito e coeficientes de atrito. E por último serão apresentados os dados quantitativos obtidos no questionário final, que correspondem às perguntas sobre os conhecimentos que os alunos tinham antes da aplicação do curso e sobre os experimentos realizados a partir do material didático, Trilho Multifuncional.

⁶ Quando é feita a referência sobre o “conceitos de cinemática”, significa que os conceitos abordados sempre foram sobre M.U., M.U.V. e Lançamento Oblíquo.

⁷ Quando é feita a referência sobre “conceitos de dinâmica”, significa que os conceitos abordados sempre foram sobre forças de atrito e coeficientes de atrito.

⁸ Os três questionários podem ser verificados no apêndice 2 (p.113), 3 (p.114) e 4 (p. 115).

3.1.1 DADOS QUANTITATIVOS OBTIDOS NOS QUESTIONÁRIOS DE CINEMÁTICA

Conforme o exposto no tópico 3.3, as informações obtidas nas respostas dos questionários⁹ prévios e pós-módulos sobre conceitos de cinemática e conceitos de dinâmica foram convertidas em notas de zero a dez, conforme o quadro 1 do capítulo anterior. A tabela 1 abaixo mostra os valores numéricos obtidos a partir das respostas dos questionários prévio e pós-módulos sobre os conceitos de cinemática.

Tabela 1 - Média das notas para as respostas do questionário prévio de cinemática

Aluno/ Nota por questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Média ¹⁰
A1	7	7	3	0	0	C
A2	5	10	3	7	0	B
A3	3	10	3	5	0	C
A4	3	7	5	5	0	C
A9	0	7	0	10	0	C
A10	0	7	3	10	0	C
A11	7	5	3	0	0	C
A12	7	10	0	5	0	C
A13	3	10	3	10	3	B
A19	0	10	5	10	5	B
A20	0	7	5	10	5	B
A21	0	10	0	10	5	B
A24	5	10	3	0	0	C
A25	0	7	0	10	0	C
A26	0	10	5	10	0	B
A27	0	10	5	10	5	B

Tabela 2 - Categorização por notas para as respostas do questionário pós de cinemática

Aluno/ Nota por questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Média depois
A1	10	10	10	10	0	A
A2	7	10	10	7	10	A
A3	10	10	7	10	0	A
A4	0	10	7	10	5	B
A9	0	7	0	0	7	C
A10	10	10	0	0	0	C

⁹ O questionário de cinemática encontra-se no apêndice 2 (p.113).

¹⁰ Na última coluna da tabela 1 e 2, quando são classificadas as médias das notas atribuídas as respostas dos alunos, são seguindo os seguintes critérios: para médias maiores que 7,0 atribuiu-se a classificação A, para médias intermediárias a 5,0 e 7,0 a classificação B e para médias menores que 5,0 a classificação C.

A11	0	5	0	5	5	C
A12	7	10	0	10	0	B
A13	5	10	0	5	5	B
A19	10	10	10	10	7	A
A20	10	10	10	10	7	A
A21	0	10	10	10	7	A
A24	7	10	5	10	0	B
A25	0	7	10	10	7	B
A26	7	10	5	7	0	B
A27	0	10	7	10	7	B

Entre os testes estatísticos, primeiramente foi realizado um teste de normalidade das amostras, chamado de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov, que, segundo Rodrigues (2005), são altamente utilizados para avaliar o nível de confiabilidade da normalidade de dados paramétricos.

Posteriormente foi aplicado o teste t-Student, que é um método estatístico pelo qual se consegue avaliar a diferença entre as médias de duas amostras, podendo se considerar efeitos de flutuação devido ao acaso ou causas sistemáticas (D'HANINAUT, 1997). Conforme Moreira *et al.* (2012), a aplicação do teste t-Student é adequado quando as variáveis que estão sendo tratadas seguem uma distribuição normal. Usualmente se utilizam tabelas trazidas nos livros de estatísticas para avaliar a o valor t-crítico conforme os graus de liberdade escolhido, devido a estatística do cálculo do t-crítico envolver integrais complexas. Se o valor t calculado (start-t) na distribuição for relativamente maior que o valor crítico encontrado, então deve-se assumir que há diferença estatísticas entre as médias das amostras e a hipótese nula deve ser rejeitada. De acordo com Leite e Rino (2009), frequentemente se é utilizado para o valor $\alpha = 0,05$, contudo, outros valores podem ser utilizados. Nesse trabalho, o valor $\alpha = 0,05$ é seguido.

A tabela 3 compara os valores apresentados na tabela 1 e 2, referentes as respostas dos questionários prévio e pós de cinemática, por meio do teste estatístico t-student.

Tabela 3 - Teste t para amostras independente presumindo variâncias equivalentes entre as notas pré e pós curso para o questionário de cinemática.

	Média	Variância	Star t	P	t crítico bi-caudal
Antes	4,47	1,00	-3,43	0,00	1,69
Depois	6,42	4,14			

Na comparação das amostras, percebe-se que a média de acertos nas questões referentes aos conceitos de cinemática aumentou, passando de 4,47 para 6,42. Avaliando os valores *star-t* e *t*-crítico, verifica-se ao mesmo tempo que houve estatisticamente uma diferença entre as médias das amostras pois o valor *t* (3,43) é relativamente maior que o *t*-crítico (1,69).

Para calcular o ganho conceitual entre os testes pré e pós-módulos, foi utilizada a equação (4.1), seguindo a sugestão de Hake (1998) e Barros et al. (2004) que utilizam esse cálculo para avaliar ganho conceitual de alunos em distintas situações de ensino. Será considerado de acordo com autores, ganhos conceituais relativamente bons superiores a 0,3.

$$G = \frac{(n_f - n_i)}{(10 - n_i)} \quad (4.1)$$

Onde n_i representa a nota média categorizada nas respostas dos questionários prévios, n_f a nota média para as respostas dos questionários pós aplicação dos módulos e o valor 10 o valor máximo.

A tabela 4 mostra os coeficientes calculados segundo a equação (4.1), referentes aos conceitos de cinemática

Tabela 4 - Valores do coeficiente de ganho calculado por aluno referente aos conceitos de cinemática¹¹

A1	A2	A3	A4	A9	A10	A11	A12	
0,70	0,76	0,55	0,40	-0,09	0,00	0,00	0,18	
A13	A19	A20	A21	A24	A25	A26	A27	MGG¹²
-0,19	0,85	0,87	0,48	0,44	0,52	0,16	0,20	0,35

De forma particular, constata-se que 6 (seis) alunos tiveram um ganho relativo acima de 0,5, 8 (oito) estudantes um ganho entre 0 e 0,5 e 2 (dois) obtiveram um valor negativo, sendo que alçaram na média prévia um valor maior que na média pós das respostas. Fazendo uma média entre os valores de ganho, conseguiu-se calcular o ganho da turma em 0,35. Este ganho mostra que, baseando-nos em Hake (1998) e

¹¹ **Legenda:** A1, A2, A3 [...] corresponde ao pseudônimo dado aos alunos, e os valores decimais aos coeficientes de ganho por aluno calculados a partir da médias das respostas prévias e a médias das respostas pós módulo e cinemática.

¹² **Legenda:** Média Geral de Ganho

Barros et. al. (2004), de alguma forma as atividades atingiram os alunos, comprovando algum tipo de avanço conceitual.

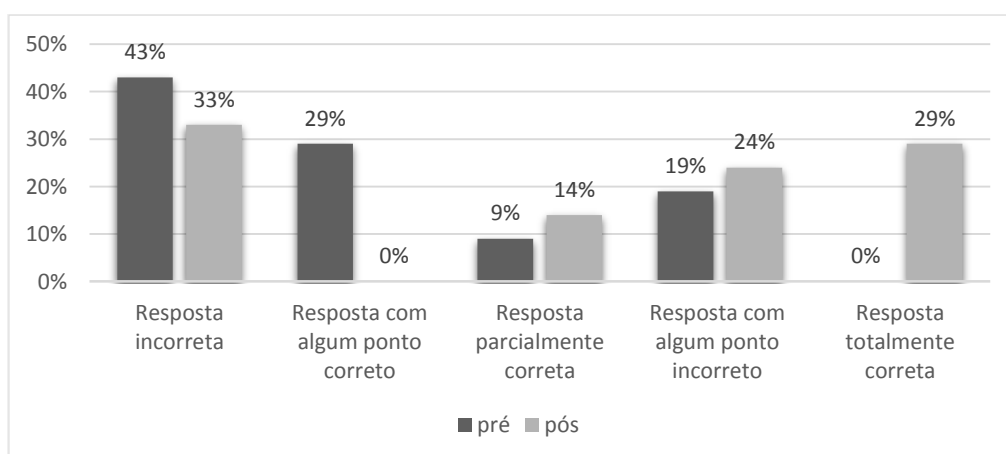
Ao mesmo tempo, apoiados nas respostas dos questionários, assim como, nos valores obtidos na transformação dos dados qualitativos em quantitativos, foi possível fazer uma análise de incidências das respostas por meio de um exame de percentual. Acredita-se que essa análise tem importância no sentido de clarificar quantos alunos tiveram mudança conceitual em relação aos conceitos estudados.

A primeira pergunta do questionário de cinemática¹³ fazia referência ao entendimento dos alunos sobre o conceito de velocidade média. Segundo Tipler e Mosca (2009), tem-se por velocidade média “a relação entre distância total percorrida e o tempo total desde a partida até a chegada”, sendo:

$$V_{m\acute{e}dia} = \frac{s}{t} \quad (4.2)$$

Para Martini et al. (2013, p.29), velocidade média é definida como sendo a “relação entre o deslocamento realizado por um corpo o tempo despendido na ação”. O gráfico abaixo mostra a comparação das porcentagens de acertos referentes a pergunta um, do questionário de cinemática.

Gráfico 1 - Comparação entre a categorização das resposta à pergunta 1 (um), do questionário de cinemática.

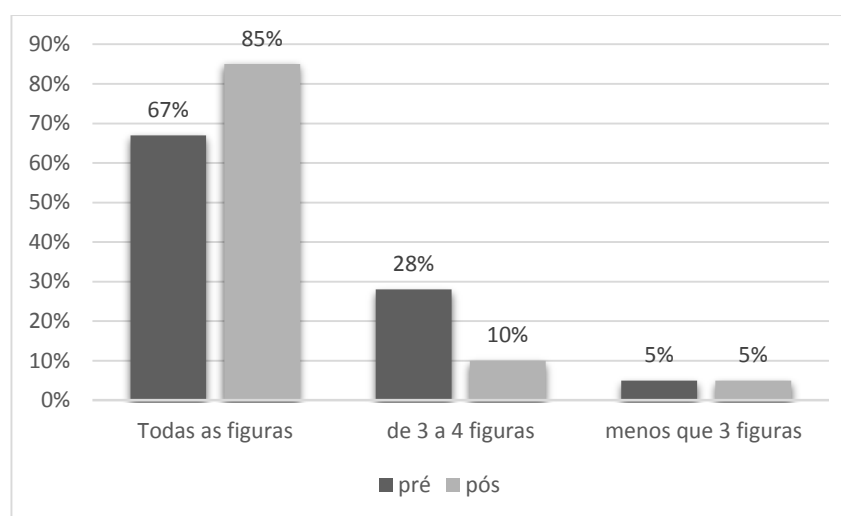


¹³ Ver no apêndice 2 (p.113).

Aparentemente, antes da aplicação do módulo, os estudantes obtiveram mais respostas erradas sobre os conceitos de velocidade média, do que depois da aplicação.

A pergunta dois do questionário de cinemática recomendava que os alunos classificassem entre M.U. ou M.U.V. os movimentos indicados em cinco figuras¹⁴. O gráfico 2, demonstra as percentagens de erros e acertos, nos questionários pré e pós-aplicação do módulo de cinemática.

Gráfico 2 - Percentagens de erros e acertos da classificação das figuras sobre M.U. e M.U.V.



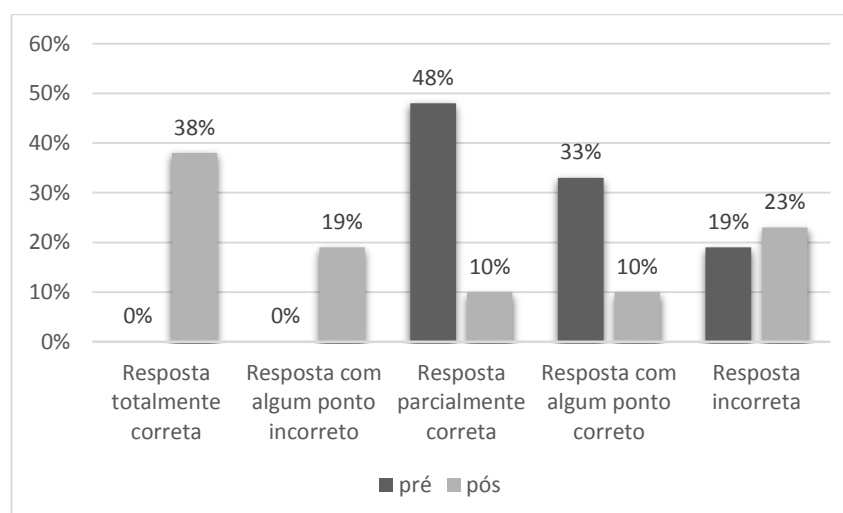
Na aplicação prévia, 14 alunos (67%) acertaram todos os movimentos correspondentes, 06 (28%) acertaram entre três e quatro movimentos e 1 aluno (5%) acertou menos que três. Na aplicação pós, 18 estudantes (85%) passaram a classificar corretamente os movimentos, 02 (10%) ainda se mantiveram com três ou quatro acertos e 1 aluno (5%) com menos que três classificações corretas, indicando um aumento significativo de conhecimento sobre o conteúdo. Acredita-se que o alto nível de acerto antes do curso (67%), se deve ao fato de que os alunos haviam visto o conteúdo de movimento uniforme e uniformemente variado com a professora regular de Física há poucos dias do curso. O acréscimo de 18% de acerto pós-aplicação leva a entender que o curso possibilitou, de alguma forma, um maior entendimento por parte dos alunos em relação aos dois tipos de movimento.

A pergunta três do questionário de cinemática fazia referência ao caso de movimento oblíquo. Os alunos deveriam escrever de forma sucinta o que entendiam

¹⁴ Ver no apêndice 2 (p.113).

sobre o movimento. Segundo a definição de Peruzzo (2013, p.50), “o lançamento oblíquo é formado por dois movimentos simultâneos e independentes: um movimento retilíneo e uniforme na direção horizontal e um movimento uniformemente variado na direção vertical”. Martini et. al. (2013) define esse tipo de movimento como sendo um movimento que acontece nas duas direções, ou seja, o movimento pode ocorrer na vertical ou na horizontal simultaneamente. Durante as aulas, estudantes que integravam a 1ª série do ensino regular afirmaram que não haviam estudado o lançamento oblíquo, e que na sequência dos conceitos de movimento uniforme e uniformemente variado tinham passado para vetores e logo para o conceito de forças. O gráfico 3 ilustra os erros e acertos dos estudantes referente ao conceito, antes e depois da aplicação do módulo.

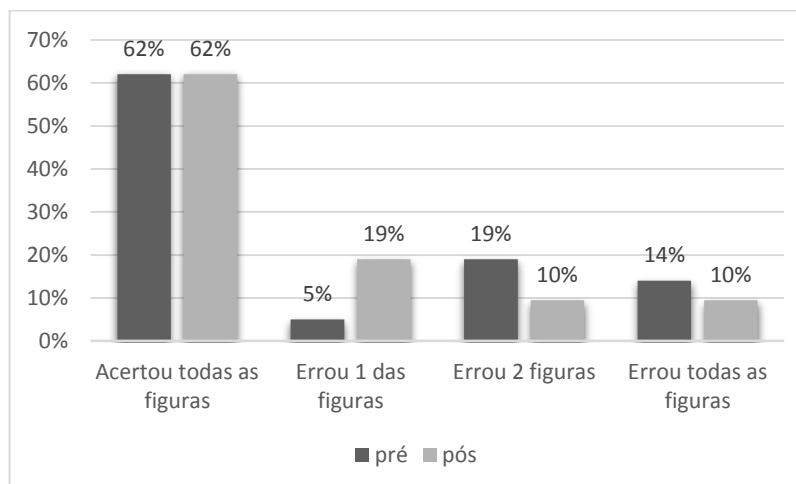
Gráfico 3 - Porcentagem de erros e acertos dos alunos antes e depois do módulo referente ao conceito de lançamento oblíquo.



No questionário prévio, 10 estudantes (48%) responderam parcialmente a questão, 07 (33%) responderam dando algum exemplo do que seria o movimento e 04 alunos (19%) não souberam responder. Após o curso, houve um aumento no entendimento dos estudantes sobre como acontece o movimento. Oito (38%) passaram responder corretamente, 04 (19%) deram repostas com algum ponto correto, 02 estudantes (10%) responderam parcialmente correta a questão, 02 estudantes (10%) obtiveram respostas com algum ponto incorreto e 05 alunos (23%) não acertaram a questão.

Na questão quatro¹⁵ os estudantes deveriam classificar quatro figuras como casos de movimento oblíquo. O gráfico 4 apresenta os erros e acertos dos estudantes nos questionários prévio e pós-módulo sobre lançamento oblíquo.

Gráfico 4 - Erros e acertos dos alunos referentes à pergunta 4 dos questionários pré e pós sobre cinemática.



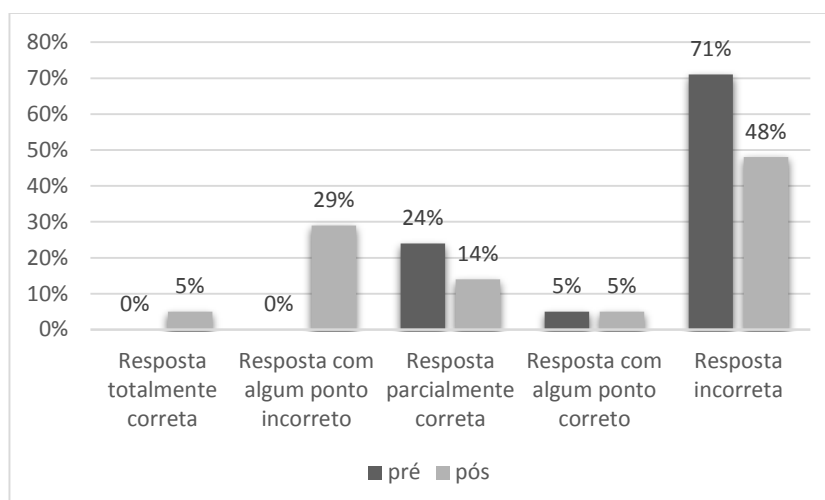
Do questionário prévio, 13 alunos (62%) assinalaram as figuras correspondentes ao tipo de movimento, 01 (5%) classificou pelo menos uma figura errada, 04 (19%) erraram duas figuras e 03 (14%) classificaram todas as figuras de forma incorreta. No questionário pós, a margem de acerto integral ainda permaneceu com 62%, ou seja, 13 alunos acertaram todas as figuras, 04 alunos (19%) continuaram classificando pelo menos uma figura incorreta, 02 ($\cong 10\%$) passaram a acertar pelo menos duas figuras e 02 ($\cong 10\%$) não acertaram nenhuma ou não responderam à questão.

A última pergunta do questionário de cinemática, pergunta 5¹⁶, solicitava que os estudantes, de alguma forma, descrevessem como poderiam calcular o tempo que uma bolinha necessitaria para atingir a altura máxima em um lançamento oblíquo, assim como, a altura máxima, o tempo gasto para atingir o solo e o alcance do objeto. Na questão era ilustrado esse movimento, tendo na composição da figura a indicação dos vetores velocidade pela trajetória do movimento. O gráfico 5 demonstra, a partir de percentagens, como os alunos visualizaram a questão no questionário prévio e pós-módulo.

¹⁵ Ver no apêndice 2 (p.113).

¹⁶ Ver apêndice 2 (p. 113).

Gráfico 5 – O gráfico descreve as porcentagens de estudantes no questionário prévio e pós módulo sobre lançamento oblíquo



No questionário prévio, 15 alunos (71%) não souberam responder, 01 (5%) tentou explicar como poderia encontrar os valores a partir da variável física velocidade, e 05 alunos (24%) tentaram descrever quais informações eram necessárias para fazer os cálculos. No questionário pós, 10 estudantes (48%) não souberam responder à questão ou deixaram em branco, 01 (5%) permaneceu na tentativa de explicar quais variáveis físicas seriam necessárias para se encontrar as respostas, 03 alunos (14%) tentaram dar alguma informação a partir de cálculo, 06 (29%) descreveram com solucionar o problema a partir das equações de MU e MUV, e 01 aluno (5%) descreveu com exemplos numéricos a partir da solução das equações de MU e MUV que compõem o movimento.

3.1.2 DADOS QUANTITATIVOS OBTIDOS NOS QUESTIONÁRIOS DE DINÂMICA

Da mesma forma que as informações descritivas obtidas nos questionários sobre Cinemática sofreram categorização, as respostas obtidas mediante os questionários prévio e pós-módulo sobre conceitos de Dinâmica sofreram classificação quantitativa, de acordo com os referenciais Halliday, Resnick e Krane (2012), Tipler e Mosca (2009) e Martini et. al. (2013), seguindo os mesmos critérios listados no quadro 1. As tabelas a seguir referem-se aos dados já categorizados, obtidos nos questionário prévio e pós de Dinâmica.

Tabela 5 - Categorização por notas para as respostas do questionário prévio de dinâmica¹⁷

Aluno/ Nota por questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	MÉDIA PRÉ
A1	10	0	7	3	5	5	B
A2	7	7	7	10	5	0	B
A3	10	0	5	3	0	0	C
A4	3	0	3	0	0	0	C
A9	7	0	0	3	0	0	C
A10	0	0	0	3	3	0	C
A11	0	3	3	0	0	0	C
A12	10	5	7	0	0	0	C
A13	7	2	7	5	7	0	C
A19	3	3	3	3	3	0	C
A20	5	3	3	3	3	0	C
A21	5	3	5	3	3	0	C
A24	10	0	0	0	7	0	C
A25	3	0	3	3	3	0	C
A26	0	0	0	0	3	0	C
A27	7	0	5	10	0	0	C

Tabela 6 - Categorização por notas para as respostas do questionário pós módulo sobre conceitos de dinâmica

Aluno/ Nota por questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	MÉDIA PÓS
A1	10	0	10	0	10	3	B
A2	10	10	10	3	7	10	A
A3	10	7	7	0	10	3	B
A4	10	10	7	0	10	7	A
A9	7	0	5	0	3	0	C
A10	0	0	10	0	0	0	C
A11	0	0	0	5	0	0	C
A12	10	10	7	3	7	0	B
A13	10	7	7	10	7	7	A
A19	7	7	7	0	3	7	B
A20	10	0	10	0	10	7	B

¹⁷ Da mesma forma que foi feito a categorização das médias obtidas a partir dos questionários de cinemática, a última coluna das tabelas 5 e 6 corresponde a classificação das médias em A, B e C. Para a classificação em A as médias correspondem a valores maiores que 7,0, em B para valores intermediários a 5,0 e 7,0 e em C para valores inferiores a 5,0.

A21	10	0	10	0	7	0	C
A23	0	0	10	0	0	0	C
A24	10	5	7	0	10	0	B
A25	10	0	7	0	7	0	C
A26	10	10	7	10	7	7	A
A27	10	7	10	0	10	5	A

Os valores sofreram o mesmo tipo de tratamento utilizado na análise dos dados obtidos nos questionários sobre cinemática, através do teste t-Student, pelo teste de ganho G e por análise de percentual. Os dados também foram avaliados a partir dos testes Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov para avaliar o nível de normalidade das amostras.

A tabela 7 traz os principais valores obtidos no teste t-Student, a partir dos dados sobre conceitos de Dinâmica, ilustrados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 7 - Teste t para amostras independente presumindo variâncias equivalentes entre as notas pré e pós curso para o questionário de dinâmica

	Média	Variância	Star t	P	t crítico bi-caudal
Antes	2,78	2,48	-3,83	0,00	1,69
Depois	5,44	5,26			

Comparando os dados, encontra-se uma diferença relativa entre as médias sendo a média pré (2,78) e a média pós (5,44). Avaliando a partir do t calculado e do t crítico, percebe-se também uma diferença estatística entre as médias, sendo o t calculado (3,83) e o t-crítico (1,69).

Juntamente foi realizado o cálculo de coeficiente de ganho, para avaliar o ganho conceitual dos alunos em relação aos conceitos de dinâmica. A tabela a seguir demonstra o ganho relativo de alunos que responderam aos questionários de dinâmica.

Tabela 8 - Valores do coeficiente de ganho calculado por aluno referentes aos conceitos sobre dinâmica

A1	A2	A3	A4	A9	A10	A11	A12	
0,10	0,58	0,45	0,70	0,10	0,07	-0,02	0,39	
A13	A19	A20	A21	A24	A25	A26	A27	MGG 18

¹⁸ **Legenda:** Média Geral de Ganho.

0,63	0,36	0,47	0,20	0,35	0,25	0,84	0,53	0,37
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Verificou-se que 5 alunos obtiveram um ganho maior que 0,5; 10 alunos um ganho entre 0 e 0,5; dentre esses e apenas um aluno apresentou valor negativo de ganho.

Da mesma forma que as respostas aos questionários de cinemática foram avaliadas a partir de uma análise percentual, as respostas aos questionários sobre dinâmica também sofreram este tipo de análise.

Os questionários de dinâmica foram compostos por seis questões¹⁹, onde a primeira fazia referência sobre o que o estudante entendia sobre atrito. Segundo Tipler e Mosca (2009, p.131)

Atrito é um fenômeno complexo e ainda não completamente compreendido que surge da atração das moléculas entre duas superfícies que entram em contato. A natureza dessa atração é eletromagnética – a mesma que ocorre nas ligações moleculares que mantêm um objeto íntegro. Essa força de atração é pequena e se torna desprezível para distâncias de apenas alguns diâmetros atômicos.

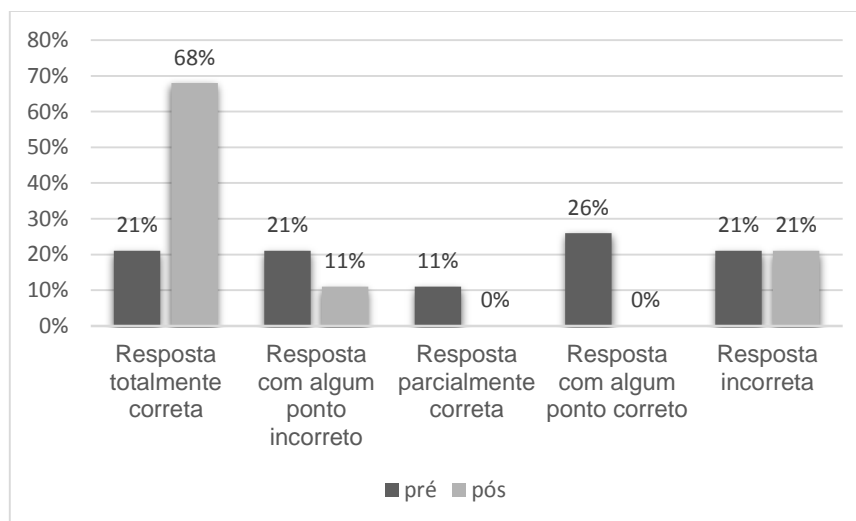
Martini (2013, p.124) não traz tantos detalhes como Tipler e Mosca (2009), contudo tenta levar o estudante de ensino médio a entender a importância do atrito em sua vida cotidiana.

O atrito é um tipo de força presente no cotidiano das pessoas. Em dias frios, por exemplo é comum esfregar as mãos buscando aquecimento, enquanto nos dias de calor, queremos sentir o frescor do atrito do nosso corpo com o ar movimentado pelo ventilador. É o atrito que nos obriga a pular a bicicleta sem parar se quisermos que ela continue se movimentando e nos permite a andar para frente quando nossos pés empurram o chão para trás. Esses e outros exemplos mostram que algumas vezes o atrito é o elemento responsável pela existência do movimento, enquanto em outros casos torna-o mais difícil.

Em termos simplificados, o atrito pode ser definido como uma forma de resistência que surge no contato entre dois corpos, evitando ou retardando o movimento do primeiro em relação ao segundo corpo. O gráfico 6 demonstra, a partir de valores quantitativos, a concepção dos alunos no questionário prévio e pós-módulo de dinâmica.

¹⁹ Ver apêndice 3 (p. 115).

Gráfico 6 – O gráfico demonstra o nível de erros e acertos sobre o conceito de atrito nos questionários prévio e pós módulo sobre conceitos de dinâmica



Percebe-se que o nível de acerto sobre o conceito e atrito teve um aumento relativamente alto, passando de 21% de respostas totalmente corretas para 68% pós-módulo. Fazendo uma análise mais detalhada, verifica-se que no questionário prévio 04 alunos (21%) responderam corretamente à questão mencionado que o atrito comporia uma força contrária ao movimento de um corpo; 04 (21%) citaram que o atrito estaria relacionado ao contato ou a uma força sobre determinados objetos; 02 (11%) destacaram que o atrito seria o responsável pelo movimento de corpos não o definindo com exatidão; 05 (26%) indicaram que o atrito estaria relacionado à reação de um objeto com alguma outra coisa; e 04 alunos (21%) não souberam responder. No questionário pós, 13 alunos (68%) passaram a responder corretamente referindo-se que o atrito seria uma forma de resistência entre corpos; 02 (11%) ainda permaneceram com a ideia de que o atrito estaria relacionado ao contato ou a uma força sobre determinados objetos e 04 (21%) alunos não responderam à questão. Algumas mudanças conceituais podem ser destacadas no próximo tópico quando é feita a análise qualitativa das falas.

A segunda questão procurava distinguir se os estudantes entendiam com quais grandezas físicas o atrito estaria relacionado²⁰.

Quando superfícies ficam em contato elas se tocam apenas através dos maiores ressaltos [...]. A força normal exercida por uma superfície atua através de picos desses ressaltos, onde a força por unidade de área é muito alta, alta o suficiente para nivelar os picos dos ressaltos. O aumento da força normal, que torna as superfícies mais planas, resulta em uma área

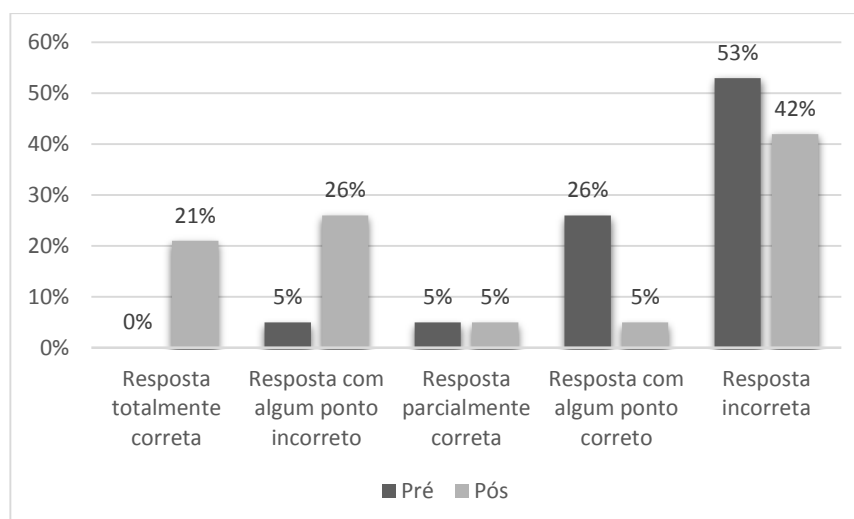
²⁰ Ver apêndice 3 (p. 115).

microscópica de contato maior. Sob diversas condições, a área microscópica de contato é proporcional à força normal. A força de atrito é proporcional à área de contato microscópica, logo ela é também proporcional a força normal (TIPLER; MOSCA, 2009, p.132).

Além da força normal, a força de atrito também depende de um coeficiente de atrito, que varia de superfície para superfície, assim como da eminência do deslizamento ou do próprio deslizamento. Para Halliday, Resnick e Krane (2012, p.111), coeficiente de atrito também depende de fatores como “a natureza dos materiais, o acabamento da superfície, os filmes superficiais, a temperatura e o grau de contaminação”. Martini (2013) destaca as principais grandezas relacionadas à força de atrito, como sendo a força normal, a força peso e o coeficiente de atrito, que pode ser definido como estático (na eminência do deslizamento entre superfícies) ou dinâmico (no momento do deslizamento).

No questionário prévio, os estudantes relacionaram o atrito a várias grandezas físicas como, velocidade, aceleração, força, força gravitacional e massa. Levando em conta que, no momento da aplicação, os alunos do primeiro ano ainda não haviam visto o conceito de força de atrito em sala regular, pôde-se observar que as conclusões tiradas foram a partir do debate que surgiu naquele momento com outros colegas. O gráfico 7 traz a comparação das respostas prévias e pós módulo, na forma quantizada.

Gráfico 7 – O gráfico mostra as diferentes opiniões sobre a questão 2 no questionário prévio e pós sobre dinâmica

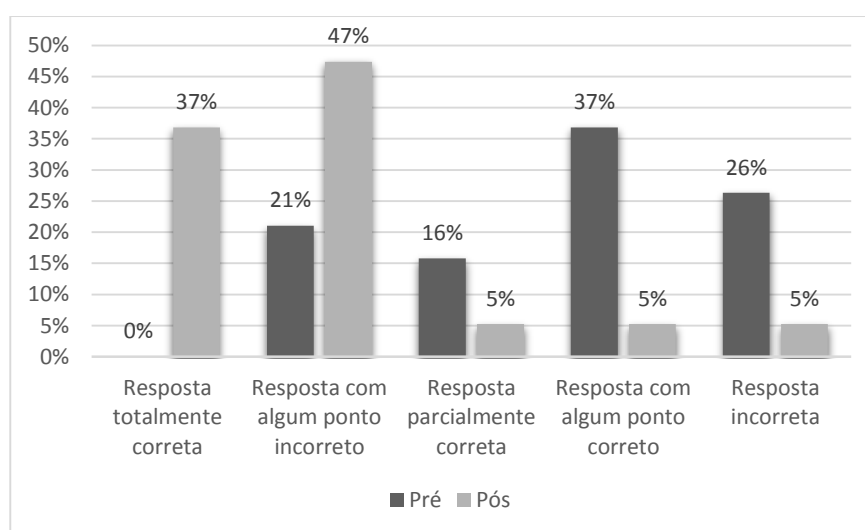


No questionário prévio, dez alunos (53%) não responderam nada nessa questão ou disseram que não sabiam explicar. Três (16%) citaram que o conceito de força de atrito estaria relacionado somente às grandezas velocidade ou aceleração.

Três (16%) ressaltaram as grandezas força gravitacional, aceleração, velocidade e massa, um (5%) disse que o atrito estaria relacionado apenas com a massa de um corpo e 02 estudantes (11%) responderam que o conceito estaria relacionado à força sem distinguir que natureza teria. No questionário pós, 01 aluno (5%) respondeu que não sabia, 05 (26%) deixaram a questão em branco, 02 (11%) continuaram ressaltando as grandezas velocidade e aceleração, 02 (11%) indicaram que o atrito estaria relacionado ao movimento de um corpo, 02 (11%) indicaram relação apenas com a grandeza massa, 04 (21%) continuaram ressaltando a grandeza força sem distingui-la, 01 (5%) indicou que o atrito estaria ligado com outra força que induziria ao movimento, 01 aluno (5%) indicou seria uma força imposta sob objetos e 01 (5%) indicou que o atrito teria relação com a força gravitacional e a força normal.

A questão três indagava o estudante sobre o que seria necessário para que houvesse atrito²¹. Entende-se que o atrito surge quando há eminência de deslizamento ou movimento (TIPLER; MOSCA, 2009). Para Martini et al. (2013), o atrito só pode ser notado quando um corpo apoiado sobre um piso, por exemplo, é empurrado horizontalmente. Ou seja, Martini et. al. (2013) destaca que, em alguns exemplos, o atrito surge a partir do contato e movimento entre superfícies. O gráfico 8 mostra que, a partir de uma análise percentual, as concepções dos estudantes sobre o conceito nos questionário prévio e pós.

Gráfico 8 – O gráfico demonstra as diferentes porcentagens relacionado a concepção dos alunos referente a questão 3 do questionário prévio e pós módulo sobre dinâmica

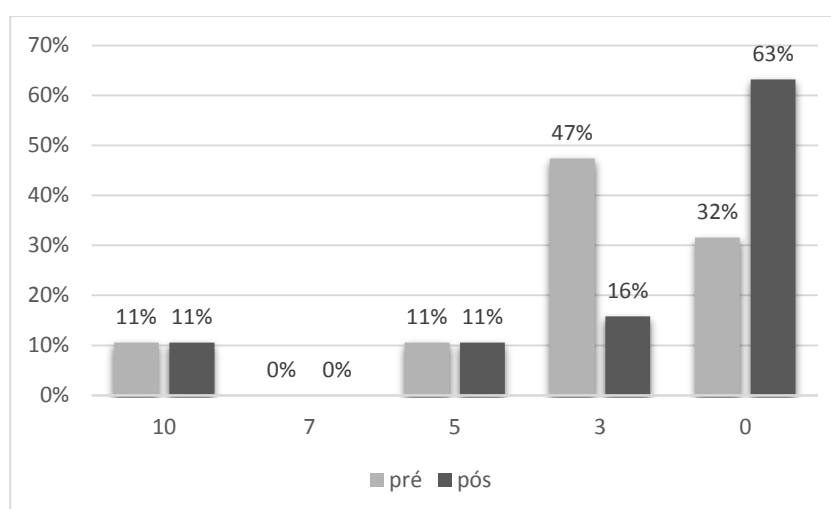


²¹ Ver no apêndice 3 (p.115).

Quatro alunos (21%) não souberam responder a questão, 01 (5%) expressou que seria necessário uma área de contato, 01 (5%) fez referência à grandeza massa, 01 (5%) ao conceito de velocidade, 01 (5%) indicou que seria necessário uma inclinação e a força peso, 04 (21%) mencionaram que para que houvesse atrito se necessitaria de uma superfície plana ou inclinada, 02 (11%) uma força contrária, 01 (5%) movimento e uma superfície não muito lisa, 01 (5%) qualquer coisa que ocupe espaço como ar, área ou qualquer objeto e 03 alunos (16%) responderam que seria necessário o “contato” entre superfícies. No questionário pós, 01 estudante (5%) não soube responder, 05 (26%) disseram que seria necessário superfícies de contato, 08 (42%) responderem que seria necessário movimento, 01 (5%) que seria preciso um impulso sobre um objeto, 03 (16%) contato entre superfícies e 01 (5%) uma superfície rugosa e um corpo em movimento.

Na questão quatro²², eram expostas cinco figuras, nas quais os estudantes deveriam indicar em ordem decrescente qual situação haveria mais ou menos atrito, sendo que deveriam atribuir a nota cinco (5) na situação onde o atrito fosse maior e um (1) na qual fosse menor. Os critérios adotados aqui para a avaliação das respostas foram: para cinco acertos 10 pontos, para quatro acertos 7 pontos, três acertos 5 pontos, dois ou um acerto 3 pontos e nenhum acerto 0 pontos. O gráfico a seguir demonstra as porcentagens de erros e acertos dos estudantes.

Gráfico 9 – Análise de porcentagens das respostas à pergunta 4 do questionário prévio e pós módulo de dinâmica

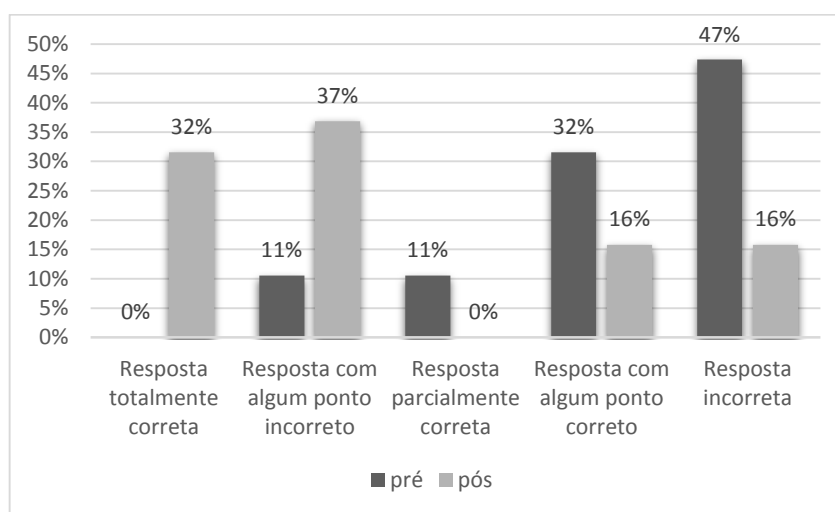


²² Ver apêndice 3 (p. 115).

O gráfico revela que, no questionário prévio, 06 alunos (32%) obtiveram a nota zero, 09 (47%) a nota três, 02 (11%) a nota cinco e 02 (11%) a nota dez. Por sua vez, no questionário pós, 12 (63%) alunos tiveram a nota zero, 03 (16%) a nota três, 02 (11%) a nota cinco e 02 (11%) a nota dez.

A pergunta cinco questionava os alunos sobre a importância do atrito²³. O gráfico 10 demonstra, a partir de percentagens, que conotam respostas mais ou menos corretas, as respostas nos questionários prévio e pós-módulo de dinâmica.

Gráfico 10 – Análise da questão 5 por percentagem

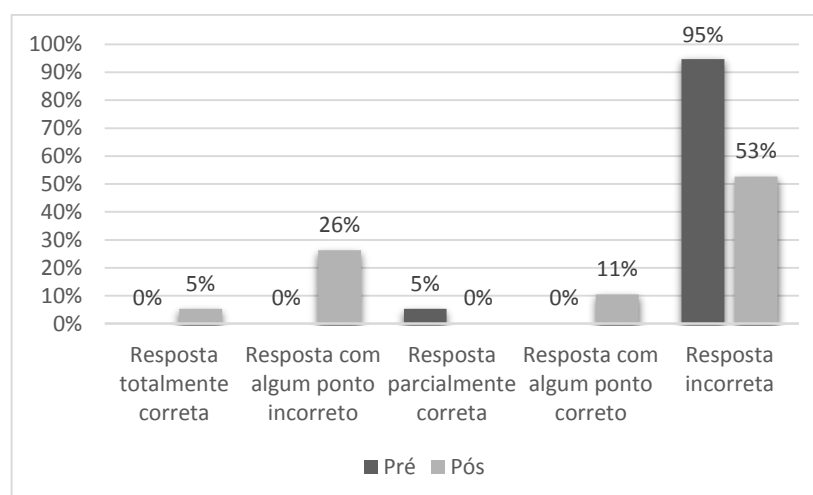


Nas respostas prévias, 02 estudantes (11%) preconizaram a importância do atrito no sentido de que sem ele nada iria se movimentar, 02 (11%) mencionaram a importância do atrito em situações como na sustentação de um avião no ar, 06 alunos (32%) mencionaram que o atrito estaria relacionado a movimentos em planos inclinados e 09 (47%) disseram que não sabiam responder. Das respostas pós curso, 06 alunos (32%) afirmaram a importância do atrito no sentido de que sem ele nada entraria em movimento ou estaria em movimento eterno, 07 (37%) deram exemplos relacionados ao atrito como na trajetória de um corpo ou no escorregamento em uma cadeira, ou seja, afirmaram a importância do atrito em situações cotidianas, 03 (16%) compreenderam que o atrito é importante mas não foram específicos em suas respostas tornando-as confusas e 03 alunos (16%) deixaram a resposta em branco.

²³ Ver apêndice 3 (p. 115).

A questão seis remetia ao conceito de coeficiente de atrito. Questionava se o estudante sabia dizer o que era coeficiente e como poderia calculá-lo²⁴. Segundo Martini (2013) coeficiente de atrito é um número que expressa a razão entre os módulos entre duas forças, a de atrito máxima e a normal. Abaixo o gráfico 11 refere-se ao entendimento dos alunos em relação a questão.

Gráfico 11 – Entendimento pré e pós módulo de dinâmica sobre o conceito de coeficiente de atrito



Das respostas pré, 18 alunos (95%) não souberam responder ou deixaram a questão em branco e 01 aluno (5%) afirmou que o coeficiente de atrito seria uma grandeza física utilizada para calcular a velocidade que o corpo produz decorrente do atrito. No questionário pós, 01 estudante (5%) respondeu que o coeficiente de atrito seria determinado a partir da maior ou menor rugosidade de materiais, 05 (26%) disseram que o coeficiente de atrito dependeria do contato entre duas superfícies, 02 (11%) afirmaram que o coeficiente de atrito seria uma reação de uma determinada superfície em relação a um outro objeto e 10 alunos (53%) afirmaram que ainda não sabiam responder ou deixaram em branco a questão.

3.1.3 DADOS QUANTITATIVOS OBTIDOS NO QUESTIONÁRIO FINAL

Além dos questionários prévio e pós aplicação dos módulos de cinemática e dinâmica, no final do curso foi aplicado um questionário²⁵ em que os alunos deviam expressar seu ponto de vista sobre seus conhecimentos antes da aplicação do curso,

²⁴ Ver apêndice 3 (p. 115).

²⁵ Esse questionário recebeu o nome de "questionário final".

assim como sua visão sobre os experimentos realizados²⁶. Nesse questionário, além dos estudantes expressarem sua opinião na forma descritiva, também foram orientados a atribuírem uma nota de 0 a 10, classificando sua resposta como menos ou mais positiva. As respostas também foram quantificadas pela pesquisadora, seguindo os critérios dos quadros 2 e 3, e comparadas com a categorização feita pelos próprios alunos.

As perguntas A do questionário faziam referência aos conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conceitos estudados, as perguntas B eram referentes às práticas realizadas com o trilho multifuncional, e as questões C8 desse questionário, não receberam classificação quantitativa, apenas análise qualitativa, pois nelas os estudantes expressam seu entendimento sobre os trabalhos feitos a partir do trilho²⁷. Conferir o questionário no apêndice 4 (p. 116).

Abaixo será mostrado, nas tabelas 9 e 10, a classificação por nota feita pelos alunos e pela pesquisadora referente ao questionário final²⁸.

Tabela 9 - Categorização por notas feita pelos alunos às respostas do questionário final²⁹

<i>Aluno/ pergunta</i>	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Média
A1	5	5	4	3	10	10	9	7	B
A2	8	8	3	3	7	8	8	7	B
A3	3	3	0	0	10	10	10	9	B
A4	8	7	5	0	9	8	8	9	B
A9	0	0	0	0	0	8	9	8	C
A10	0	0	0	0	5	3		0	C
A11	5	4	0	0	5,5	2	5	9	C
A12	5	5	0	0	8	9	8	8	B
A13	5	5	0	0	8	8	7	4	C
A19	7	10	9	0	9	8	8	10	A
A20	8	9	8	0	8	8	9	8	A
A21	0	0	0	0	-	10	-	-	B
A24	0	0	0	0	10	10	7	10	C

²⁶ Ver apêndice 4 (p.116).

²⁷ Essas questões serão analisadas somente no tópico 4.2.

²⁸ As médias encontradas na última coluna das tabelas 9 e 10 também receberam classificação, sendo A para médias correspondem a valores maiores que 7,0, em B para valores intermediários a 5,0 e 7,0 e em C para valores inferiores a 5,0.

²⁹ O símbolo - dentro da tabela, é utilizado quando o estudante não classificou com uma nota a questão.

A25	3	7	5	0	6	5	6	4	C
A26	5	5	0	0	9	9	8	5	B
A27	8	8	0	5	9,7	9,5	9,6	9	A

Tabela 10 - Categorização por notas feita pelos pesquisadores às respostas dos estudantes no questionário final

Aluno/ perguntas	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Média
A1	5	3	3	3	7	10	10	5	B
A2	7	7	0	0	0	7	5	10	B
A3	7	5	0	0	10	10	7	10	B
A4	7	5	0	0	10	5	5	5	B
A9	0	0	0	0	0	3	3	5	C
A10	0	0	0	0	3	3	0	0	C
A11	3	3	0	0	5	3	3	5	C
A12	3	0	0	0	7	7	5	7	C
A13	7	5	0	0	7	5	5	5	C
A19	5	5	5	0	10	10	10	10	A
A20	5	5	5	0	10	7	10	10	A
A21	0	0	0	0	10	7	0	0	C
A24	0	0	0	0	10	10	7	10	B
A25	5	5	5	0	10	5	5	7	B
A26	5	3	0	0	7	7	7	5	C
A27	5	5	0	0	7	10	7	7	B

Para averiguar se havia alguma relação entre a opinião ofertada pelos alunos, mediante a classificação por nota, com a categorização feita pela pesquisadora, foi empregado um teste estatístico chamado de Correlação de Pearson.

Na avaliação de relacionamento entre as amostras feitas a partir da Correlação de Pearson, o valor r é chamado de coeficiente de correlação de Pearson, sendo definido por Filho e Júnior (2009) como uma medida de associação linear. Segundo esses autores, a associação entre duas variáveis acontece quando há semelhança na distribuição de seus escores. Mais precisamente, as variáveis são avaliadas a partir da distribuição frequências e pela distribuição de variância. Então, o valor r de correlação pode ser interpretado como uma medida da variância

compartilhada entre as duas amostras. Este estudo, assim como o teste t-Student, foi realizado a partir da ferramenta Action, associado ao programa Excel. Callegari-Jacques (p. 90, 2003) discorrem como os dados obtidos nesse teste de correlação, podem ser interpretados. A tabela a seguir traz os parâmetros para essa interpretação:

Quadro 4 - Interpretação da correlação entre as variáveis do teste de Correlação de Pearson

Valores de parâmetros populacional	Interpretação sobre a correlação entre as variáveis
$0,00 < r < 0,30$	Correlação linear fraca
$0,30 < r < 0,60$	Correlação linear moderada
$0,60 < r < 0,90$	Correlação linear forte
$0,90 < r < 1,00$	Correlação linear muito forte

Fonte: Callegari-Jacques (p. 90, 2003)³⁰.

A tabela 11 traz a comparação das duas classificações amostrais³¹ por meio do teste de Correlação de Pearson.

Tabela 11 - Correlação entre os valores atribuídos pelos alunos e pelo pesquisador

Questões	Correlação de Pearson (r)	p -valor
A1	0,79	0,00
A2	0,82	0,00
A3	0,86	0,00
A4	0,40	0,12
B1	0,70	0,00
B2	0,74	0,00
B3	0,47	0,09
B4	0,68	0,00

Nas perguntas A1, A2 e A3, evidencia-se conforme, Callegari-Jacques (2003), uma correlação linear forte com os respectivos valores de r (0,79, 0,82 e 0,86) com um grau de confiança de p (0,00), e uma correlação moderada para a questão A4 onde r (0,40) com p (0,12). Nas questões B1 e B2 e B4, observa-se uma correlação forte com os respectivos valores (0,70, 0,74 e 0,68) em um nível de confiança de p (0,00) e para a pergunta B3 uma correlação linear moderada com r igual a (0,47) para um nível de confiança de p (0,09). O nível de confiança (0,00) de pelo menos 6 questões (A1 A2, A3, B1, B2 e B4) revela que estatisticamente 95% das amostras

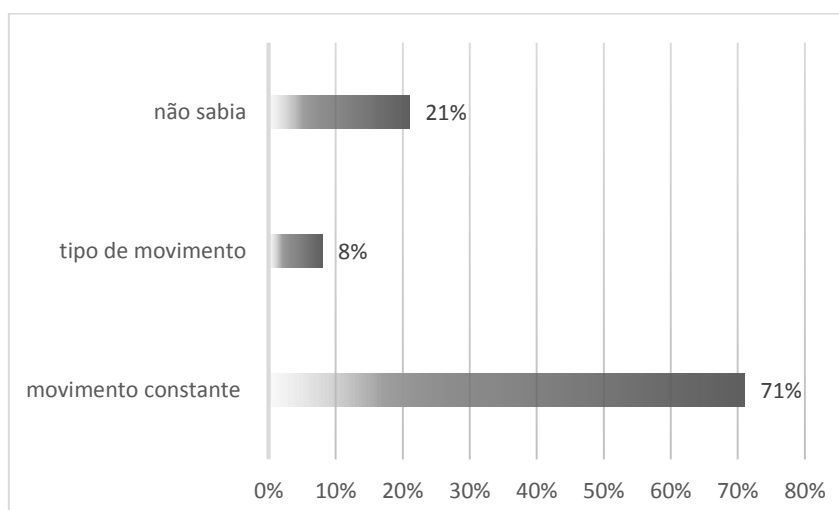
³⁰ Esse quadro foi montado a partir das informações trazidas por Callegari-Jacques (2003, p. 90).

³¹ Isto é, a categorização feita pelos alunos e pelo pesquisador.

produziram relação linear. Os outros dois valores (de A4 e B3) possuem alterações no p -valor, mais são relativamente pequenas com p -valor de (0,12 e 0,09) não desmerecendo a confiabilidade da amostra.

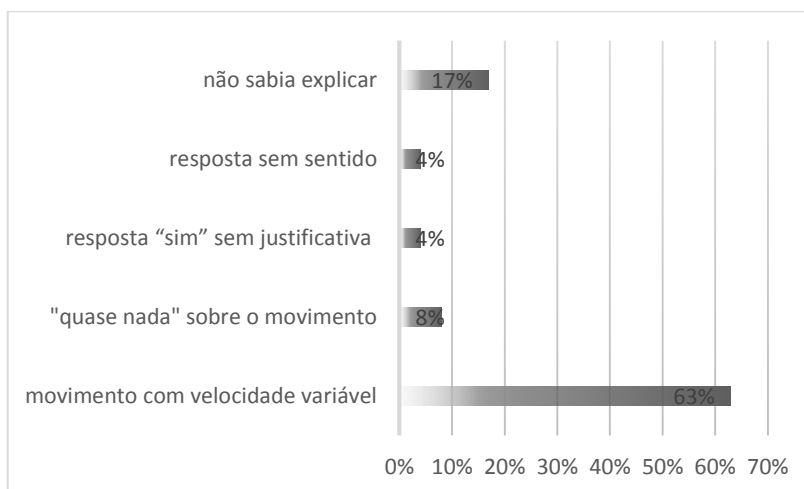
Além do teste de Correlação de Pearson, as questões 1, 2, 3 e 4 desse questionário sofreram análise percentual que será descrita a seguir. Ponderou-se que, devido à carga descritiva, as questões 5, 6, 7 e 8, não necessitavam de análise percentual. Portanto, essas questões voltarão a ser analisadas no tópico 4.2, quando é feita a avaliação qualitativa das respostas desse questionário. O gráfico abaixo corresponde à pergunta 1 do questionário final, evidenciando, a partir de uma análise percentual, o que os alunos lembravam sobre M.U. antes do módulo sobre cinemática.

Gráfico 12 – Concepção dos alunos sobre M.U. antes da aplicação do módulo de cinemática



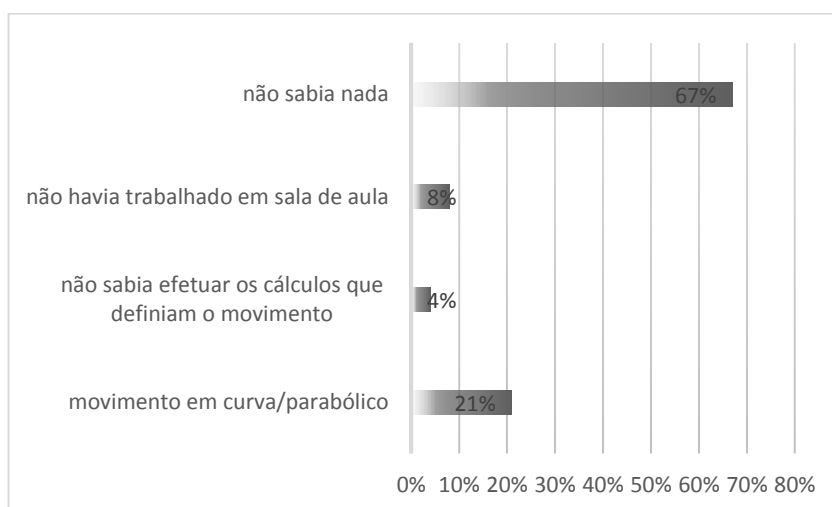
Dezessete alunos (71%) responderam que, anteriormente aos experimentos, lembravam que o M.U. seria um tipo de movimento em que a velocidade nunca varia, 02 alunos (8%) lembrava que era um tipo de movimento e 05 (21%) disseram que não sabiam nada.

A questão 2 fazia referência ao que os estudantes lembravam sobre o conceito de M.U.V. antes da aplicação do módulo e cinemática. O gráfico 13 demonstra a concepção dos alunos, a partir de uma análise percentual.

Gráfico 13 – Análise percentual da questão 2 do questionário final

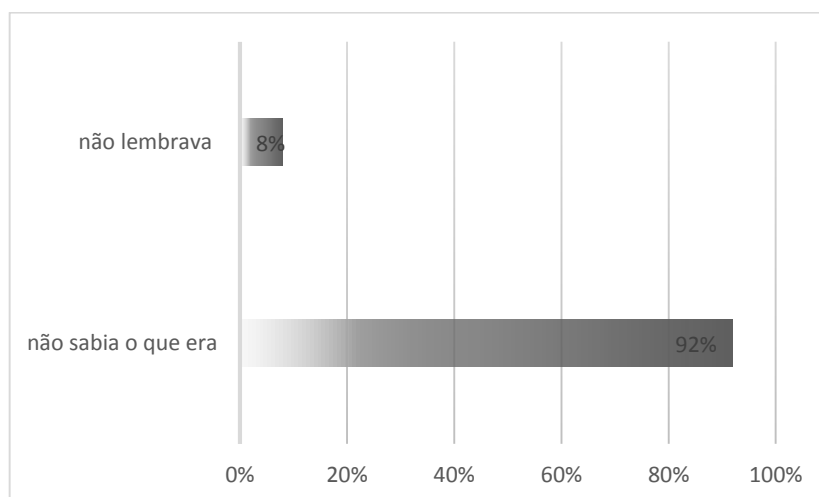
Quinze alunos (63%) responderam que lembravam que diferentemente do M.U., o M.U.V. era um movimento aonde a velocidade variava, 02 (8%) disseram que sabiam pouco, 01 aluno (4%) respondeu apenas com "sim" sem explicar, 01 (4%) registrou uma resposta sem sentido, e 04 estudantes (17%) falaram que não sabiam nada.

A pergunta 3, desse mesmo questionário, era referente à questão do lançamento oblíquo. As respostas mostraram que 16 estudantes (67%) afirmaram que antes do módulo sobre cinemática não sabiam nada, 02 (8%) que não haviam visto o conceito em sala de aula regular, 01 (4%) que sabia como ocorria o movimento mas não lembrava direito como calcular e 05 (21%) que seria um movimento em curva, tipo parabólico. O gráfico 14 expõe esses valores.

Gráfico 14 – Análise percentual da questão 3 do questionário final

A última pergunta sobre conhecimentos prévios do questionário final, questão 4, indagava sobre o que os alunos entendiam sobre força de atrito/coeficiente de atrito antes da aplicação do módulo sobre dinâmica. O gráfico 15 traz a análise percentual referente à questão.

Gráfico 15 – Análise percentual da questão 4 do questionário final



Vinte e dois dos estudantes (92%) afirmaram que antes dos experimentos não sabiam o que era força de atrito ou o coeficiente de atrito e 02 alunos (8%) disseram que já haviam estudado, mas não lembravam nada sobre o assunto.

3.1.4 APROFUNDAMENTO DAS ANÁLISES

Essa subseção é destinada ao aprofundamento das análises anteriores. Nela são demonstradas a comparação de ganho conceitual relativo entre os conceitos estudados, assim como, a correlação entre as amostras avaliadas. A tabela 12, apresenta as médias e ganho conceitual em cinemática e dinâmica para cada um dos alunos. Os dados demonstram que alguns alunos tiveram ganhos relativamente maiores que outros. Por exemplo, na terceira coluna observa-se que os alunos A20, A19, A2 e A1 obtiveram ganhos relativamente maiores que os colegas em relação aos conceitos de cinemática. Na sexta coluna analisa-se no entanto que, os alunos que obtiveram ganhos maiores foram respectivamente A26, A4, A13 e A27. Na última coluna averígua-se, quando é feita a média relativa de ganhos, que os alunos A20, A19, A2 e A4 possuem ganhos relativos maiores que os outros estudantes. Esses levantamentos leva-nos a refletir sobre as diferenças nas formas com que os alunos

aprendem. As técnicas aplicadas nas aulas experimentais atingiram mais alguns alunos do que outros.

De acordo com a teoria de Multimodos e Múltiplas Representações, algumas formas de representar os conceitos, portanto, para alguns alunos foram mais incorporáveis do que para outros. Ao mesmo tempo, conforme a Teoria de Aprendizagem Significativa, a partir dos ganhos conceituais, pode-se estimar que alguns estudantes atribuíram mais sentido ao que foi trabalhado, do que outros, resultando assim aprendizagens mais ou menos significativas.

Tabela 12 - Médias e ganho conceitual em cinemática e dinâmica ³²

	Ca	Cd	gC	Da	Dd	gD	gCD
A1	3.4	8	0.70	5.00	5.50	0.10	0.40
A2	5	8.8	0.76	6.00	8.33	0.58	0.67
A3	4.2	7.4	0.55	3.00	6.17	0.45	0.50
A4	4	6.4	0.40	1.00	7.33	0.70	0.55
A9	3.4	2.8	-0.09	1.67	2.50	0.10	0.00
A10	4	4	0.00	1.00	1.67	0.07	0.04
A11	3	3	0.00	1.00	0.83	-0.02	-0.01
A12	4.4	5.4	0.18	3.67	6.17	0.39	0.29
A13	5.8	5	-0.19	4.67	8.00	0.63	0.22
A19	6	9.4	0.85	2.50	5.17	0.36	0.60
A20	5.4	9.4	0.87	2.83	6.17	0.47	0.67
A21	5	7.4	0.48	3.17	4.50	0.20	0.34
A24	3.6	6.4	0.44	2.83	5.33	0.35	0.39

³² **Legenda:** Ca: média dos valores atribuídos ao questionário de cinemática antes;
 Cd: média dos valores atribuídos ao questionário de cinemática depois;
 gC: ganho conceitual(eq. 4.1) em cinemática;
 Da: média dos valores atribuídos ao questionário de dinâmica antes;
 Dd: média dos valores atribuídos ao questionário de dinâmica depois;
 gD: ganho conceitual(eq. 4.1) em dinâmica;
 gCD: média dos ganhos conceituais gD e gC.

A25	3.4	6.8	0.52	2.00	4.00	0.25	0.38
A26	5	5.8	0.16	0.50	8.50	0.84	0.50
A27	6	6.8	0.20	3.67	7.00	0.53	0.36
Média	4.48	6.43	0.36	2.78	5.45	0.37	0.37

A tabela a seguir (tabela 13) mostra as médias e os ganhos conceituais em relação a avaliação feita do questionário final. Essa tabela foi disposta de forma decrescente de acordo com a média dos ganhos conceituais (**gg**), referente ao ganho conceitual em cinemática (gC), ganho conceitual em dinâmica (gD), ganho conceitual em relação aos valores atribuídos ao questionário final pelo pesquisador (gFP) e ganho conceitual em relação aos valores atribuídos questionário final pelos próprios alunos (gFA).

Tabela 13 - Médias e ganhos conceituais no questionário final ³³

	FPa	FPd	gFP	FAa	FAd	gFA	gg
A3	3.00	9.25	0.89	1.50	9.75	0.97	0.79
A19	3.75	10.00	1.00	6.50	8.75	0.64	0.75
A24	0.00	9.25	0.93	0.00	9.25	0.93	0.75
A20	3.75	9.25	0.88	6.25	8.25	0.53	0.69
A27	2.50	7.75	0.70	5.25	9.45	0.88	0.65
A1	3.50	8.00	0.69	4.25	9.00	0.83	0.64
A21	0.00	4.25	0.43	0.00	10.00	1.00	0.59

³³ **Legenda:** FPa: média dos valores atribuídos ao questionário final antes; FPd: média dos valores atribuídos ao questionário final depois; gFP: ganho conceitual(eq. 4.1) no questionário final; FAa: média dos valores atribuídos ao questionário final pelos próprios alunos antes; FAd: média dos valores atribuídos ao questionário final pelos próprios alunos depois; gFA: ganho conceitual(eq. 4.1) no questionário final segundo os alunos; gg: média dos ganhos conceituais gD, gC, gFP e gFA.

A26	2.00	6.50	0.56	2.50	7.75	0.70	0.59
A4	3.00	6.25	0.46	5.00	8.50	0.70	0.57
A12	0.75	6.50	0.62	2.50	8.25	0.77	0.56
A2	3.50	5.50	0.31	5.50	7.50	0.44	0.47
A13	3.00	5.50	0.36	2.50	6.75	0.57	0.38
A25	3.75	6.75	0.48	3.75	5.25	0.24	0.37
A9	0.00	2.75	0.28	0.00	6.25	0.63	0.30
A11	1.50	4.00	0.29	2.25	5.38	0.40	0.23
A10	0.00	1.50	0.15	0.00	2.67	0.27	0.15
Média	2.13	6.44	0.56	2.98	7.67	0.66	0.53

Os alunos que se destacam de forma geral são A3 (0,79), A19 (0,75), A24 (0,75) e A20 (0,69), com ganhos conceituais relativamente maiores. De forma geral afigura-se que estes alunos conseguiram atribuir maior sentido aos conceitos estudados, demonstrando assim que podem ter aprendido de forma mais significativa que a maioria dos seus colegas.

A tabela 14 evidencia o grau de relacionamento entre todas as variáveis calculadas. Esse grau de relacionamento é provado pelo teste de Correlação de Pearson. Através do quadro 4 exposto no subitem (3.1.3), pode-se avaliar o grau de relação entre as variáveis. Alguns destaques podem ser feitos, por exemplo, entre as variáveis Ca (média dos valores atribuídos ao questionário de cinemática antes) e Cd (média dos valores atribuídos ao questionário de cinemática depois), têm-se r (0,50) e p (0,049) demonstrando um grau de relacionamento linear moderado, com um nível de confiabilidade relativamente bom, pois assume um valor menor o nível significativo 0,05 adotado para a análise. Ainda entre as variáveis Fpa (média dos valores atribuídos ao questionário final antes) e FAa (média dos valores atribuídos ao questionário final pelos próprios alunos antes) com r (0,86) e p (0,000) e entre FAd (média dos valores atribuídos ao questionário final pelos próprios alunos depois) e gg (média dos ganhos conceituais gD, gC, gFP e gFA) com r (0,9065) e p (0,000). Esse dados mostram um relacionamento linear forte e muito forte respectivamente entre as

variáveis e, assumem um grau de confiança muito bom, pois até três casas decimais admitem valor nulo.

Tabela 14 - Correlação entre as variáveis estudadas ³⁴

	Ca	Cd	Da	Dd	Fpa	FPd	FAa	FAd	gg
Ca		r= 0.50	0.34	0.60	0.33	0.32	0.47	0.3675	0.393
		p=.049	p=.203	p=.013	p=.210	p=.224	p=.065	p=.161	p=.132
Cd			0.49	0.53	0.65	0.73	0.67	0.6025	0.7418
			p=.056	p=.033	p=.007	p=.001	p=.005	p=.014	p=.001
Da				0.46	0.33	0.28	0.29	0.4003	0.2915
				p=.070	p=.211	p=.299	p=.270	p=.124	p=.273
Dd					0.49	0.50	0.47	0.5669	0.5725
					p=.054	p=.051	p=.066	p=.022	p=.020
Fpa						0.57	0.86	0.194	0.3303
						p=.020	p=.000	p=.472	p=.211
FPd							0.54	0.6936	0.8889
							p=.031	p=.003	p=.000
FAa								0.2486	0.3569
								p=.353	p=.175
FAd									0.9065
									p=.000
gg									

Por meio dessa última análise pode-se dizer que os dados calculados estão moderadamente relacionados, ou seja, todas as informações são estatisticamente

³⁴**Legenda:** Ca: média dos valores atribuídos ao questionário de cinemática antes;
 Cd: média dos valores atribuídos ao questionário de cinemática depois;
 Da: média dos valores atribuídos ao questionário de dinâmica antes;
 Dd: média dos valores atribuídos ao questionário de dinâmica depois;
 FPa: média dos valores atribuídos ao questionário final antes;
 FPd: média dos valores atribuídos ao questionário final depois;
 FAa: média dos valores atribuídos ao questionário final pelos próprios alunos antes;
 FAd: média dos valores atribuídos ao questionário final pelos próprios alunos depois.

confiáveis e podem ser aceitos, levando a concluir que todo o processo de aplicação experimental, por meio do Trilho Multifuncional, surtiu efeitos positivos nos alunos.

Na sequência será feita a análise qualitativa das respostas aos questionário de cinemática, dinâmica e questionário final ofertada pelos alunos. Foram selecionadas algumas frases apenas a título de complemento e reforço da análise quantitativa feita anteriormente.

3.2 Análise qualitativa dos dados obtidos com os alunos

Nesse item serão apresentadas as falas dos alunos obtidas nas respostas ao questionário de cinemática, de dinâmica e questionário final³⁵. O ponto central dessa análise foi procurar indícios de aprendizagem e incentivo ao estudo de Física, obtidos no curso realizado com os alunos do ensino médio. Outro ponto importante foi identificar, a partir das falas dos estudantes, as possíveis melhorias a serem feitas no processo metodológico realizado com o trilho multifuncional, as quais poderiam contribuir para a montagem da unidade de ensino final, isto é, o produto educacional.

Na sequência, da mesma forma que o tópico 4.1, serão realizadas as análises, agora de forma qualitativa, dos questionários de cinemática, posteriormente de dinâmica e por fim das respostas obtidas no questionário final.

3.2.1 DADOS QUALITATIVOS OBTIDOS NOS QUESTIONÁRIOS DE CINEMÁTICA

Serão apresentados abaixo quadros comparativos dos questionários prévio e pós-módulo sobre cinemática, que foram ponderados como conducentes a essa pesquisa.

O quadro 5 traz as respostas dos alunos à pergunta 1 do questionário de cinemática, que correspondia ao conceito de velocidade média.

Quadro 5 - Respostas dos alunos à pergunta 1 do questionário de cinemática

Questão 1: Explique de maneira mais sintética possível o que você entende por velocidade média³⁶.

³⁵ O questionário de cinemática encontra-se no apêndice 2 (p. 113), o questionário de dinâmica no apêndice 3 (p. 115) e o questionário final no apêndice 4 (p. 116).

³⁶ As falas desse alunos foram escolhidas conforme a categorização de ganho conceitual geral expresso através da tabela 13, subitem (3.1.4). Os alunos A19, A20 e A10 possuem respectivamente os valores de ganho geral (0,75), (0,69) e (0,15).

Respostas do questionário prévio	Respostas do questionário pós módulo de cinemática
A19: Quando ela está em constante movimento.	A19: É a distância dividida pelo tempo.
A20: É quando a velocidade fica constante.	A20: É a distância (deslocamento) dividido pelo tempo. $v_{\text{média}} = \Delta s / \Delta t$.
A10: Quando a velocidade fica constante.	A10: É o deslocamento dividido pelo tempo.

Percebe-se que a concepção inicial dos alunos estava associada ao conceito de velocidade constante, divergindo com a da compreendida por autores de livros de Física de ensino médio, como Martini (2013), que expressa que a velocidade média é a razão entre o deslocamento de um corpo e o tempo gasto nesse deslocamento. Comparando as respostas do questionário prévio com as do questionário pós-módulo de cinemática, percebe-se uma mudança conceitual nas falas, sendo ponderada a velocidade nas respostas pós, como sendo a razão entre a distância e/ou o deslocamento pelo tempo. Comparando as respostas dos três alunos, também compreende-se que o aluno A20 consegue ter uma visão mais profunda no questionário pós, pois de acordo com a Teoria de Multimodos e Múltiplas Representações expressa o conceito de velocidade média em mais de um modo.

O quadro 6 retribui a comparação das respostas dos estudantes à pergunta 3 do questionário de cinemática. É de relevância frisar que tanto a pergunta 2 quanto a 4 desse questionário³⁷, não foram passíveis de análise qualitativa, pois correspondiam à classificação dos movimentos ilustrados nas figuras em M.U. ou M.U.V. (pergunta 2) e lançamento oblíquo (pergunta 4).

Quadro 6 - Respostas dos alunos à pergunta 3 do questionário de cinemática

Questão 3: Explique de maneira sucinta o que você entende por lançamento oblíquo³⁸	
Respostas do questionário prévio	Respostas do questionário pós
A20: É uma forma de lançamento onde o movimento realizado é mais curvo.	A20: É o lançamento onde se tem um movimento parabólico, ou seja, faz um movimento aparente para cima/vertical e na horizontal.
A2: É um lançamento que decorre de seu trajeto, o corpo lançado perde energia e/ou sofre influência de outras forças como a força peso.	A2: É um lançamento em que o corpo sofre uma variação uniformemente variado na vertical e uniforme na horizontal.

³⁷ Ver no apêndice 2 (p. 113).

³⁸ Ganho geral (gg) conforme a tabela 13 dos alunos A20 (0,69), A2 (0,47), A19 (0,75) e A21 (0,59).

A19: Eu acho que é quando o objeto é lançado para cima na diagonal.	A19: Quando o movimento é parabólico.
A21: Não sei.	A21: O que eu entendo por lançamento oblíquo é quando o lançamento é parabólico.

As falas apresentadas no quadro permitem observar que, antes da aplicação do experimento sobre lançamento oblíquo, a maioria dos alunos tinha uma sumária noção sobre esse tipo de movimento, destacando principalmente que aconteceria a partir de um determinado ângulo. No questionário pós, percebe-se uma mudança na concepção dos alunos, sendo que apontam que o lançamento aconteceria ao mesmo tempo nos eixos vertical e horizontal. Destaca-se o aluno A2, o qual definiu que na vertical o corpo sofreria um movimento uniformemente variado e no eixo horizontal um movimento uniforme.

A última pergunta do questionário de cinemática (pergunta 5)³⁹ exigia que os estudantes, de alguma forma, descrevessem como poderiam calcular o tempo que uma bolinha necessitaria para atingir a altura máxima em um lançamento oblíquo, como, a altura máxima, o tempo gasto para atingir o solo e o alcance do objeto. Essa questão precisava de alguns pré-requisitos para ser respondida, como, por exemplo, um entendimento matemático sobre vetores e decomposição vetorial, assim como, o entendimento de que no lançamento oblíquo, os movimentos no eixo x e y seriam independentes, e que no eixo horizontal o móvel teria M.U. e no eixo vertical M.U.V. Verificou-se, a partir da comparação do questionário prévio e pós, que o experimento sobre lançamento oblíquo contribuiu no entendimento dos alunos no quesito sobre independência dos movimentos, e que a trajetória do movimento seria parabólica. Contudo, ponderou-se que para que eles tivessem uma real compreensão para responderem a questão, conceitos como a de decomposição vetorial e relações trigonométricas do triângulo retângulo precisariam ser retomados.

No próximo tópico serão expostas e comparadas as respostas prévias e pós obtidas no questionário sobre conceitos de dinâmica, que trouxeram resultados mais expressivos a esse trabalho.

³⁹ Ver no apêndice 2 (p. 113).

3.2.2 DADOS QUALITATIVOS OBTIDOS NOS QUESTIONÁRIOS DE DINÂMICA

Ao longo das aulas do curso com os alunos, assim como no processo de análise das respostas dos questionários, percebe-se que os resultados mais expressivos dessa pesquisa foram referentes aos trabalhos feitos com os alunos a respeito da força de atrito e coeficientes de atrito. Abaixo serão expostos quadros com algumas falas de alunos que demonstram a mudança na forma de pensar a respeito do fenômeno tratado.

No primeiro quadro são expostas as respostas à pergunta 1 do questionário de dinâmica⁴⁰, que era referente à questão do atrito.

Quadro 7 - Respostas dos alunos sobre o que é o atrito

Questão 1: O que você entende por atrito?⁴¹	
Respostas prévias	Respostas pós aplicação do módulo sobre conceitos de dinâmica
A21: Atrito é quando tudo se movimenta diante uma superfície.	A21: Atrito é uma força contrária ao movimento.
A2: É a maior interação ou menor de corpos que estão em contato.	A2: É uma força contrária ao movimento.
A13: É uma força que age sobre o objeto.	A13: É uma força contrária ao movimento.
A25: Atrito é quando alguma coisa está em cima de outra coisa, está em movimento.	A25: Atrito é uma força contrária ao movimento.

Nas respostas prévias, evidencia-se que os alunos relacionaram o atrito com o contato, ou com uma força que agiria sobre um objeto, ou ainda que seria uma reação agindo sobre o objeto. Nas respostas pós houve uma padronização nas falas, definindo que o atrito surge a partir de uma força contrária ao movimento de um corpo.

A pergunta 2 questionava os estudantes se saberiam destacar qual ou quais grandezas físicas estariam relacionadas ao atrito. Esperava-se que, pela definição de atrito, os alunos relacionassem esse conceito pelo menos com as grandezas força (força normal ou força peso) e coeficiente de atrito. O quadro 8 apresenta comparativos entre as repostas prévias e pós módulo sobre dinâmica.

Quadro 8 - Comparação entre as respostas prévia e pós referentes à pergunta 3 do questionário de dinâmica

Questão 2: Você saberia dizer com qual grandeza física o atrito está relacionado?⁴²

⁴⁰ Ver apêndice 3 (p. 115).

⁴¹ Ganho geral (gg) conforme a tabela 13 dos alunos A21 (0,59), A2 (0,47), A13 (0,38) e A25 (0,37).

⁴² Ganho geral (gg) conforme a tabela 13 dos alunos A19 (0,75), A2 (0,47), A4 (0,57), A13 (0,38) e A26 (0,59).

Respostas prévias	Respostas pós aplicação do módulo sobre conceitos de dinâmica
A19: Velocidade, aceleração, força, gravidade.	A19: Força gravitacional e força normal.
A2: Força e espaço.	A2: Força.
A4: Não sei.	A4: Com uma força.
A13: É uma força.	A13: Força.
A26: Não sei.	A26: A força, pois é ela que vai agir quando o corpo estiver em movimento.
A27: Não.	A27: Com uma força que age sobre os objetos.

Percebe-se nessa questão que apenas o aluno A19 conseguiu ter uma resposta cientificamente correta, pois falou que a força de atrito estaria relacionada com a força normal e a força gravitacional.

A questão 3 indagava os estudantes sobre o que seria necessário para que houvesse atrito. Nesse ponto esperava-se que os alunos respondessem que, para que houvesse atrito, seria necessário o contato entre superfícies, e ao menos eminência de deslizamento entre elas. O quadro 9 traz alguns comparativos entre as respostas prévia e pós.

Quadro 9 - Comparativo das respostas prévias e pós a questão 3 do questionário de dinâmica

Questão 3: O que é necessário para que se haja atrito?⁴³	
Respostas prévias	Respostas pós aplicação do módulo sobre conceitos de dinâmica
A1: Qualquer coisa que ocupe lugar no espaço, como: ar, área, ou qualquer objeto.	A1: Uma superfície rugosa e um corpo em movimento.
A2: Contato.	A2: Um superfície de contato.
A4: Uma força.	A4: De dois objetos e um em movimento.
A9: Não sei.	A9: Que tenha movimento.
A10: Velocidade.	A10: Um contato para ligar.
A21: Uma superfície plana ou inclinada.	A21: Contato entre objetos.
A24: Área.	A24: É necessário movimento.
A25: Precisa de inclinação, peso...	A25: Contato entre objetos.
A27: Uma superfície plana para que o material esteja em movimento constante.	A27: Dois objeto e um movimento.

Percebe-se que as respostas indicam que houve alguma mudança conceitual. A maioria entendeu que para que haja o atrito há a necessidade do contato entre superfícies, e ao mesmo tempo movimento. É destacável a resposta pós do aluno A10. Por mais simples que tenha sido, ela evidencia que o atrito surge a partir da ligação entre as superfícies, ou seja, do contato entre elas. Entendeu-se, nesse

⁴³ Ganho geral (gg) conforme a tabela 13 dos alunos A1 (0,64), A2 (0,47), A4 (0,57), A9 (0,30), A10 (0,15), A21 (0,59), A24 (0,75), A25 (0,37) e A27 (0,65).

momento, que o aluno tentou expressar a questão dos encaixes microscópicos da matéria.

A pergunta 4 desse questionário não receberá análise qualitativa, pois requeria que os alunos numerasse as situações de mais ou menos atrito⁴⁴, por isso damos sequência às nossas análises com questão de número 5, que solicitava aos estudantes que falassem sobre a importância do atrito. O próximo quadro ilustra algumas das respostas prévias e pós módulo de dinâmica referentes a esta questão.

Quadro 10 - Respostas dos alunos à questão 5 dos questionários sobre conceitos de dinâmica

Questão 5: Você saberia dizer qual é a importância do atrito?⁴⁵	
Respostas prévias	Respostas pós aplicação do módulo sobre conceitos de dinâmica
A2: O atrito do ar com o avião da sustentação.	A2: É importante para que haja controle em qualquer trajetória de um corpo.
A7: Não.	A7: Sem o atrito, por exemplo, você não poderia sentar em uma cadeira, pois se não escorregaria.
A9: Não sei.	A9: Para que quando um movimento inicie ele pare.
A20: É importante para verificar a inclinação dos objetos.	A20: De extrema importância, pois por exemplo, se eu jogasse uma pedra, ela nunca pararia. É importante ter essa ligação, essa força.
A21: A importância do atrito é que está presente em tudo aquilo que tem inclinação.	A21: Sem o atrito os objetos iriam continuar sem parar.
A27: Não.	A27: O atrito serve para impor uma força sobre um objeto em movimento, para que não continue em movimento para sempre.

Seguindo o pensamento de Martini et. al. (2013), no que se refere ao fato de que o atrito seria significativo na existência de movimentos ou ainda na dificuldade de corpos entrarem em movimento, a maioria das respostas pós-módulo de dinâmica estão condizentes, pois representam a importância do atrito no controle de movimentos, ou na permanência de uma determinada situação de movimento. É relevante destacar a resposta pós dos alunos A20 e A21, que ressaltam a questão do início e fim do movimento de um corpo. A partir das respostas averigua-se que os alunos fazem ligações com o conceito de inércia, evidenciando mais um nuance de aprendizagem.

⁴⁴ Ver a questão no apêndice 3 (p. 115).

⁴⁵ Ver tabela 13, subitem (3.1.4) para averiguar os gg de cada aluno.

A última pergunta do questionário de dinâmica, questão 6, interpelava sobre o que seria o coeficiente de atrito, com o que ele estaria relacionado e se os estudantes saberiam calculá-lo. Abaixo são apresentadas algumas das respostas:

Quadro 11 - Respostas de alunos sobre a questão do coeficiente de atrito

Questão 6: O que você entende por “coeficiente de atrito”? Como o que ele está relacionado e você saberia calculá-lo?⁴⁶	
Respostas prévias	Respostas pós aplicação do módulo sobre conceitos de dinâmica
A2: Não me recordo.	A2: É o coeficiente que determina a maior ou menor rugosidade entre materiais.
A19: O atrito é calculado ao quadrado. A tudo sim.	A19: Quando a resistência de um material é diferente da outra. Com a força normal. Através do seno, cosseno e tangente.
A27: Não sei.	A27: É a reação de uma superfície para com outro objeto.

Nessa pergunta, pelo menos nas repostas pós-módulo sobre dinâmica, esperava-se que os estudantes notassem que o coeficiente de atrito seria um valor associado às superfícies de contato, e que a partir de diferentes situações de contatos, esse valor também seria peculiar. Martini et. al. (2013) destaca os coeficientes de atrito estático e cinético como uma constante de proporcionalidade entre superfícies. Nas repostas pós, expostas no quadro, pode-se perceber que, de certo modo, os alunos entenderam que o coeficiente de atrito seria um valor que expressaria a forma de reação entre diferentes superfícies de contato, entretanto, apesar de esse conceito ter sido um dos grandes alvos de trabalho no módulo sobre dinâmica, ainda parece que na ótica no ensino médio, o conceito fica ainda um pouco genérico.

No próximo item serão expostas as falas dos alunos referente ao questionário final desse trabalho. Acredita-se que essas falas são significativas pois expressam as concepções prévias dos alunos sobre os conceitos abordados, bem como suas visões sobre os experimentos realizados por meio do trilho multifuncional.

3.2.3 DADOS QUALITATIVOS OBTIDOS NO QUESTIONÁRIO FINAL

Nas respostas das questões, que foram chamadas de QA, do questionário final⁴⁷, que se referia aos conhecimentos que os alunos tinham sobre M.U., M.U.V., lançamento oblíquo e força de atrito e coeficiente de atrito, destaca-se que, quando

⁴⁶ Idem índice 45.

⁴⁷ Ver no apêndice 4 (p. 116).

os movimento uniforme e uniformemente são citados, os estudantes, em sua maioria, expressam que o M.U. é um tipo de movimento em que a velocidade é uniforme e o M.U.V. seria um movimento em que há variação da velocidade. Em conversa durante as aulas, concluiu-se que os estudantes não traziam muitas dificuldades em relação a esses dois tipos de movimentos, porque haviam trabalhado com a professora do ensino regular recentemente. Sobre a questão A3 do questionário final, todos os alunos que frequentavam a 1ª série do ensino médio mencionaram que não tinham trabalhado o assunto em sala regular e que não sabiam a princípio do que se tratava. Aponta-se, portanto, que, nas respostas prévias do questionário sobre conceitos de cinemática, as questões sobre lançamento oblíquo foram respondidas a partir da troca de informação com colegas da 2ª série do ensino regular.

Da mesma forma, nas respostas da questão A4 sobre força de atrito e coeficiente de atrito (ver apêndice 3, p.115), a maioria dos alunos responderam que não haviam trabalhado nada ainda sobre o conceito nas aulas do ensino regular. Acredita-se que esse fato se deu, pelo atraso de conteúdo causado pela greve dos professores do estado do Paraná.

Na sequência, essa seção terá foco direcionado aos trabalhos feitos com o trilho multifuncional. Ou seja, serão melhor expostas e analisadas as respostas dadas às questões B1, B2, B3 e B4, que faziam referência ao que os estudantes lembravam sobre os experimentos de MU, MUV, lançamento oblíquo e força de atrito e coeficiente de atrito (ver apêndice B) e posteriormente as questões C1 e C2 que questionavam, de forma geral, sobre o que os estudantes haviam considerado sobre os trabalhos feitos com o trilho. Abaixo são apresentados os quadros de respostas das quatro B1, B2, B3 e B4, que demonstram o que os alunos lembravam sobre os experimentos.

Quadro 12 - Respostas de alunos a pergunta B1

Questão B1: – Faça um resumo sobre o que você aprendeu no experimento A1 onde a bola de bilhar rolava na horizontal.
A3 – No experimento A1 fizemos a experiência com uma bola de bilhar e um trilho. Aprendemos a calcular o movimento uniforme nos cálculos.
A19 – Como calcular a velocidade, a distância, para encontrar uma velocidade adequadamente uniforme, constante. Mas por causa de erros nossos (na hora de iniciar o cronometro, e na hora de parar, o atrito no trilho...) conseguimos achar um resultado aproximadamente uniforme.
A20 – Através do experimento A1 aprendemos a calcular o movimento uniforme, a calcular a velocidade da bolinha em cada distância e seu tempo.

A21 – Aprendi que o movimento uniforme é quando o móvel se desloca com velocidade constante e foi o que aconteceu com o experimento A1.

A25 - A gente aprendeu o movimento uniforme onde calculamos o movimento da bola de bilhar e cronometramos seu tempo. E seu objetivo era a bola de bilhar ficar no mesmo tempo. Não conseguimos, pois teve erro na cronometragem.

Quadro 13 - Respostas de alunos a pergunta B2

Questão B2: Faça um resumo sobre o que você aprendeu no experimento A2 onde a bola de bilhar rolava com uma certa inclinação.

A1 – Aprendi sobre o movimento uniformemente variado, como calcular, como ocorre as variações de velocidade e de aceleração. Juntamente como calcular a incerteza dos valores, e isso foi muito importante.

A2 – Aprendi a calcular a altura e o ângulo de inclinação do trilho até o ponto de movimento da bolinha.

A19 – Conforme a inclinação do trilho a velocidade aumenta ou diminui.

A20 – No experimento A2 calculamos a velocidade e o tempo, podendo ver o seu movimento uniformemente variado, porém no trilho inclinado.

A24 – Aprendemos sobre o movimento uniformemente variado, que a velocidade varia, aprendemos a calcular a variação.

Quadro 14 - Respostas de alunos a pergunta B3

Questão B3: Faça um resumo sobre o que você aprendeu no experimento A3, onde a bola de bilhar, depois de rolar, foi lançada até cair no chão.

A1 – Aprendi sobre lançamento oblíquo, como calcula e o que precisa ser utilizado para realizar os cálculos, não lembrava muito sobre o conceito e depois da aula e dos experimentos sei muito mais do que antes.

A20 – Com o experimento A3 pude aprender a calcular o lançamento oblíquo, medindo a distância e a velocidade da bola até atingir o chão.

Quadro 15 - Respostas de alunos a pergunta B4

Questão B4: Faça um resumo sobre o que você aprendeu com o experimento A4, no qual se procurou estudar as forças e os coeficientes de atrito.

A2 – Quando objetos estão em contato estão sofrendo atrito, e a força normal ajuda e sentido do centro da Terra e a força normal oposta à superfície de contato.

A3 – Que a força de atrito é uma força contrária, aprendemos a calculá-la e que um objeto só para por causa do atrito, se não tivesse esse objeto não pararia.

A11 – Que tem atrito em tudo que temos e construímos.

A19 – Nesse experimento pude aprender um pouco mais sobre o que é atrito, coeficiente de atrito e força normal e gravitacional. E como calcular o coeficiente de atrito através de um bloco, e que, conforme íamos inclinando o trilho, a partir de um momento que o peso se mexia, através e suas medidas, calculamos e achamos o seno, o cosseno e a tangente da nossa experiência, conseguindo achar o coeficiente de atrito.

Como esse questionário foi empregado no último dia de curso, observou-se que alguns alunos sentiram dificuldade em lembrar detalhes dos experimentos. Alguns, durante as conversas, também demonstraram uma extrema dificuldade em expor no papel, por mais que lembrassem o que acontecia nos experimentos afirmaram que não conseguiam escrever. Entretanto, a partir das observações em aula e conversas com os alunos, percebe-se que os objetivos principais, que eram demonstrar e fazer com que os alunos entendessem o conceito chave de cada experimento, foi atingido.

Abaixo serão expostas as respostas dadas às questões C1 e C2:

Quadro 16 - Respostas de alunos para a pergunta C1

Questão C1: Dê sua opinião sobre se o uso do trilho multifuncional contribuiu para a sua aprendizagem.

A1- Sim, aprimorou meus conhecimento e foi um conhecimento novo.

A2 – Sim, pois me deu mais visão do que acontece na prática.

A19 –Ele contribuiu para a minha aprendizagem, porque com ele pude assimilar o que precisava fazer, os cálculos. E com o trilho além de ficar mais fácil de entender, foi mais divertido do apenas descrever as formulas e as teorias. E fez com que nós mesmos achássemos os resultados daquilo que fizemos e vimos que diferentemente das aulas em sala, os resultados nem sempre são precisos.

A20 – Com certeza, pois, todos os experimentos com o auxílio do trilho foi mais facilitado. E com isso, aprendemos de uma forma menos teórica e mais divertida sobre os conceitos de Física.

Quadro 17 - Respostas de alunos para a pergunta C2

Questão C2: Deixe algum recado para a professora se sentir-se a vontade.

A1 – Bom, o curso que foi ministrado por você nos trouxe muito conhecimento. Eu pelo menos achava que sabia sobre o conteúdo estudado, mas após os experimentos, as análises realizadas, as discussões, pude ver que meus conhecimentos melhoraram muito. Além de uma ótima professora, você é uma ótima pessoa, superatenciosa, carinhosa, busca ajudar os alunos. Obrigada pela oportunidade, foi muito útil para a minha vida, além dessas cinco semanas ter sido um tempo de qualidade. Obrigada por tudo.

A3 – O projeto foi bem legal, deveria fazer outras vezes, sobre outros assuntos também.

A19 – Professora, com você pude aprender e compreender um pouco mais sobre a Física. Não é aquela coisa chata, só em que você faz contas loucas de velocidade e aceleração... Nos fez pensar mais para que fazer essas contas, para que vai servir para a minha vida. Se não tivesse importância não existiria. Tudo a nossa volta tem a Física, assim como a Química. Devo o maior agradecimento a você professora, que é legal, divertida, sabe explicar a matéria de forma que entendemos e não coisas de outros planetas. E que por mais que agora que você não seja a minha professora, não espero a hora ter a senhor como professora. Beijos e abraços.

A20 – Para mim, a alegria e boa explicação, por parte da professora, fez toda diferença. Pois com esse projeto, eu pude ver como qualquer simples matéria, aliás, complexa matéria, pode se tornar mais divertida e mais fácil.

Em um diagnóstico geral, feito a partir dos questionários analisados, assim como das falas in loco dos alunos, percebeu-se que os experimentos proporcionaram um alto nível de motivação para os estudantes. Isso também pode ser deduzido a partir da expectativa da coordenação e direção da escola, quando presumiram inicialmente que a maioria dos alunos iriam desistir do curso, sendo que dos 27 (vinte e sete) que começaram o curso, 21 (vinte e um) realizaram todas as atividades com o trilho multifuncional.

A partir da prática realizada, pode-se idealizar que, por mais simples que um experimento possa parecer, ele pode assumir um papel decisivo na escolha do aluno em aprender ou não sobre um determinado assunto. Muitos dos alunos, durante o curso, sempre afirmaram que “era muito bom estar participando de um curso que continham atividades práticas, porque nunca tinham tido contato com experimentos de Física. Sempre os professores que lhes deram aula, se utilizavam da oratória e de cálculos que não lhes faziam o menor sentido”.

Nas respostas do questionário de cinemática, independentemente de cem por cento não ter chegado a respostas cientificamente corretas, percebe-se, a partir dos dados, que os experimentos causaram uma mudança conceitual, bem como na forma com que os alunos concebiam a disciplina. Muitos deles afirmavam durante os debates que antes parecia que a Física era igual a Matemática, ou seja, uma mera resolução de problemas, E, diante das práticas, conseguiram entender, em sua grande maioria, como os movimentos aconteciam, suas diferenças e semelhanças.

Especialmente os experimentos de M.U. e M.U.V. foram produtivos, pois verificou-se que os alunos, mesmo não conseguindo expressar de forma

cientificamente correta na escrita, por exemplo, o que era velocidade média, sabiam as diferenças básicas entre os dois movimentos.

Percebeu-se também que maioria dos estudantes possuía grande dificuldades na matemática básica, ou seja, precisavam de ajuda para fazer cálculos e até mesmo interpretar os dados dos experimentos. Muitos deles chegaram a afirmar durante as aulas normais que até entendiam os conceitos de Física, mas quando precisavam calcular alguma coisa se perdiam. Também se evidenciou durante as conversas, adversidades em responder as perguntas dos questionários, não porque não tinham entendido a questão, mas no ato de escrever. O aluno A11 chegou a expressar que não conseguia colocar no papel o que ele sabia, ou seja, verificou-se uma grande dificuldade na redação de textos.

Quando o conceito de Lançamento Oblíquo foi abordado, a maioria dos estudantes que integravam a 1ª série do ensino médio, afirmaram que não haviam estudado nada sobre esse tipo de lançamento, ou seja, haviam estudado os conceitos de M.U., M.U.V. e logo na sequência começaram a estudar o conceito de Força e as Leis de Newton. Levando em conta o ano letivo totalmente atípico que ocorreu no estado do Paraná devido à greve dos professores que se estendeu basicamente de fevereiro até maio de 2015, provavelmente o docente de Física das classes precisou fazer adaptações de conteúdo, demonstrando mais uma das dificuldades relacionadas ao exercício da docência.

Apesar de se perceber com a prática realizada através do Trilho Multifuncional, que os alunos em grande maioria entenderam como ocorria o movimento, e que este estaria diretamente relacionado aos casos de M.U. e M.U.V., que seriam os dois movimentos que o comporia, percebeu-se uma defasagem na interpretação em relação às figuras apresentadas na questão 3 do questionário de cinemática, onde praticamente todos os estudantes não levaram em consideração a questão do “referencial”. Acredita-se, nesse momento, que o principal fator de influência no estudo do lançamento oblíquo, foi o fator conhecimento prévio, relacionado ao conceito de referencial, pois a maioria dos alunos que eram pertencentes a 1ª série do ensino médio regular tinha estudado o conceito superficialmente, e não haviam visto em sala o caso de lançamento oblíquo.

Em relação à última pergunta do questionário de cinemática – pergunta 5 – é interessante notar que, além dos conhecimentos prévios sobre movimento uniforme e uniformemente variado, os estudantes também precisavam ter o conhecimento sobre

vetores e decomposição vetorial. De todos os alunos avaliados durante o processo, percebe-se principalmente nesse momento, uma compreensão diferenciada do aluno A2. Durante as aulas verificou-se que o aluno conseguia fazer ligações com conceitos que já havia estudado em sala de aula.

Quando se avaliou os conhecimentos sobre Dinâmica, constatou-se uma mudança ainda maior se comparada com os conhecimentos sobre os conceitos de Cinemática. Isso pode ser evidenciado tanto na análise quantitativa, quanto pela análise das falas dos alunos, onde percebe-se ao longo das respostas uma mudança conceitual mais acentuada.

Levando em conta que a maioria dos alunos participantes eram da 1ª série do ensino médio, quando se falou sobre força de atrito e coeficientes de atrito, os conceitos eram relativamente novos, pois em sala de aula regular ainda não haviam estudado nada sobre força de atrito e coeficientes de atrito. Já sabendo disso, nessa aula, procurou-se dar uma explicação minuciosa sobre o experimento, sabendo que o mesmo envolvia as relações trigonométricas do triângulo retângulo, assim como, equilíbrio entre forças. Além dos experimentos com o trilho, os conceitos foram trabalhados através de slides, tirinhas e textos, etc. Percebeu-se que os alunos entenderam os conceitos relacionados, quando surgiam as forças de atrito, mas não souberam, em sua maioria, expressá-los em forma de cálculo, reafirmando mais uma vez a dificuldade que a maioria dos alunos possuem com na matemática básica.

3.3 Análise dos dados obtidos no curso com os professores

Visando constatar as expectativas dos professores em relação ao emprego de experimentos com o trilho multifuncional, foi aplicado, no primeiro dia do curso com os docentes, um questionário que continha perguntas sobre a frequência de utilização de atividades práticas em sala de aula e em laboratório de ciências, as dificuldades de aplicação, as possíveis perspectivas e o emprego de atividades experimentais por colegas em aulas de Física, e sobre as possibilidades da aplicação do trilho multifuncional em aulas de mecânica⁴⁸.

A questão 1 correspondia às características pessoais dos docentes. A pergunta 2 questionava se os professores estavam conseguindo inserir o laboratório

⁴⁸ Ver o questionário no apêndice 5 (p.118).

nas aulas de Física, onde 03 docentes afirmaram que sim, 05 falaram que parcialmente, 01 teve a resposta não e 01 afirmou que não estava lecionando a disciplina de Física. Na sequência são expostas as respostas.

Quadro 18 - Respostas dos docentes à questão 2a.

<i>Questão 2a: Atualmente você está conseguindo inserir o laboratório nas aulas de física? Explique os motivos, as facilidades e as dificuldades pessoais, a sua formação acadêmica, o apoio da instituição, etc.</i>
P1 - Sim, facilita o ensino de física, dificuldades é sempre a mesma, falta materiais básicos para experimentos, a Instituição não dá apoio para professores.
P2 - Poucas vezes, falta incentivo, turmas numerosas, tempo curto de aula.
P3 - Não. Muitos alunos na sala de aula, não cabem todos no laboratório, falta de laboratorista para preparar as aulas de laboratório.
P4 - Sim, esporadicamente demonstrações em sala, o laboratório da escola não tem material
P5 – Não estou lecionando Física.
P6 - Sim, devido a minha experiência com o ensino do estado de São Paulo.
P7 – Parcialmente. É preciso harmonizar conceitos, preparo experimental e tempo.
P8 - Sim. Eu fiz 2ª licenciatura pelo programa PARFOR-Física, e lá tive uma disciplina específica de experimentos de baixo custo, os quais utilizo em sala de aula.
P9 - Mais ou menos, devido o tempo para montar a aula e ter apoio da direção.
P10 - Para o 9º ano no ensino de Física, interagir a teoria com a prática. Demonstrando com experimentos do seu dia a dia.

Observa-se nas respostas que, em conformidade com a literatura (GALIAZZI et al., 2011), apesar de haver uma concordância de que os experimentos facilitam a aprendizagem dos alunos, há dificuldades em se utilizar as práticas experimentais, devido à falta de materiais, tempo, apoio, entre outros pontos elencados.

A pergunta 2b, fazia referência ao trabalho de colegas, ou seja, se esses estariam conseguindo utilizar os laboratórios das escolas, quais seriam suas dificuldades, motivos, etc.

Quadro 19 - Respostas dos docentes à questão 2b.

<i>Questão 2b: Os seus colegas (podem ser de outras escolas públicas) estão conseguindo utilizar o laboratório nas aulas de física? Explique os motivos, as facilidades e as dificuldades, a formação acadêmica dos colegas, o apoio da instituição, etc.</i>
P1 - Sim, os motivos estão expostos na questão 2a. Colegas de outro estabelecimento não posso confirmar.
P2 - Não.

P3 - Não. Pelos mesmos motivos, apenas aqueles cuja escola tem laboratorista (+/- 6 escolas).
P4 - Pouco, pelo que sei colegas formados na UEL.
P5 - O que observo é que o professor realiza algumas atividades práticas com os alunos, porém fora da sala de aula e não no laboratório. São alguns experimentos dando a falta de equipamento.
P6 - Não tenho contato com outros professores.
P7 - Parcialmente. Não sei dizer os motivos.
P8 - Às vezes vejo que muitos professores ficam focados em cálculos.
P9 - Não tenho contato com outras escolas.
P10 - Só conheço através de grupo de estudos, e são as mesmas coisas.

Da mesma forma que os próprios docentes presentes no curso, percebe-se que seus colegas, em maioria, também não conseguem realizar atividades de laboratório com frequência.

A pergunta 3a, questionava se os professores conseguiam fazer práticas demonstrativas, sem a utilização do laboratório de ciências.

Quadro 20 - Respostas dos docentes à questão 3a.

Questão 3a: Atualmente você consegue fazer com que algumas aulas tenham alguma prática demonstrativa (na própria sala de aula, sem ir ao laboratório)? Explique os motivos, as facilidades e as dificuldades, o apoio da instituição, etc.
P1 - Sim, esse procedimento facilita a sequência de ensino, pois o mesmo não se desloca da sala de aula, a instituição sempre nos apoia.
P2 - Sim, no 3º ano. Material de baixo custo.
P3 - Poucas aulas, pela agitação da turma atrapalha os outros professores.
P4 - Geralmente a instituição não dispõe de material, as demonstrações são preparadas pessoalmente.
P5 - A cada 20 dias os alunos na disciplina que atualmente leciono, vão para o laboratório, porém a dificuldade se depara na falta de equipamentos, excesso de alunos no laboratório, falta de pessoas para ajudar.
P6 - Sim, procuro utilizar práticas que sejam rápidas e aconteçam na sala de aula, sem necessitar de apoio da instituição.
P7 - Sim, por serem simples de realizar, isto é, envolverem poucos equipamentos, e necessitarem de pouco tempo para preparo e execução.
P8 - Utilizo práticas com coisas do dia a dia, improvisando.
P9 - Sim, devido ao conteúdo ser simples.
P10 - Sim, com projetos: 1º Projeto: os vasos ecológicos com garrafas pets.

É interessante notar que apesar de os docentes não utilizarem com frequência o laboratório de ciências, a maioria afirma que emprega atividades demonstrativas

para explicar conceitos de Física. Essas atividades geralmente são montadas com produtos de baixo custo ou recicláveis, e até mesmo por meio de improvisação com materiais da própria sala de aula.

A questão 3b, da mesma forma, perguntava sobre as atividades práticas demonstrativas feitas por colegas de Física. Seguem as respostas dos professores.

Quadro 21 - Respostas dos docentes à questão 3b.

Questão 3b: Os seus colegas (podem ser de outras escolas públicas) conseguem fazer com que algumas aulas tenham alguma prática demonstrativa? Explique os motivos, as facilidades e as dificuldades, o apoio da instituição, etc.
P1 - Sim, com relação aos meus colegas, acredito que sim, mas não posso confirmar.
P2 - A maioria não, falta de incentivo, turmas numerosas, tempo curto de aula.
P3 - Sim, encontram as mesma dificuldades.
P5 - Sim. Poucas tendo a falta de equipamentos, técnica, ajuda de outros profissionais, excesso de aula. Em relação ao apoio, não há muito em relação ao perigo, que os alunos estão expostos em relação aos produtos químicos.
P6 - A própria formação superior direciona o professor para trabalhar a física de maneira matemática. O professor tem uma certa resistência a mudança de prática. Os livros didáticos condicionam os professores a trabalhar a matemática. Para a maioria dos professores é bem mais fácil preparar uma aula teórica do que uma aula pratica.
P7 - Sim, não sei justificar.
P8 - Algumas, muitas vezes falta recursos.
P9 - Sim, devido a prática pedagógica.
P10 - São poucos profissionais que dão aulas práticas.

A partir das falas dos docentes, reconhece-se que as atividades demonstrativas e de baixo custo são mais frequentes, pois não se limitam a um espaço específico. Os professores acabam preparando essas atividades fora do horário de trabalho, e não precisam arcar com valores altos na montagem desses experimentos.

As perguntas 4a e 4b faziam referência à proposta da utilização do trilho multifuncional em sala de aula. As respostas a seguir correspondem às expectativas dos professores, bem como a opinião sobre as esperas de seus colegas de trabalho.

Quadro 22 - Respostas dos docentes à questão 4a.

Questão 4a: Você acha que uma atividade como essa que estamos organizando vai conseguir fazer com você efetivamente utilize o trilho nas suas aulas? Explique:
P1 - Com certeza, pois facilitara muito o ensino de física no 1º ano do ensino médio.
P2 - Certeza, pois facilitara muito o ensino de física no 1º ano do ensino médio.

P3 - Sim, pois pode ser usado em qualquer lugar.
P4 - Sim, pela facilidade tanto de construção, custo e aplicação.
P5 - A princípio sim, porém será necessário atender os conceitos e teorias em sala de aula para que os alunos possam entender os experimentos.
P6 - Sim pois tenho facilidade em aplicar este tipo de atividade nas minhas aulas.
P7 - Sim. Por utilizar poucos equipamentos de baixo custo, ser rápido para montar/desmontar e simples de executar.
P8 - Sim, mas é necessário uma melhor base.
P9 - Não, atuo 3º ano.
P10 - Sim, vai interagir o aluno com o conteúdo e a prática.

Quadro 23 - Respostas dos docentes à questão 4b.

Questão 4b: Você acha que uma atividade como essa que estamos organizando vai conseguir fazer com que todos os participantes efetivamente utilizem o trilho nas aulas deles? Explique:
P1 - Não, mas vamos tentar alcançar o máximo número de professores.
P2 - Sim, pelo baixo custo e facilidade de ser montado em sala de aula.
P3 - Sim, pois pode ser usado em qualquer lugar.
P4 - Sim, pelo custo benefício, materiais fáceis de adquirir e sua montagem simples.
P5 - Baixo custo, fácil montagem são pontos positivos para o seu uso em sala de aula, porém o professor deverá entender bem o experimento para poder usá-lo corretamente. Então só não usará o professor que não tiver o domínio do conhecimento envolvido.
P6 - Não, pois os professores em geral são acomodados.
P7 - Não sei, mas possui grande potencial.
P8 - Não, pois alguns não tem vontade de mudar.
P9 - Tudo depende do professor.
P10 - Por ser muito bom e rico de informações na prática.

Pelas respostas, em sua maioria, percebe-se que os docentes se sentiram interessados, devido à facilidade e o baixo custo do equipamento trilho multifuncional. Entretanto os professores P6, P7, P8 e P9 ressaltam que muitos talvez não utilizariam o equipamento devido ao fato que já estão acomodados e não procuram mais inovar suas práticas e metodologias.

A última questão (5) fazia alusão a um trecho de um artigo Rezende e Ostermann (2005) no qual dizia que aulas de física expositivas com um amontoado de fórmulas e sem atividades práticas de laboratório, foram problemas do passado e perdura nos tempos atuais, pois muitos professores de física do ensino médio se sentem inseguros, demonstram insatisfação com seus métodos de ensino e estão

conscientes de que ensinam de forma tradicional com excessivo formalismo matemático. Os docentes deveriam dar sua opinião sobre o que o trecho dizia, justificando sua opinião. Segue no texto a opinião dos docentes.

Quadro 24 - Respostas dos docentes à questão 5.

Questão 5: Aulas de física expositivas com um amontoado de fórmulas e sem atividades práticas de laboratório, foram problemas do passado e perdura nos tempos atuais, pois muitos professores de física do ensino médio se sentem inseguros, demonstram insatisfação com seus métodos de ensino e estão conscientes de que ensinam de forma tradicional com excessivo formalismo matemático (REZENDE e OSTERMANN, 2005). Analise com calma a opinião desses pesquisadores em ensino de física e escreva no verso da folha se você concorda ou discorda, justificando a sua opinião e inclusive sugerindo alguma solução.

P1 - Eles podem ter razão, porém essa metodologia descrita pelos mesmo, era o que se tinha no passado. Hoje alguns grupos estão se esforçando para que essa situação acelere seu processo de mudança.

P2 - As aulas de física devem ser dosadas, incluindo todos os pontos positivos de cada metodologia, de forma a incentivar o gosto pela física no seu aluno.

P3 - Concordo, hoje mesmo tendo laboratório de física e de informática e exigido do professor um plano de aula e uma justificativa para o seu uso e mesmo com tudo isso o professor assina um termo de responsabilidade por tudo o que acontecer nos laboratórios, inclusive danos aos materiais provocado pelos alunos propositadamente ou não. Isso faz com que os professores não façam uso desses laboratórios e, quando fazem alguma prática em sala de aula são criticados pela agitação da turma. E ainda, quando o professor é contratado (PSS) a direção das escolas inibe qualquer atividade fora da rotina da escola, inclusive não autorizam saídas para cursos quando ocorre no horário em que o professor deveria estar no colégio mesmo que seja hora-atividade. Mesmo quando queremos levar os alunos para as universidades para participar ou conhecer os departamentos e laboratórios de física, química ou biologia, temos que convencer outro professor concursado da área que é importante para os alunos. Neste caso o professor concursado assume que a ideia é dele e que irá levar todos os alunos dele e no caso os colegas do dia em que ambos tem aula.

P4 - Discordo, acho que o problema existe ainda, acredito que pela formação do professor.

P5 - É complicado abordar o formalismo matemático, pois os alunos necessitam disso para vestibular, concurso, etc. porém saber apenas resolver os problemas matemáticos e ou físicos sem entender o conceito e aplicação deste conceito não fará desse aluno um bom aluno. Desta forma, a prática no ensino de física bem como matemática, química, biologia, etc. é necessária para o entendimento dos conceitos nas disciplinas, para a desmistificação de que o conteúdo/disciplina é "chato", para o entendimento do mundo "real" do aluno, do cotidiano. O aluno quando aplicar o ensino teórico nos experimentos deverá promover o conhecimento significativo e verdadeiro.

P7 - Concordo plenamente. E acrescento que mesmo trabalhando com ênfase em interpretação conceitual vivo a insegurança de não estar ensinando matemática suficiente e prejudicar os alunos. Isto é, escrita matemática é ruim, muito conceito também. Como achar o equilíbrio?

P8 - O vestibular hoje cobra cálculos, a teoria motiva nossos alunos, então é necessário mesclar.

P9 - Concordo.

P10 - O professor de física, ciências, química e matemática tem que mudar sua estratégia de ensino. Demonstrar bom desempenho na explicação clara e objetiva de acordo com o conteúdo.

Apesar da aceitação do novo material de ensino e das considerações feitas sobre a melhoria do ensino de Física e de ciências da natureza, é intrigante notar que desses 10 (dez) professores, que se mostraram interessados nos trabalhos com o trilho multifuncional, nenhum compareceu para os encontros de formação sobre o equipamento que foram realizados entre agosto e novembro de 2015.

Para a formação, cinco docentes que compareceram, quatro se comprometeram e participaram de todas as atividades práticas, e apenas três responderam todos os questionários solicitados. O questionário anterior foi reaplicado⁴⁹, e os três professores que serão chamados de P11, P12 e P13 escreveram suas opiniões. Na sequência, serão expostas apenas as respostas desses professores, referentes ao questionário anterior.

Quadro 25 - Respostas do professor P11

2a. Muito pouco, raramente.
2b. Tenho observado que é muito difícil ouvir o relato de algum colega dizendo que tem utilizado o laboratório para as suas aulas. Principal alegação é a excessiva carga de conteúdos e pouquíssimas aulas.
3a. Atualmente os experimentos eu tenho levado para a sala de aula. Aula demonstrativa e muito pouco os alunos fazem experimentos em sala. A equipe pedagógica não se opõe.
3b. Conheço poucos professores que fazem uso da demonstração em sala de aula, porém, cada vez está mais difícil, pois os alunos tem demonstrado pouco interesse no aprendizado.
4a. Estou fazendo o curso com a expectativa de utilizar, tenho tentado fazer pequenas variações, como utilizar o próprio trilho do quadro. Enfim, acredito que sim, pois, os alunos demonstram mais interesse em saber se o experimento vai funcionar de acordo com a teoria.
4b. Com certeza não, pois, na sala de aula, poucos são os alunos que querem aprender. É possível que alguns utilizem o trilho para brincar e dizer que “foi legal” e não ter ideia do que estava acontecendo.

⁴⁹ Ver apêndice 5 (p.118).

5. Concordo em grande parte com os autores. Acredito que uma formação continuada eficiente para a prática e exercício da profissão de professor de física do ensino médio possa ajudar a ter uma visão diferenciada do processo ensino aprendizagem.

Quadro 26 - Respostas do professor P12

2a. Existe uma dificuldade na escola básica, por conta da indisciplina e falta de apoio da equipe pedagógica que torna um dos desafios na hora de tentar alguma atividade experimental com os alunos, outro fator é um laboratório com o mínimo de instrumentos voltados para a física.

2b. A maioria dos colegas não comentam muito sobre o que fazem em sala ou se utilizam o laboratório, talvez por não fazerem ou uma falta de interação entre os professores de área...acho que não interessam.

3a. Quando vou ensinar as Leis de Newton é bem mais prático e fácil, então consigo mostrar alguns exemplos sem precisar ir ao laboratório, mas quando o assunto é sobre eletromagnetismo fica mais complicado, por conta dos recursos.

3b. Eles não comentam.

4a. Sim, pois é bem prático e barato, não exige do aluno conhecimentos complexos para manusear o dispositivo, a único desafio do aluno será a coleta de dados para aplicar nas formulas para chegar aos resultados.

4b. Sim, pelo fato de todos terem participado plenamente nas atividade do curso, e pelas discussões construtivas na observações feitas durante o experimento.

5. Concordo plenamente, não faz muito tempo e ainda tenho os vícios de uma instituição superior, me formei em Ciências Naturais e Matemática – Física na UFMT e lá o muito do que aprendi sobre Física era calculo e mais cálculos...dificilmente parávamos para pensar na Física...minha mente estava atordoada pelo rigor matemático e pelas listas abarrotadas de equações diferencias. A pouco comprei um livro sobre a história de Newton e fui entender o processor que o levou a fazer sua descoberta sobre a teoria da gravitação. Enfim todo o reflexo de professores que nos “detonavam” com E.D.O e as equações de Erwin Schroedinger e pouco percebi a beleza que ela oferecia...desculpa o desabafo, mas acho que em sala ainda mais para o ensino básico me vejo como um professor chato que fica preocupado por demais se o aluno sabe fazer conta...ainda não sei o que fazer e é por isso que quero fazer um mestrado e depois um doutorado, para aprender um pouco mais de como ser um excelente professor.

Quadro 27 - Respostas do professor P13

2a. Não estou conseguindo inserir laboratório nas aulas de física, entre os motivos posso citar que devido a condições do laboratório de ciências na escola que não tem recursos e nem

laboratório para ajudar, não comporta turmas de 40 alunos, mas o principal motivo é a questão de tempo de aula pois devido a carga excessiva de conteúdos acabamos por eliminar muitas das práticas de laboratório com os alunos, sendo que muitas praticas podem ser feitas com baixo custo (muitas vezes com material reciclado até) mesmo dentro de sala de aulas, o que falta é organização e um plano de trabalho para utilização do mesmo por este deve durar apenas uma ou duas aulas, o que dificilmente acontece.
2b. Meus colegas enfrentam o mesmo problema que eu, inclusive na rede particular.
3a. Infelizmente muito poucas apenas 1 ou 2 no bimestres, sendo a maior dificuldade é o tempo gasto para organizar o material e testar o experimento antes de levar para a sala de aula, a fim de conferir se este seria realmente proveitoso ao ensino.
3b. Meus colegas enfrentam o mesmo problema que eu.
4a. Infelizmente não acredito muito, pois deixo a cinemática para o final do ano e não costuma sobrar muito tempo, entretanto como gostei da ideia vou tentar implementa-la em 2016 ao final do ano para fins de teste em sala de aula.
4b. TODOS infelizmente não, vários acredito que sim, pois auxilia bem a compreensão de alguns conceitos, algumas escolas são mais tradicionalistas com sistemas apostilados e não podemos fugir muito do que já vem pré-estabelecido.
5. Acredito que a informação possa ser considerada parcialmente verdadeira, pois para muitas áreas principalmente os tópicos de física moderna não encontramos experimentos as vezes nem applets para auxiliar como suporte em sala de aula, no entanto quanto a maioria dos conteúdos tradicionais (física clássica) a maior parte das aulas sem experimentos seja por insegurança do professor e dificuldades de organização de tempo e recursos par ao experimento, embora pelo menos um vídeo como experimento não seja tão difícil de arrumar para mostrar ao seus alunos.

Ao final do terceiro encontro, foi aplicado mais um questionário, trazendo a seguinte indagação aos cinco docentes que se faziam presentes nesse dia: “Sabemos que a realidade nas salas de aula, tanto a rede estadual quanto a da rede particular de ensino são diferentes. A partir do que você viu até agora nesse curso sobre o Trilho Multifuncional, nos experimentos sobre MU, MUV, Lançamento Oblíquo, Força de Atrito e Dissipação de Energia, sugira adaptações que você faria para aplicar os experimentos conforme a sua realidade. Enumere também pontos positivos e negativos que você observou na utilização do equipamento⁵⁰”. Na sequência do texto são listadas as respostas dos professores. Os outros professores, além do P11, P12 e P13 que responderam a esse questionamento são chamados de P14 e P15.

⁵⁰ Esta questão está no apêndice 6 (p. 120).

Quadro 28 - Opinião dos professores sobre as atividades realizadas com o trilho multifuncional

P11 – Primeiramente, agradeço a dedicação de vocês, pois tenho aprendido bastante. Tenho pensado na possibilidade de aplicar o trilho multifuncional para os alunos de ensino médio, porém, sem os cálculos, apenas para apresentar os conceitos. O que eu tenho já feito tem sido satisfatório. Outro ponto positivo é que podemos fazer a abordagem dos erros. Não consigo ver uma maneira de tornar os cálculos mais atrativos para os alunos. (Não pensei sobre o assunto). Tenho adaptado o trilho, com outras superfícies, como mesa, apagador e quadro, livros numa rampa, etc.

P12 – Penso que devido o trilho ser de material plástico, é bem prático devido ao custo, fica fácil para os alunos adquirirem, ou seja, seria interessante cada aluno ter seu próprio trilho, uma vez que, exemplos práticos para o ensino de Física, faz com que o conteúdo seja mais significativo para o aluno. Penso em construir um modelo de madeira e vidro, sendo uma lâmina de 3 mm para reduzir o atrito da madeira, pois o modelo de plástico é prático, porém, apresenta algumas deformações, pois o plástico é bem maleável.

Cada ponto que foi estudado as possibilidade de aplicação das leis de Newton, mostrou-se um excelente recurso de baixo custo para uso em sala de aula e para o aperfeiçoamento dos conceitos e coleta de dados para cada fase do experimento. O cálculo envolvendo coeficiente de atrito estático foi bem interessante, me fez pensar em como eu ministro minhas aulas de plano inclinado onde tento explicar aos alunos sobre cada força que age sobre um bloco...no caso é bem mais empolgante para os alunos fazerem os cálculos para conferirem o que primeiro eles observaram. Sobre o trilho pensei se fosse confeccionado umas madeiras com lâminas de vidro, assim teria menos atrito e a durabilidade seriam muito maior além da elegância, que é um dos pontos que deve ser pensado. Neste caso seria um trilho que poderia ficar no laboratório de Física de uma escola ou faculdade.

P13 – Os alunos não apresentam interesse nas deduções de fórmulas, logo apresentar apenas a origem e o resultado. O equipamento é simples e fácil de conseguir, no entanto, a montagem e a calibração dele, com uma turma de mais de 40 alunos, pode ser um pouco trabalhosa, gastando mais tempo que o previsto. Há a possibilidade de dar mais enfoque qualitativo ao invés de quantitativo nos experimentos, ou seja, dar um enfoque mais da parte conceitual.

P14 – Um ponto positivo bastante significativo é o fato de ser um equipamento ou aparato muito acessível e que funciona muito bem. Um possível adaptação seria de pensar em um suporte móvel, também de baixo custo, como madeira ou similar. Um ponto negativo presente em qualquer atividade experimental é a relação quantidade de alunos/tempo que certamente comprometem o trabalho.

P15 – Avaliar a possibilidade de dar firmeza ao trilho.

O último dia de curso presencial, no dia 05 de novembro de 2015, além de apresentar a última proposta de experimento com o trilho sobre colisões, foi gravada uma conversa com os quatro professores (P11, P12, P13 e P15) que se faziam presentes, sobre o porquê do não interesse, dentre tantos professores de Física e de ciências existentes no NRE de Londrina que foram convidados para fazer o curso sobre o trilho multifuncional. O professor P11 se sentiu à vontade para responder, dizendo:

Quadro 29 - Resposta do P11 sobre o desinteresse de docentes de Física em participarem de curso de formação

P11 - Eu vejo o porquê da seguinte forma. O porquê de eu estar vindo fazer o curso, talvez seja o porquê de os outros não virem. Eu tenho um desejo, uma necessidade de aprender coisas novas sobre coisas que eu já sei. Eu vejo muitos colegas se acomodando. Estão fazendo há dez anos os mesmos exercícios, as mesmas coisas. É difícil você sair do comodismo e aprender coisas novas sobre o que você já pensa que sabe. Eu acho que é isso.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Independente do real consenso sobre a importância da aplicação de atividades experimentais de Física no ensino médio, elas têm ocorrido com pouca frequência devido a fatores como a falta de tempo na preparação e na efetivação das atividades em sala de aula, a falta de materiais, a ausência de laboratórios equipados, turmas numerosas, etc. Essas hipóteses foram constatadas em referências como Hodson (1988, 1996); Laburú (2005); Galiazzi et al. (2001); Sère (2002); Araújo e Abib (2003); Laburú, Mamprin e Salvadego (2011), bem como no desenvolvimento dessa pesquisa.

Refletindo sobre essa problemática e alicerçados nos trabalhos de Goya e Halibi (2011); Goya, Tamura e Nascimento (2012), foram elaborados roteiros de atividades experimentais que envolvessem um novo equipamento didático chamado de Trilho Multifuncional. Essas atividades foram aplicadas com alunos do ensino médio de um colégio estadual, além de um curso de formação para professores de Física pertencentes ao NRE-Londrina. Na aplicação da pesquisa no ensino médio, procurou-se entender a efetividade, a aplicabilidade e o incentivo para o ensino e a aprendizagem de Física que experimentos realizados a partir do equipamento Trilho Multifuncional poderiam proporcionar. No contexto da formação de docentes, procurou-se entender a aceitação dos professores em relação ao novo material, se estariam dispostos a utilizá-lo em sala de aula e quais seriam suas contribuições tanto para o aprimoramento das atividades, quanto para o refinamento metodológico das práticas.

Na aplicação das atividades⁵¹ com alunos, foi constatado que houve melhorias significativas em relação aos conceitos abordados. A partir dos dados extraídos, tanto no registro qualitativo pela análise das falas, quanto no quantitativo, por meio dos exames estatísticos, percebeu-se que houve melhoramentos conceituais.

Na análise das notas sobre conceitos de cinemática, conforme a tabela 1 e 2, evidenciou-se um aumento relativo de acertos: na tabela 1 constatou-se 12 (doze) médias B e 9 (nove) médias C; por sua vez, na tabela 2 o resultado foi: 7 médias A, 11 B e 3 C. Ou seja, percebeu-se, pela comparação, que houve uma mudança no entendimento dos alunos sobre os conceitos de cinemática. Isso é novamente verificado na tabela 3, quando são comparadas as notas prévias e pós-aplicação a partir da análise estatística pelo teste t-Student. Nesse teste averiguou-se um

⁵¹ No decorrer do texto, essas atividades receberam o nome módulo. Exemplo: módulo sobre Dinâmica.

aumento na média geral de 4,75 para 6,39 e, um aumento estatístico de 1,53. Diante disso, pode-se afirmar que houve uma diferença estatística entre as médias das respostas dos alunos.

Na análise de ganho, a partir da tabela 4 e da análise percentual expostas nos gráficos 1, 2, 3, 4 e 5, também se evidenciou aumentos relativos, o que nos leva a considerar que as atividades realizadas sobre conceitos de cinemática, por meio do trilho multifuncional, auxiliaram no entendimento dos alunos produzindo novas aprendizagens.

As mesmas evidências são observadas nas análises quantitativas em relação aos conceitos de dinâmica. Nas tabelas 5 e 6, quando as médias de acertos em relação aos conceitos de dinâmica são avaliados, também se evidenciam mudanças relativas. A tabela 5 apresenta 2 médias B e 17 C, e a tabela 6, por sua vez, mostra 5 médias A, 7 B e 7 C. Tal fato nos possibilita apontar que, de alguma forma, as experiências feitas com o trilho sobre os conceitos de dinâmica contribuíram para o aprendizado dos alunos. Esses realces também são verificados nas tabelas 7 e 8, nas análises estatística e de ganho, a partir dos valores 2,03 e 0,35, para a diferença das médias para o ganho relativo geral, respectivamente. Ao mesmo tempo, os gráficos 6, 7, 8, 9, 10 e 11, também apontam que houve uma diferença significativa entre as respostas dos questionários prévios e pós módulo sobre dinâmica.

Em relação ao questionário final, especificamente nas respostas C1 e C2, verifica-se que a oportunidade de se ter manuseado experimentos por meio do trilho foi valorizada pelos alunos em virtude de, em sala de aula regular, atividades como essa não serem realizadas pelos professores de Física. Percebe-se nas falas, os experimentos trouxeram incentivo aos alunos para o estudo de Física e contribuíram para o aprendizado dos mesmos. Essas evidências são destacadas nos quadros 16 e 17.

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, o emprego de experimentos com o trilho pode ter facilitado a formação de conexões não-arbitrárias. Levando em consideração que os estudantes já tinham tido contato com a maioria dos conceitos abordados no curso em sala regular, acredita-se que os experimentos serviram como uma forma de conexão para a efetivação da aprendizagem.

Ao longo desse estudo, à medida em que foram sendo desenvolvidos os cursos com os alunos e com os professores, e foi se estudando a Teoria de Multimodos e Múltiplas Representações, percebeu-se também a necessidade de mudança na forma

de aplicação das metodologias e das práticas. Conclui-se que as experiências realizadas com o trilho podem contribuir para a aprendizagem, mas precisam ser complementadas com outros tipos de representações. De acordo com Lemke (2003), os estudantes precisam ter contato com cerca de três ou quatro formas de representações para consolidar sua aprendizagem. Portanto, considera-se que as atividades experimentais são de extrema importância, no sentido de incentivo aos estudantes para o estudo de Física, mas devem vir acompanhadas de outras atividades.

Quando as respostas dos questionários aplicados aos docentes foram analisadas, percebeu-se que todos dão importância às atividades práticas no ensino de Física, entretanto, verificou-se que a realidade das escolas públicas não condiz com essas expectativas. Grande parte dos professores assumiram que não utilizam atividades experimentais devido ao fato de que as escolas não possuem laboratórios adequados, das salas de aulas conterem excesso de alunos, pouco tempo para o preparo e a efetivação das atividades, cobrança exagerada do formalismo matemático imposto por vestibulares, etc.. Esses, dentro outros fatores, certamente vêm desmotivando os docentes na inovação de práticas em sala de aula. A última fala do professor P11 é pontual nesse sentido. Ele observa que vê seus colegas cada vez mais acomodados, com pouco desejo e necessidade em aprender e produzir novas metodologias sobre coisas que já sabem, justificando assim a pouca adesão dos docentes ao curso.

Em relação às atividades experimentais feitas a partir do trilho, e o próprio equipamento, todos os docentes se mostraram motivados em utilizá-lo devido a sua praticidade e baixo custo. No entanto, a maioria expressou que talvez o seu emprego seria mais eficaz sem o uso de formalismos matemáticos, apenas com ocupação prática. Segundo esses professores, a matemática dentro da física vem tendo tendência um pouco desestimulante para a maioria dos alunos, que trazem lacunas e dificuldades de outras séries.

Pensando no sentido de que os docentes precisam subsidiar os seus alunos, na esfera teórico/prática, acredita-se que apesar de os professores enfatizarem a não utilização de cálculos matemáticos, eles devem ser empregados. O essencial nesse ponto é compreender que, de acordo com a Teoria de Aprendizagem Significativa, Multimodos e Múltiplas Representações e Teoria de Transposição Didática, os alunos precisam estar em contato com diversas formas e modos de expressões dos

conteúdos para que possam se apropriar de maneira particular, e aprender de forma significativa, e não ficarem limitados apenas em desdobramentos matemáticos. Sendo a experimentação o centro da atividade científica, as práticas experimentais didáticas devem ser resgatadas pelos docentes de Física, especialmente aquelas modificadas e adequadas à realidade das escolas públicas, como as expostas nesse trabalho, que podem facilitar a organização do professor e promover a assimilação de conceitos pelos alunos.

Em reflexão sobre a formação realizada com os professores, é possível afirmar que cursos de formação continuada sobre o emprego de novas metodologias ou de materiais didáticos, podem incentivar o trabalho dos docentes em sala de aula. De maneira geral, nas conversas durante o período de curso, percebe-se sempre os docentes motivados em querer aprender mais, em adequar suas metodologias e contribuir com às práticas realizadas por meio do Trilho Multifuncional. Se pode concluir, portanto, que a formação serviu de incentivo para que os docentes pensassem na aplicação de atividades experimentais no ensino médio.

Todas as reflexões trazidas por meio das conversas e das respostas dos questionários dos professores e alunos contribuíram, ao mesmo tempo, para a elaboração do produto educacional final desse trabalho. A partir das análises dos dados, assim como das apreciações bibliográficas, foram elaboradas duas unidades de ensino (UEPS), voltadas especificamente à Teoria da Aprendizagem Significativa e Teoria de Multimodos e Múltiplas Representações.

Os resultados alcançados via professores e alunos foram bastante animadores, o que leva a crer que o material didático “Trilho Multifuncional” possui um grande potencial, pois é um equipamento de fácil acesso e manuseio, bem como as atividades produzidas a partir dele, uma vez que são relativamente fáceis, estimulantes aos estudantes, podendo produzir aprendizagens mais significativas. Espera-se que docentes de Física de todo o país possam ter acesso e utilizar o novo material didático e as unidades de ensino, formatadas conforme as Teorias de Aprendizagem Significativa e Multimodos e Múltiplas Representações que se encontram no apêndice 7 desse trabalho.

Almeja-se ao mesmo tempo que novos olhares possam ser destinados ao trilho, refletindo-se sobre aprimoramentos do mesmo, bem como possam ser produzidas novas sequências de ensino sobre outros temas dentro do contexto da cinemática ou dinâmica, ou ainda em outras matérias do ensino médio, como química e matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINSWORTH, Shaaron. **The functions of multiple representations**. Computers & Education, v. 33, 131-152, 1999
- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de ; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 25(2), 176-194, 2003.
- ARRUDA , Sérgio Melo; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Considerações sobre a função do experimento no ensino de Ciências**. Ciência e Educação , 3(1), 14-24, 1996.
- ARRUDA, Sergio de Mello; LIMA, João Paulo Camargo de; PASSOS, Marinez Meneghello. **Um novo instrumento para a análise da ação do professor em sala de aula**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 11 No 2, 2011.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK Joseph D; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, David. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BANDEIRA, C. F. **Insucesso Escolar na disciplina de Física do 10º ano de escolaridade, nos liceus Pedro Gomes e Domingos Ramos**, 2009. Acesso em 12 de ago de 2015. Disponível em: <http://portaldoconhecimento.gov.cv/handle/10961/1744>
- BARNES, Buckley R; CLAWSON Elmer U. **Do Advance Organizers Facilitate Learning?** Recommendations for Further Research Based on an Analysis of 32 Studies. Review of Educational Research. Vol. 45, No. 4, Autumn, 1975.
- BARROS, J. Acacio de.; SILVA, Glauco S.F. da., TAGLIATI, J. R., REMOLD, J. Engajamento Interativo no curso de Física da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v 26, n.1, p. 63-69, 2004
- BIASOTO, José Eduard; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos**. Fonte: ANAIS do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007. Acesso em 08 de out de 2015. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p897.pdf>
- BORGES, A. Tarciso. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, dez. 2002.
- BUENO, Regina de Souza Marques; KOVALICZN, Rosilda Aparecida. **O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais**. Curitiba: SEED- PR/ PDE, 2008. Acesso em 13 de jan de 2016. Fonte: Dia a Dia Educação : <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf>.
- CASTRO, Felipe González. et al. A Methodology for conducting integrative mixed methods research and data analyses. Journal of Mixed Methods Research, v. 4, n. 4, p. 342–360, 2010.
- CALLEGARI-JACQUES, Sídia M. **Biostatística: princípios e aplicações**. Artmed, Porto Alegre, 2003.

CARVALHO et. all., W. **Biologia: o professor e a arquitetura do currículo**. São Paulo : Articulação Universidade/Escola Ltda, 2000.

CHEVALLARD, Yves. **La Transposición Didáctica**: Del saber sabio al saber enseñado. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1991.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa**: Métodos Qualitativos, Quantitativos e Mistos. Artmed, 3 ed. 2010.

CRESWELL, John W.; CLARK, Plano. **Designing and Conducting Mixed Methods Research**. Thousand Oaks, CA, Sage, 2007.

DAL-FARRA, Rossano André; LOPES, Paulo Tadeu Campos. **Métodos mistos de pesquisa em educação: pressupostos teóricos**. Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente-SP, v. 24, n. 3, p. 67-80, set./dez. 2013

D'HAINAUT, Louis. **Conceitos e métodos da estatística**. v.1. Uma variável a uma dimensão. 2ª ed. Fundação Calouste Gilbenkian. Lisboa, 1997.

DOLIN, J. **Representational forms in physics**. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis, & E. Kallery (Eds.), Science education research in the knowledge-based society. Proceedings of the Third International Conference of the ESERA (pp. 359–361). Thessaloniki, Greece: Aristotle University of Thessaloniki, 2001.

DUVAL, R. **A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics**. Educational Studies in Mathematics, 61, 103-131, 2006.

FERREIRA, M. F.; et al. **Investigação sobre fatores de sucesso e insucesso na disciplina de Física no ensino Médio técnico integrado na percepção de alunos e professores do Instituto Federal de Goiás - Campus Inhumas**. HOLOS, Ano 29, Vol. 5, 2013.

FILHO, Dalson Britto Figueiredo; JÚNIOR, José Alexandre da Silva. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)**. Revista Política Hoje, Vol. 18, n. 1, 2009.

FILHO, Jose de Pinho Alves. **Atividades Experimentais: Do método à Prática Construtivista**. Tese de Doutorado . Florianópolis: UFSC, 2000.

FOLQUENIM, Sênita.; CALIFANI, Vitória. L.; GOYA, Alcides. **Um material motivador para estudos de lançamento oblíquo e conservação de energia no ensino médio**. In: Alessandra Dutra; André Luís Trevisan; Letícia Jovelina Storto. (Org.). II SEA seminário de ensino e aprendizagem: atualidades, perspectivas e desafios.. 1ª ed. Maringá: Nova Sthampa, 2015, v. 2, p. 151-164.

FOLQUENIM, Sênita.; GOYA, Alcides. **O trilho multifuncional nas aulas práticas de mecânica**. Revista Polyphonia, v. 26, p. 291-297, 2015.

FOLQUENIM, Sênita.; GONCALVES, Edson.; GOYA, Alcides. **Rolamento de uma bola de bilhar num plano inclinado**. In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2014, Ponta Grossa - PR. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2014.

GAGNÉ, Robert M. **Instruction and the conditions of learning**. In L. Siegel (ed.), Instruction: Some contemporary viewpoints, San Francisco: Chandler, 1967.

- GALIAZZI, Maria do Carmo. et. al. **Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio**: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. *Ciência e Educação*, 7(2), 249-263, 2001.
- GAUTHIER, Clermont; MARTINEAU, Stéphane; DESBIENS, Jean-François; MALO, Annie; SIMARD, Denis. *Por uma Teoria da Pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. Ijuí: Unijuí, 2006.
- GOYA, Alcides; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Uma atividade experimental de física por meio de investigação multimodal representacional**. *Experiências em Ensino de Ciências* V.9, n. 2, 2014.
- GOYA, Alcides; OGUIDO, V.; TAMURA, M. M.; NASCIMENTO, R. C. **O trilha multifuncional e relação com motivação e estratégia de estudo em física**. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013, São Paulo. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física - Sessão 3, 2013.
- GOYA, Alcides.; HALABI, Samir El. **Trilha Multifuncional para Ensino de Mecânica**. In: IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education (ICASE), 2011, Londrina. V EREBIO (Encontro Regional de Ensino de Biologia), 2011.
- GOWIN, D.Bob. **Educating**. Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1981.
- HALLIDAY, David., RESNICK, Robert., KRANE, Kenne S., **Física**. v. 1, Rio de Janeiro: LTC Ltda, 2012.
- HAKE, Richard R. **Interactive- engagement vs. traditional methods**: A six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, AAPT, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.
- HODSON, Derek. **Teaching and learning science**: Towards a personalized. Open University Press, 1998.
- HODSON, Derek. **Experimentos em Ciências e Ensino de Ciências**. *Educational Philosophy and Theory* , 53-66, 1988.
- HODSON, Derek. **Experimentos na ciências e no ensino de ciências**. *Educational Philosophy and Theory*, 53 - 66, 1988.
- HODSON, Derek. **Practical works n school science**: exploring somo directions for change. *Science Education*, 18(7), 755-760, 1996.
- HOFSTEIN , Avi.; LUNETTA , Vincent N. **The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century**. *LABORATORY IN SCIENCE EDUCATION*, 28-54, 2003.
- JESUS, Saul Neves de. **Desmotivação e crise de identidade na profissão docente**. *KATÁLYSIS*, v. 7, n. 2, jun./dez. 2004. Disponível em: http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2926117&orden=0. Acesso em 09 set 2015.
- KLEIN, Pery D. **Rethinking the multiplicity of cognitive resources and curricular representations**: alternatives to “learning styles” and “multiple intelligences”. *Journal of Curriculum Studies*, New York, v. 35, n. 1, p. 45-81, 2003.
- LABURÚ, Carlos Eduardo. **Seleção de experimentos de física no ensino médio**: uma investigação a partir das falas dos professores. *Investigação em Ensino de Ciências*, 10(2), 2005.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; SILVA, Osmar Henrique Moura da. **Multimodos e Múltiplas Representações, Aprendizagem Significativa e Subjetividade**: três referências conciliáveis da educação científica. *Ciência & Educação*, 17(2), 469-487, 2011.

LABURÚ, Carlos Eduardo; MAMPRIN, Maria Imaculada de Lourdes Lagrotta; SALVADEGGO, Wanda Naves Cocco. **Professor das Ciências Naturais e a Prática de Atividades Experimentais no Ensino Médio**: Uma análise segundo Charlot. Londrina: Eduel, 2011.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura da. **O Laboratório Didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional**. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011.

LEITE, Daniel Saraiva; RINO, Lucia Helena Machado. **Análise de Significância Estatística na Comparação entre Sistemas de Sumarização Automática**. Série de Relatórios do Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional NILC - ICMC-USP, São Carlos, 2009.

LEMKE, Jay L. **Teaching all the languages of science**: words, symbols, images, and actions. [S. l.]: [s. n.], 2003. Disponível em: <<http://www-personal.umich.edu/~jaylemke/papers/barcelon.htm>>. Acesso em: 02 de nov. 2015.

MARTINI, Gloria et al. **Conexões com a Física**. Moderna, 2 ed. 2013.

MORAES, Arthur Marques; MORAES, Itamar José. **A Avaliação Conceitual de Força e Movimento**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 22(2), 232-246, 2000.

MORAES, Fábio Junior Paes de; OLIVEIRA, Sejane Ribeiro de. **O Fenômeno Indisciplina**: Dificuldades Enfrentadas no Contexto Escolar. Acesso em 20 de jan de 2016. Fonte:

http://www.webartigos.com/_resources/files/_modules/article/article_99252_201211101932557091.pdf

MOREIRA, Marco Antonio. **Pesquisa básica em Educação em Ciências**: uma visão pessoal. *Revista Chilena de Educación Científica*, 3(1): 10-17, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa**: um conceito subjacente. */Meaningful Learning Review*, v1(3), p. 25-46, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio.; AXT, R. **Tópicos em ensino de ciências**. Porto Alegre: SAGRA, 1991.

MOREIRA, M. A.; MASINI, Elcie Fortes Salzano. **Aprendizagem Significativa**: A teoria de David Ausubel. São Paulo, Centauro, 2001.

MOREIRA, M.A. **Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas**. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(2): 43-63, 2011.

MOREIRA, Wagner Brant et al. **Leitura Crítica de Artigos Científicos**. Manual de Condutas SBOC, Belo Horizonte, MG, 2012. Disponível em <http://www.sbo.org.br/app/webroot/leitura-critica/>. Acesso em 19 out. 2015.

NASSIF, Vânia Maria Jorge; GHOBRI, Alexandre Nabil; BIDO, Diogenes de Souza. **É possível integrar a teoria à prática no contexto e sala de aula?** Uma resposta

através do método seminário revisado através da pesquisa-ação em curso de administração. *Revista de Ciências da Administração*, 9(18), 11-34, 2007

NEVES, Késia Caroline Ramires; BARROS, Rui Marcos de Oliveira. **Diferentes Olhares acerca da Transposição Didática**. *Investigações em Ensino de Ciências* – V16(1), p. 103-115, 2011.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, B. **Aprender a aprender**. Tradução de Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, Joseph D. **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução para o português, de M.A. Moreira, do original *A theory of education*. Ithaca, N.Y., Cornell University, 1977.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(1), 139-156, 2010.

PARANÁ. Diretrizes Curriculares da Rede Pública de Educação Básica do Estado do Paraná – **Física**. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação, 2008.

PARANÁ. Diretrizes Curriculares da Rede Pública de Educação Básica do Estado do Paraná – **educação básica**. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação, 2008b.

PRAIN, Vaughan.; WALDRIP, Bruce. **An Exploratory Study of Teachers' and Students' Use of Multi-modal Representations of Concepts in Primary Scienc**. *International Journal of Science Education* Vol. 28, No. 15, p. 1843–1866, 2006.

PEREIRA, Paulo Roberto Barbosa. **Transposição Didática como mediadora da transformação dos saberes**. 2012. Fonte: <http://pt.slideshare.net/prpereira/a-transposio-didtica-12546699>

PÉREZ Gil; CASTRO Valdés. (1996) “La Orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: um ejemplo ilustrativo”. *Ens. de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.

PERUZZO, Jucimar. *A Física de Experimentos*. V. I, Mecânica. Edição do Autor, Irani, 2013.

PIETROCOLA, Maurício. **Ensino de Física: conteúdo, Metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. v 1. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

REZENDE, Flavia; OSTERMANN, Fernanda. **A prática do professor e a pesquisa em ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 22, n. 3, p. 316-337, dez. 2005. Disponível em: Acesso em: 07 mai. 2016.

RICARDO, Elio Carlos. **Problematização e Contextualização no Ensino de Física**. Em I. A. (Org.), & C. Learning (Ed.), *Ensino de Física* (Vol. 1, pp. 29-51). São Paulo: Coleção Ideias em Ação, 2010.

RODRIGUES, Maria Izabel.; IEMMA, Antonio Francisco. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia sequencial de planejamentos**. 1 ed. Campinas, São Paulo, Casa do Pão Editora, 2005.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2005.

SPRATT, Christine; WALKER, Rob; ROBINSON, Bernadette. **Mixed research methods. Practitioner Research and Evaluation Skills Training in Open and Distance Learning.** Commonwealth of Learning, 2004. Disponível em: <http://www.col.org/SiteCollectionDocuments/A5.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2016.

SÉRÉ, MARIE-GENEVIÈVE **La enseñanza en el laboratorio.** Qué podemos aprender en términos de conocimientos práctico y de actitude hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 357-365, 2002.

SILVA, Arlete Vieira da. **A articulação entre teoria e prática na construção do conhecimento pedagógico do conteúdo.** *Revista Espaço Acadêmico*(112), 58-66, (2010).

SIQUEIRA, Maxwell; PIETROCOLA, Maurício. **A Transposição Didática Aplicada: A teoria contemporânea: A Física de partículas elementares no ensino médio.** Fonte: X ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (2006) : http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_atransposicao didatica apl.trabalho.pdf

TIPLER Paul .A; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**, volume 1, 6ª edição. Rio de Janeiro, LTC, 2009.

THOMAZ, Marília Fernandez. **A experimentação e a formação de professores de ciências:** uma reflexão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 17(3), 360-369, 2000.

TREVISIAN, Tatiana Santini; MARTINS, Pura Lucia Oliver. **O professor de química e as aulas práticas.** Fonte: 52º Congresso Brasileiro de Química, 2012. Acesso em 15 de out de 2015. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/336-13787.html>

ZIN, S. L; MASSOT, C. E. **Física por experimentos demonstrativos.** X Simpósio Nacional de Ensino de Física (pp. 708-711). Londrina: Sociedade Brasileira de Física, 1991/1993.

ZOMPERO, Freitas Zompero. LABURÚ, Carlos Eduardo. **As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais.** *Revista Ensaio*, 12(3), 31-40, 2010.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Apresentação do Equipamento e dos experimentos feitos a partir do Trilho Multifuncional

Os experimentos sobre MU, MUV, Lançamento Oblíquo e Força de Atrito, dentre outros experimentos, foram estudados dentro do laboratório da UTFPR-Londrina, no segundo semestre de 2014. Foi comprovado que as técnicas desenvolvidas atendem as práticas realizadas no contexto do Laboratório Didático. Essas corroborações podem ser verificadas a partir dos trabalhos de FOLQUENIM, GONÇALVES e GOYA (2014) e FOLQUENIM, CALIFANI e GOYA (2015). Na sequência apresentado o equipamento e exposto os procedimentos que devem ser adotados a partir do Trilho Multifuncional para a execução dos experimentos.

O Equipamento “Trilho Multifuncional”

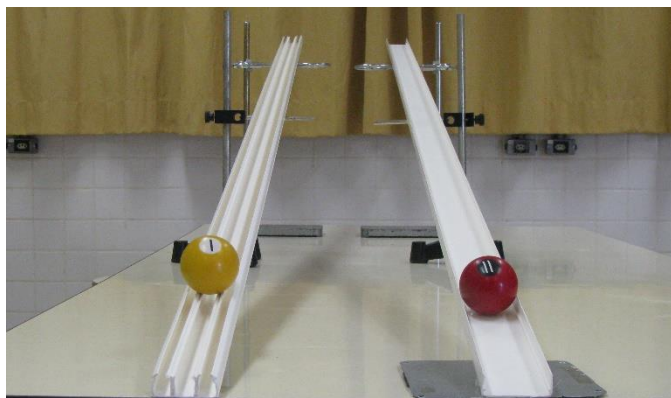
O Trilho Multifuncional é um novo equipamento de cunho didático que vem sendo proposto para o ensino de Física, a partir do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Humanas Sociais e da Natureza – UTFPR/Londrina. O aparelho, há algum tempo vem sendo estudado por Goya e Halabi (2011) e Goya, Tamura e Nascimento (2012) e posteriormente por Folquenim, Gonçalves & Goya (2014), Folquenim, Califani e Goya (2015) e Folquenim e Goya (2015), e já é comprovada a eficácia de sua aplicabilidade principalmente no contexto do Laboratório Didático.

O aparelho foi projetado para atender os principais experimentos na área de Cinemática e Dinâmica. Nele podem ser simulados experimentos sobre Movimento Uniforme (M.U.), Movimento Uniformemente Variado (M.U.V.), Lançamento Oblíquo, Lançamento Horizontal, Forças de Atrito, Energia Cinética e Energia Potencial Gravitacional, Dissipação da Energia Mecânica pelas Forças de Atrito, Conservação do Momento Linear e Energia em Colisões.

O equipamento é muito simples, barato e prático de ser manipulado. Consiste em duas canaletas de plástico, que são compradas geralmente em pares, com dimensões 5,0 cm x 2,0 cm x 210,0 cm, sendo facilmente encontradas em lojas de materiais de construção ou de materiais elétricos, e que tem um custo médio de R\$ 40,00 (quarenta reais). Além das canaletas, para fazer os experimentos, é necessário ter aliado ao conjunto, apoios para o trilho, fita adesiva, prumo, trena, bolas de bilhar,

blocos metálicos (alumínio, cobre, ferro, etc.), papel carbono, folha sulfite, e cronômetro.

Figura 1 - A imagem mostra o conjunto das duas canaletas de plásticos, que compõem o trilho multifuncional

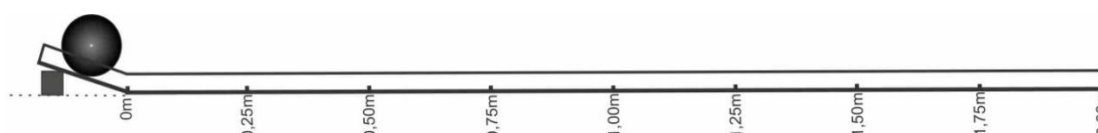


Descrição do experimento sobre Movimento Uniforme (M.U.)

No estudo feito na primeira etapa dessa pesquisa, sobre o experimento de Movimento Uniforme, foi constatado que se pode utilizar tanto o trilho liso quanto o acanalado, que devem ficar dispostos praticamente na horizontal. Há a necessidade de fazer com que eles fiquem com uma pequena inclinação em relação a horizontal para compensar as forças de atrito envolvidas no sistema.

No experimento se deve dispor de uma bola de bilhar que é solta a partir de uma base de 10 cm de elevação em relação ao trilho, que serve como uma espécie de lançador da bolinha. Esse lançador, pode ser um pedaço cortado do próprio trilho, um bloco de metal ou qualquer corpo rígido, que seja disposto no sistema e forneça uma velocidade inicial para que a bola comece a descrever movimento. A montagem pode ser averiguada a partir da figura

Figura 2 - Esquema de montagem do experimento sobre MU a partir do trilho multifuncional



O experimento é simples e fácil de ser feito, pois depende apenas da configuração do sistema mencionada anteriormente e da tomada de dados dos tempos. Primeiro, dispara-se o cronômetro no instante em que a esfera atinge o início do trilho que deve ser interrompido quando a bola passa pelas oito marcas, feitas de

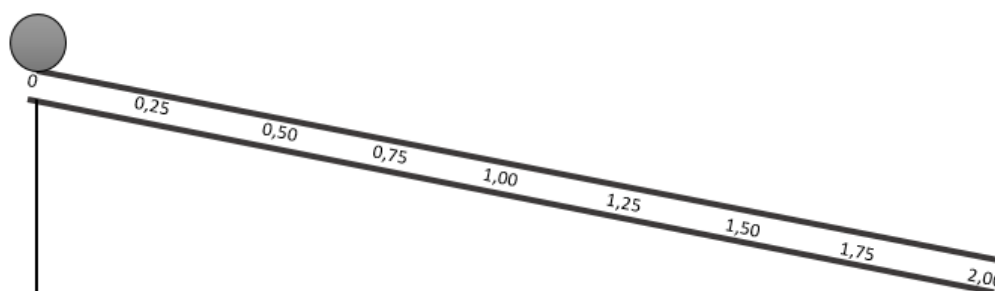
0,25m em 0,25m. A partir das oito distâncias e dos respectivos tempo tomados, se calcula facilmente a velocidade média dos trechos. O experimento sobre M.U. estudado a partir do Trilho Multifuncional se demonstrou eficiente e prático atendendo as expectativas do laboratório didático. Outras informações sobre o experimento podem ser verificadas em Folquenim, Gonçalves e Goya (2014), Folquenim, Califani e Goya (2015) e Folquenim e Goya (2015).

Descrição do experimento de Movimento Uniformemente Variado (M.U.V)

O experimento sobre movimento uniformemente variado é realizado de forma análoga ao de movimento uniforme, tendo como diferença apenas a inclinação do trilho em relação a horizontal, com o ângulo θ aproximadamente de 6° . A sugestão para esse experimento é da utilização do trilho acanalado devido a sua maior inflexibilidade.

Na montagem do experimento, um lado do segmento deve permanecer fixo em um suporte que pode ser uma mesa ou uma carteira, e o outro deve estar a mais ou menos 10 cm da horizontal. A figura a seguir simula a montagem do experimento.

Figura 3 - Simulação da montagem do experimento de MUV



Na manipulação do experimento é necessário que duas pessoas o efetivem, sendo que uma deve ser responsável pelo lançamento da bolha de bilhar e a cronometragem dos tempos e outro pela interrupção da bolinha nas marcas de 0,25m em 0,25m demarcadas no trilho. É aconselhável que se solte a bolinha sempre com velocidade nula no início do trilho, para que efetivamente possa percorrer a superfície com aceleração constante.

Como no experimento sobre M.U., um cronômetro deve ser utilizado e interrompido quando o projétil atingir as marcas sobre o trilho. É importante que se façam várias medidas de tempo para que se diminuam erros aleatórios e

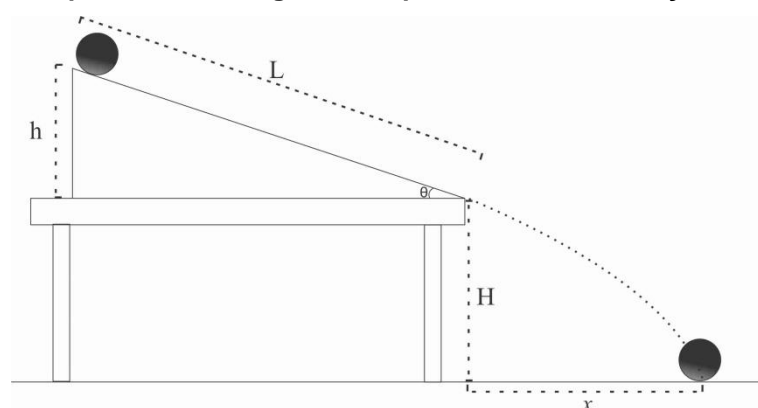
posteriormente se efetue as médias desses valores. Com os valores dos tempos médios facilmente se calcula o valor das velocidades entre os espaços de 0,25m a 2,00m no trilho. O próximo passo para se concluir que o movimento é M.U.V. é apenas calcular o valor das acelerações entre os trechos.

Descrição do experimento sobre Lançamento Oblíquo

No contexto do Laboratório Didático, constatou-se que a forma mais fácil de trabalhar o conceito de Lançamento Oblíquo com o trilho multifuncional é pelo alcance horizontal. Para averiguar efetividade do experimento e determinar as possíveis angulações do trilho em relação a horizontal que apresentassem a mínima margem de erro possível, as medidas aferidas a partir do alcance horizontal foram comparadas com o cálculo da velocidade pela conservação de energia mecânica que podem ser verificados em Folquenim, Gonçalves e Goya (2014).

Na execução do experimento de Lançamento Oblíquo pelo alcance horizontal é utilizado o trilho liso, que deve ser fixado em uma superfície uniforme. Vale ressaltar que o trilho acanalado também pode ser utilizado nessa prática. Abaixo a figura demonstra a montagem do experimento.

Figura 4 - Esquema de montagem do experimento sobre Lançamento Oblíquo



Fonte: FOLQUENIM, GONÇAVES e GOYA (2014).

A partir dos estudos realizados foi constatado que entre os ângulos de 5° a 28° do posicionamento do trilho em relação a horizontal, para o contexto do laboratório didático, as medidas possuem erros desprezível.

Os procedimentos que devem ser seguidos para a execução desse experimento são os seguintes. Solta-se a bolinha de bilhar no início do trilho, que cairá a uma determinada distância em relação a superfície de apoio. Deve-se realizar um

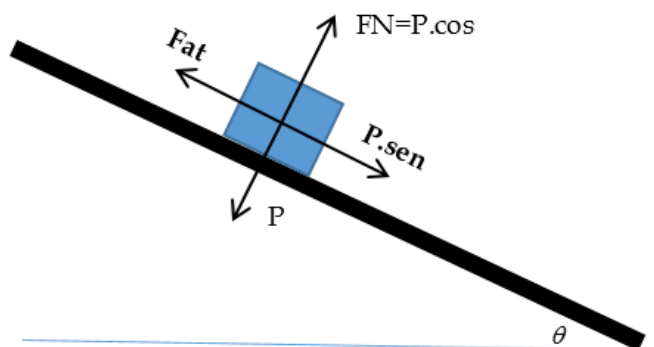
primeiro procedimento, verificando mais ou menos aonde a bolinha irá cair, e na sequência posicionar uma folha sulfite e um papel carbono, para que se possa localizar o ponto de encontro da bolinha com o chão. É interessante realizar vários procedimentos até que se tenha a certeza que a bolinha não está quicando em lugares distintos. A partir do momento que se tiverem marcar razoavelmente parecidas, utiliza-se uma trena para encontrar o valor (x) de alcance da bolinha em no lançamento. Vale destacar que a saída da bolinha deve ser prumada em relação ao chão. Além disso, também é necessário que se tenha o valor da altura (H) do final do trilho em relação ao chão, que é utilizado no cálculo da velocidade, conforme a equação. A título de comparação, pode ser calculado o valor da velocidade da bolinha no Lançamento Oblíquo pelo alcance horizontal, assim como como pela previsão teórica de Conversação de Energia. Mais detalhes desse experimento podem ser verificados em FOLQUENIM, GONÇALVES e GOYA (2014) e FOLQUENIM, CALIFANI e GOYA (2015).

Descrição do experimento sobre Força de atrito e Coeficientes de Atrito.

O experimento para a determinação dos coeficientes de atrito estático e cinético é duplo. Para se obter os valores dos coeficientes a melhor forma é a de utilizar o trilho liso. Deve-se escolhendo objetos com superfícies retas, que entrarão em contato com ele, como por exemplo, bloquinhos de cobre, alumínio, ferro ou até mesmo madeira, que são comumente encontrados nos laboratórios de ciências de colégios estaduais do estado do Paraná.

Para a execução do experimento de atrito estático, uma ponta do trilho deve ser sustentada em uma determinada superfície plana, de modo que não deslize, e o outro lado deve ficar livre para que possa sofrer variações de altura, de forma que o material que for colocado em contato comece a deslizar. Na eminência do deslizamento afere-se o valor do coeficiente de atrito estático do material, sabendo que neste momento surge um equilíbrio entre a componente tangencial da força peso e a força de atrito. A figura abaixo expressa essa condição de equilíbrio.

Figura 5 - Condição de equilíbrio entre um bloco e a superfície do trilho liso



Assim, a determinação da força de atrito estático pode ser realizada a partir da tangente do ângulo, conforme a equação a seguir.

$$P \cdot \sin \theta = \mu P \cos \theta \Rightarrow \mu_{\text{estático}} = \operatorname{tg} \theta \quad (1)$$

Para a determinação do coeficiente de atrito cinético entre a superfície do material escolhido e a superfície do trilho, há a necessidade de fixar as duas pontas do equipamento em uma superfície qualquer fixa, e a outra há uma determinada altura em relação a horizontal. Sabendo que no momento em que o material começa a deslizar evidencia-se um equilíbrio de forças, pode-se dizer portanto que (Tipler e Mosca, op. cit.)

$$F_{\text{at}} = \mu \cdot P \cdot \cos \theta \quad (2)$$

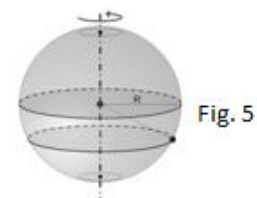
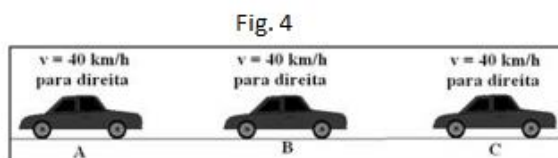
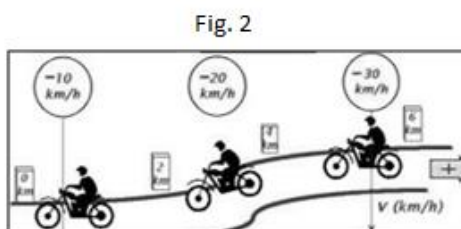
Pela segunda Lei de Newton, consegue-se facilmente determinar o coeficiente de atrito cinético. Admitindo que a força resultante é igual a $F = m \cdot a$, pode-se calcular facilmente o coeficiente pela equação (Tipler e Mosca, op. cit.)

$$\mu_{\text{cinético}} = \operatorname{tg} \theta - \frac{v^2}{2 \cdot L \cdot g \cdot \cos \theta} \quad (3)$$

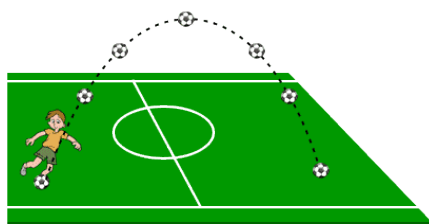
O valor da velocidade do objeto em relação ao trilho, pode ser encontrado a partir do cálculo de *lançamento oblíquo* pelo alcance horizontal já discutido no tópico anterior. Sugestiona-se também como princípio de comparação em sala de aula, calcular os valores dos coeficientes tanto pelos experimentos como pela previsão teórica de conservação de energia, que pode ser verificada em Folquenim, Califani e Goya (2015).

Apêndice 2 - Questões em Aberto Sobre os Conhecimentos de Cinemática

- 1) Explique de maneira mais sintética possível o que você entende por velocidade média?
- 2) Quais deste movimentos correspondem ao Movimento Uniforme e quais desses corresponde uniforme variado? E por que você classificou assim? (5 desenhos)



- 3) Explique de maneira sucinta o que você entende por lançamento oblíquo.
- 4) Quais das figura abaixo corresponde a um lançamento considerado como “lançamento oblíquo”? Explique. (Escreva se necessário atrás da folha)



(Fig. 01)

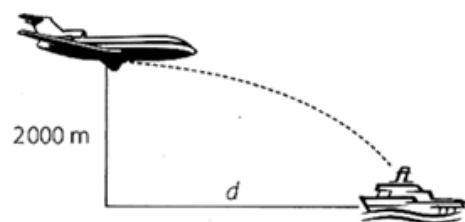


fig. 2



fig 3

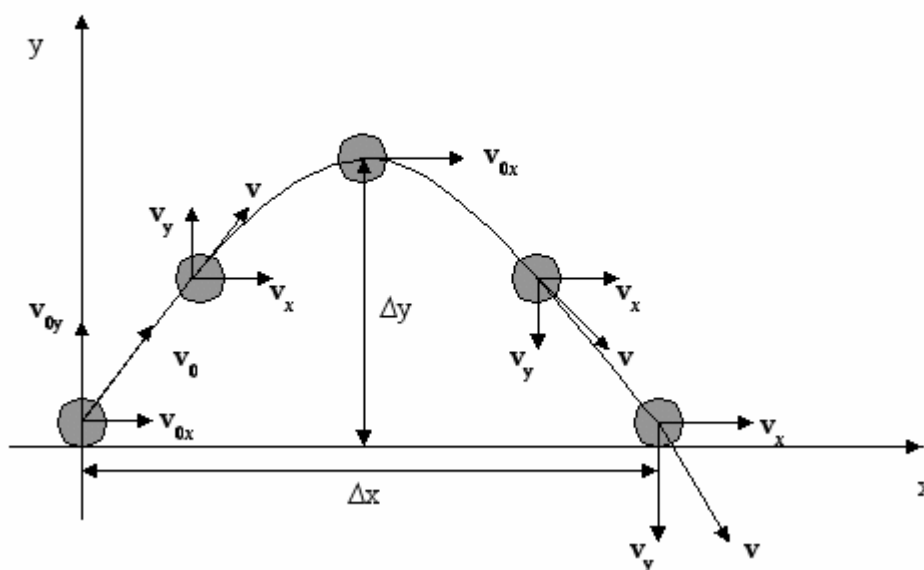


fig 4

5) Imagine que a figura abaixo represente o lançamento de um objeto a partir do solo.

Explique com suas palavras **o que você precisaria e como faria** para calcular:

- o tempo que o corpo leva para atingir a altura máxima?
- a altura máxima?
- o tempo gasto para atingir o solo?
- o alcance do objeto?



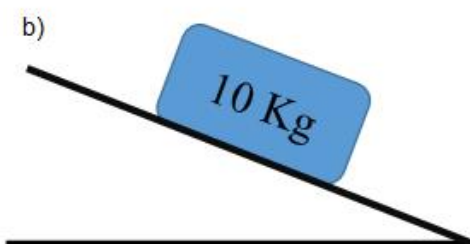
Apêndice 3 – Questões Sobre Força de Atrito e Coeficientes de Atrito

1 – O que você entende por atrito?

2 – Você saberia dizer com qual grandeza física o “atrito” está relacionado?

3 – O que é necessário para que se haja atrito?

4 – Analise as situações a seguir e tente identificar aonde o atrito “pode” ser maior ou menor. Numere em ordem decrescente, começando pelo maior e terminando com o menor.



5) Você saberia dizer qual é a importância do atrito?

6) O que você entende por “coeficiente de atrito”? Como o que ele está relacionado e você saberia calculá-lo?

Apêndice 4 - Questionário Final

Procure responder as questões a seguir de forma sincera. Depois de responder, dê uma nota de 0 a 10 sobre o que você aprendeu sobre cada tema abordado em cada questão.

A1 – Antes do trabalho com o trilho multifuncional escreva o que você lembrava sobre o conceito de MU (Movimento Uniforme).

Nota: _____

A2 – Antes dos experimentos você sabia a diferença entre Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado?

Nota: _____

A3 - O que você lembrava antes dos experimentos sobre “lançamento oblíquo”?

Nota: _____

A4 - Antes de você participar da aula sobre força de atrito, você tinha noção de como encontrar o valor do coeficiente estático? Explique.

Nota: _____

B1 – Faça um resumo sobre o que você aprendeu no experimento A1 onde a bola de bilhar rolava na horizontal.

Nota: _____

B2 - Faça um resumo sobre o que você aprendeu no experimento A2 onde a bola de bilhar rolava com uma certa inclinação.

Nota: _____

B3 – Faça um resumo sobre o que você aprendeu no experimento A3, onde a bola de bilhar, depois de rolar, foi lançada até cair no chão.

Nota: _____

B4 - Faça um resumo sobre o que você aprendeu com o experimento A4, no qual se procurou estudar as forças e os coeficientes de atrito.

Nota: _____

C1 – Dê sua opinião sobre se o uso do trilho multifuncional contribuiu para a sua aprendizagem.

Nota: _____

C2 – Deixe algum recado para a professora se sentir-se a vontade.

Apêndice 5 - Questionário prévio aplicado aos Professores

1. Características pessoais e funcionais:

a. Situação funcional: () Professor do quadro (QPM); () Professor do processo seletivo (PSS).

b. () graduado em Física; () outras: _____ ; () especialização: _____

c. Jornada: _____ horas/semanais; _____ tempo de magistério: _____ Anos

d. Modalidade de Ensino Médio que atua: () 1º ano () 2º Ano 3º Ano ()

2a. Atualmente você está conseguindo inserir o laboratório nas aulas de física? Explique os motivos, as facilidades e as dificuldades pessoais, a sua formação acadêmica, o apoio da instituição, etc.

2b. Os seus colegas (podem ser de outras escolas públicas) estão conseguindo utilizar o laboratório nas aulas de física? Explique os motivos, as facilidades e as dificuldades, a formação acadêmica dos colegas, o apoio da instituição, etc.

3a. Atualmente você consegue fazer com que algumas aulas tenham alguma prática demonstrativa (na própria sala de aula, sem ir ao laboratório)? Explique os motivos, as facilidades e as dificuldades, o apoio da instituição, etc.

3b. Os seus colegas (podem ser de outras escolas públicas) conseguem fazer com que algumas aulas tenham alguma prática demonstrativa? Explique os motivos, as facilidades e as dificuldades, o apoio da instituição, etc.

4a. Você acha que uma atividade como essa que estamos organizando vai conseguir fazer com que você efetivamente utilize o trilha nas suas aulas? Explique:

4a. Você acha que uma atividade como essa que estamos organizando vai conseguir fazer com que todos os participantes efetivamente utilizem o trilha nas aulas deles? Explique:

5. *Aulas de física expositivas com um amontoado de fórmulas e sem atividades práticas de laboratório, foram problemas do passado (COSTA et al, 1989) e perdura nos tempos atuais, pois muitos professores de física do ensino médio se sentem inseguros, demonstram insatisfação com seus métodos de ensino e estão conscientes de que ensinam de forma tradicional com excessivo formalismo matemático (REZENDE & OSTERMANN, 2005).*

Analise com calma a opinião desses pesquisadores em ensino de física e escreva no verso da folha se você concorda ou discorda, justificando a sua opinião e inclusive sugerindo alguma solução.

Apêndice 6 - Questão feita aos professores no meio do curso

Características pessoais e funcionais:

Nome do professor(a):

a. Situação funcional: () Professor do quadro (QPM); () Professor do processo seletivo (PSS).

b. () graduado em Física; () outras: _____ () especialização: _____

c. Jornada: _____ horas/semanais; tempo de magistério: _____ Anos

d. Modalidade de Ensino Médio que atua: () 1º ano () 2º Ano 3º Ano ()

Sabemos que a realidade nas salas de aulas tanto da rede estadual, quanto na rede particular de ensino são diferentes. A partir do que você viu até agora nesse curso sobre o Trilho Multifuncional, nos experimentos de MU, MUV, Lançamento Oblíquo, Lançamento Horizontal, Força de Atrito e Dissipação de Energia, sugira adaptações que você faria para aplicar os experimentos conforme a sua realidade. Enumere também os pontos positivos e negativos que você observou na utilização do equipamento.

Apêndice 7 – PRODUTO EDUCACIONAL

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas⁵²

⁵² Apenas por motivo de formatação é feito nova paginação nas UEPS a seguir.