

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PIAUÍ



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**ESTUDO DO PLANO INCLINADO: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE  
UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO NA PERSPECTIVA TEÓRICA  
DE DEWEY E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**

**RICARDO ABREU SANTOS**

**TERESINA-PI  
2019**

RICARDO ABREU SANTOS

**ESTUDO DO PLANO INCLINADO: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE  
UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO NA PERSPECTIVA TEÓRICA  
DE DEWEY E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí - UFPI no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Francisco Ferreira Barbosa Filho

TERESINA  
2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI  
e-mail: mnpef@ufpi.edu.br

**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
DE RICARDO ABREU SANTOS**

Às quatorze e trinta horas do dia vinte e seis de setembro de dois mil e dezenove, reuniu-se no auditório do Departamento de Física do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí, no Campus Ministro Petrônio Portella, a Comissão Julgadora da dissertação intitulado "ENSINO E APRENDIZAGEM DA MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DO DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM PLANO INCLINADO UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO" do aluno Ricardo Abreu Santos, composta pelos professores Francisco Ferreira Barbosa Filho (orientador, UFPI), Lázaro Luís de Lima Sousa (UFERSA), Neuton Alves de Araújo (UFPI) e Alexandre de Castro Maciel (UFPI), para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Prof. Francisco Ferreira Barbosa Filho, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 26 de setembro de 2019.

Prof. Francisco Ferreira Barbosa Filho	
Prof. Lázaro Luís de Lima Sousa	
Prof. Neuton Alves de Araújo	
Prof. Alexandre de Castro Maciel	

FICHA CATALOGRÁFICA

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

S237e Santos, Ricardo Abreu.

Estudo do plano inclinado: desenvolvimento e aplicação de uma sequência de ensino investigativo na perspectiva teórica de Dewey e aprendizagem baseada em problemas / Ricardo Abreu Santos. – Teresina: 2019.

246f. il: color

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

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho.

1. Ensino de Física. 2. Física – Ensino Investigativo. 3. Arduino. 4. Plano Inclinado. I. Título.

CDD 537.6

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes CRB3 - 1461

*Dedico esta dissertação aos meus pais, amigos e familiares.*

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, Raimundo Rosendo dos Santos e Maria de Jesus Abreu, que sempre fizeram o possível e o impossível para fornecer-me uma boa educação e que sempre me incentivaram a alçar voos mais altos.

Ao Professor Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho, meu grande mestre e amigo. Pela orientação firme e constante ao longo de tantos anos. Pelo incansável esforço que não me permitiu esmorecer, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha esposa Elayne da Costa por estar sempre ao meu lado e sempre firme. Pelas noites mal dormidas e pelas que nem dormidas foram. Por sempre desejar e torcer pelo meu sucesso e vibrar com as minhas conquistas. Por acreditar em mim sempre.

A Gustavo Henrique, meu amado filho. Pela alegria, carinho e afeto que me oferta continuamente.

A todos os professores do Programa que contribuíram para os meus estudos. Pelos ensinamentos. Pela disposição.

A todos que fazem parte da Escola CEJA Lucia Bayma professores, alunos e funcionários e, em especial, aos meus diretores Erismar Monteiro e Valdemir Guimarães, pelo apoio ao crescimento profissional e pela amizade, sem os quais não poderia haver este trabalho.

Em especial aos professores/amigos do mestrado, que muito me ajudaram e me incentivaram nessa jornada. Pelas risadas. Por todos os bons momentos. .

A todos os meus amigos, colegas e parentes, sem os quais a vida não teria a mesma graça. Pelo incentivo.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida, o que em muito favoreceu o desenvolvimento da pesquisas, a construção do experimento e a conclusão deste trabalho.

*“Criamos uma civilização global em que os elementos mais cruciais [...] dependem profundamente da ciência e da tecnologia. Também criamos uma ordem em que quase ninguém compreende a ciência e a tecnologia. Podemos escapar ilesos por algum tempo, porém, mais cedo ou mais tarde, essa mistura inflamável de ignorância e poder vai explodir na nossa cara.”—Carl Sagan, 1995 pág.44*

## RESUMO

Devido a grande dificuldade envolvendo conceitos físicos e matemáticos e entendendo a necessidade da escola de se adequar à nova realidade da educação, mais próxima do corpo discente e de sua realidade social, o estudo de outras formas de abordagem da Física se faz necessário. Nesse trabalho é relatado um arranjo experimental em forma de Sequência de Ensino Investigativo (SEI) a fim de verificar em que medida essa proposta contribuiu para o aprendizado com alunos da 1ª Série do Ensino Médio da escola CEJA Lúcia Bayma localizada na cidade de Codó-MA. Para tal foram utilizados sensores de reflexão do Arduino® acoplados a um plano inclinado com o intuito de medir o tempo da passagem de um móvel e posterior à verificação desses dados, a análise desses para calcular os valores de velocidade, aceleração em relação ao ângulo de inclinação sem esquecer essa relação com a altura, tudo isso as vistas do conteúdo programado de Cinemática, Dinâmica e Energia. O objetivo da proposta descrita não é de comprovar leis ou fórmulas e sim ver a aceitação e a interatividade dos alunos de modo que possam interpretar os conceitos estudados e aplica-los em seu cotidiano através da experimentação e situações problemas em sala de aula. Mas, será que esta abordagem contribui para facilitar o ensino/aprendizagem de conteúdos mais profundamente, tornando-os significativos? Tomando como base a teoria pragmatista de John Dewey e o método ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas) através de uma pesquisa de natureza aplicada de objetivo descritiva analisada qualitativa e quantitativa chegou-se a parâmetros conclusivos que esta forma de metodologia ativa possibilitou um alto grau de envolvimento dos estudantes, resultando em ótimos índices nas avaliações aplicadas.

**Palavras-chave:** Ensino Investigativo, Arduino, Experimento, Plano inclinado.



## ABSTRACT

Due to the great difficulty involved in physical and mathematical concepts and understanding the need of the school to adapt to the new reality of education, closer to the student body and its social reality, the study of other forms of approach to physics becomes necessary. In this work, an experimental arrangement in the form of a Sequence of Investigative Teaching (SEI) is reported in order to verify the extent to which this proposal contributed to the learning with students of the 1st Grade of the school CEJA Lúcia Bayma, located in the city of Codó-Ma. For that, Arduino reflexive sensors were coupled to an inclined plane in order to measure the time of passage of a piece of furniture and subsequent to the verification of these data, the analysis of these to calculate the values of velocity, acceleration in relation to the angle of inclination without forget about this relationship with height, all this the views of the programmed content of Kinematics, Dynamics and Energy. The purpose of the proposal described is not to prove laws or formulas but rather to see students' acceptance and interactivity so that they can interpret the concepts studied and apply them in their daily lives through experimentation and problem situations in the classroom. But does this approach help to facilitate the teaching / learning of content more deeply, making them meaningful? Based on John Dewey's pragmatist theory and the ABP (Problem Based Learning) method through a research of applied nature of descriptive objective analyzed quantitatively, it was reached conclusive parameters that this form of active methodology allowed a high degree of involvement of the students, resulting in excellent ratings in applied assessments.

**Keywords:** Investigative Teaching, Arduino, Experiment, Inclined Plane

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Professores do ensino médio: Porcentagem de docentes no Brasil formados nas disciplinas que lecionam.....	24
Figura 2: Grau de abertura das atividades de investigação .....	48
Figura 3: Arduino <sup>®</sup> UNO.....	51
Figura 4: Tipos de Arduino <sup>®</sup> encontrados no mercado. ....	53
Figura 5: Tela do Arduino IDE para Windows .....	55
Figura 6: Recreação do plano inclinado de Galileu (Museu Galileo, Florença) .....	57
Figura 7: Medidas ilustrativas do plano inclinado de Galileu. ....	58
Figura 8: Plano Inclinado de Galileu.....	60
Figura 9: Proporcionalidade distancia e quadrado do tempo. ....	61
Figura 10: Aceleração e desaceleração no plano inclinado.....	61
Figura 11: a) O plano inclinado, b) Forças aplicadas. ....	63
Figura 12: decomposição da força peso. ....	63
Figura 13: a) o plano inclinado, b) forças aplicadas incluindo a força de atrio. ....	65
Figura 14: Trabalho de uma força constante. ....	66
Figura 15: trajetória de uma partícula devido a uma força F.....	67
Figura 16: Movimento de subida e descida de uma esfera.....	69
Figura 17: Força horizontal aplicada num bloco no plano perfeitamente liso. ....	70
Figura 18: Diagrama de forças num plano inclinado perfeitamente liso.....	72
Figura 19: Deslizamento de um bloco do ponto A ao ponto B. ....	74
Figura 20: A escola-laboratório criada por Dewey em Chicago: a prática acima de tudo .....	78
Figura 21: Resolução de um problema .....	92
Figura 22: Ilustração do plano inclinado. ....	95
Figura 23: Haste de regulagem da altura e ângulo de inclinação.....	96
Figura 24: Moldes de acoplamento para os sensores. ....	96
Figura 25: Acoplamento e deslizamento para os sensores. ....	97
Figura 26: Plano inclinado montado.....	97
Figura 27: Logotipo do aplicativo. ....	98
Figura 28: Sistema de deslizamento. ....	98
Figura 29: Sensor IR.....	99
Figura 30: Site arduino.cc.....	100
Figura 31: Layout de download site arduino.cc. ....	100

Figura 32: IDE do Arduino.....	101
Figura 33: IDE arduino ferramenetas. ....	101
Figura 34: Sketch do programa “Radar Reflexivo” .....	102
Figura 35: Skecth do programa “Cronômetro”.....	103
Figura 36: Esquema de montagem. ....	104
Figura 37: Diagrama esquemático.....	104
Figura 38: Exemplo de cronometragem. ....	105
Figura 39: Experimento montado. ....	106
Figura 40: SP1 do momento de aprendizagem 1.....	111
Figura 41: SP2 momento de aprendizagem 1.....	113
Figura 42: Simulador acceleration.....	115
Figura 43: Primeiro grupo a usar o experimento.....	116
Figura 44: Alunos observando o deslizamento do carrinho com uma mínima inclinação.....	117
Figura 45: Grupo 1 realizando as primeiras medidas.....	117
Figura 46: SP1 momento de aprendizagem 2.....	124
Figura 47: SP2 momento de aprendizagem 2.....	126
Figura 48: layout simulador PHET.....	128
Figura 49: Alunos observando a inclinação e experimentando.....	129
Figura 50: Gráfico utilizando valores encontrados pelos alunos.....	132
Figura 51: Exemplo de gráficos construídos pelos alunos com auxílio do professor. ....	133
Figura 52: SP1 momento de aprendizagem 3.....	137
Figura 53: SP2 momento da aprendizagem 2.....	140
Figura 54: layout do simulador PHET.....	143
Figura 55: Alunos ajustando a altura e testando o equipamento.....	144
Figura 56: Resultado em porcentagem questão 1 QI.....	153
Figura 57: Resultado em porcentagem questão 2 QI.....	153
Figura 58:Resultado em porcentagem questão 3 QI.....	154
Figura 59: Resultado em porcentagem questão 4 QI.....	154
Figura 60:Resultado em porcentagem questão 5 QI.....	155
Figura 61: Resultado em porcentagem questão 6 QI.....	156
Figura 62:Resultado em porcentagem questão 7 QI.....	156
Figura 63: Resultado em porcentagem questão 8 QI.....	157
Figura 64: Resultado em porcentagem questão 9.....	157
Figura 65: Resultado em porcentagem questão 10.....	158

Figura 66: Resultado em porcentagem questão 11.....	158
Figura 67: Resultado em porcentagem questão 12.....	159
Figura 68: Resultado geral em porcentagem.....	159
Figura 69: Resultado geral em porcentagem questão 1QF.....	160
Figura 70: Resultado geral em porcentagem 2QF.....	160
Figura 71: Resultado geral em porcentagem questão 3QF.....	161
Figura 72: Resultado geral em porcentagem questão 4 QF.....	162
Figura 73: Resultado geral em porcentagem questão 5 QF.....	162
Figura 74: Resultado geral em porcentagem questão 6 QF.....	163
Figura 75: Resultado geral em porcentagem questão 7 QF.....	163
Figura 76: Resultado geral em porcentagem questão 8 QF.....	164
Figura 77: Resultado geral em porcentagem questão 9 QF.....	164
Figura 78: Resultado geral em porcentagem questão 10 QF.....	165
Figura 79: Resultado geral em porcentagem questão 11 QF.....	165
Figura 80: Resultado geral em porcentagem.....	166
Figura 81: Resultado geral em porcentagem 1.....	166
Figura 82: Resultado geral em porcentagem 2.....	167
Figura 83: resultado geral em porcentagem 3.....	167
Figura 84: Resultado geral em porcentagem 4.....	168
Figura 85: Resultado geral em porcentagem 5.....	168
Figura 86: Resultado geral em porcentagem 6.....	169
Figura 87: Resultado geral em porcentagem 7.....	169
Figura 88: Resultado geral em porcentagem 8.....	170

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro demonstrativo com resultados em % e os níveis de letramento científico. 28	28
Quadro 2: Graus de liberdade intelectual. .... 39	39
Quadro 3: Quadro de área do conhecimento - física 1º ano EM ..... 42	42
Quadro 4: Comparativo entre Laboratório Tradicional e Atividade Investigativa..... 94	94
Quadro 5: Análise das dificuldades dos alunos na resolução do questionário inicial de cada momento de aprendizagem. .... 109	109

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre as medidas de Galileu. ....	58
Tabela 2: Tabela de obtenção de dados experimentais para distancia de 52 cm entre sensores. .....	107
Tabela 3: Tabela de obtenção de dados experimentais para distancia de 52 cm entre sensores. .....	131
Tabela 4: Tabela de obtenção de dados experimentais para distancia de 52 cm entre sensores. .....	145

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC – Base Nacional Curricular Comum  
DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais  
ENADE – Exame Nacional de Desempenho de Estudantes  
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio  
ILC- Índice de Letramento Científico  
IBOPE- Instituto Brasileiro de Opinião e Estatística  
LCD- Liquid Crystal Display  
LDBEM – Lei de Diretrizes e Bases do Ensino Médio  
ONG- Organização não Governamental  
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais  
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio  
PNE – Plano Nacional de Educação  
QF – Questionário final  
QI- Questionário Inicial  
SP- Situação Problema  
SEI- Sequência de Ensino Investigativo  
USB – Universal Serial Bus

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
<b>2 O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL.....</b>	<b>21</b>
2.1 O ENSINO DE FÍSICA SEGUNDO OS PCN E A NOVA BNCC.....	26
2.2 O PAPEL DO PROFESSOR NO AMBIENTE ESCOLAR .....	31
2.3 A ATIVIDADE EXPERIMENTAL E A PRÁTICA INVESTIGATIVA .....	37
<b>3 NOVOS RECURSOS PARA OBTENÇÃO DE DADOS: O ARDUINO .....</b>	<b>49</b>
3.1 A IDE.....	53
<b>4 O PLANO INCLINADO DE GALILEU.....</b>	<b>56</b>
4.1 O PLANO INCLINADO DE GALILEU E AS LEIS DE NEWTON .....	62
4.1.1 Força de Atrito.....	64
4.2 O PLANO INCLINADO DE GALILEU E ENERGIA .....	66
4.2.1 Trabalho e Energia Cinética .....	66
4.2.2 Energia Potencial.....	68
4.2.3 Conservação de Energia .....	69
4.2.4 Sistema não Conservativo .....	71
<b>5 A TEORIA DE JOHN DEWEY E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS</b>	<b>76</b>
5.1 A TEORIA DE JOHN DEWEY E SUA FILOSOFIA EDUCACIONAL.....	76
5.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) .....	81
5.3 A PRÁTICA EXPERIMENTAL E INVESTIGATIVA NA VISÃO DE DEWEY E NO MÉTODO ABP. ....	85
<b>6 DA METODOLOGIA DA APLICAÇÃO AOS RESULTADO E DISCUSSÕES DOS DADOS .....</b>	<b>91</b>
6.1 MONTAGEM DO EXPERIMENTO.....	94
6.2 REGISTRO DAS ATIVIDADES EM SALA .....	107
6.2.1 Aula 1: Aplicação Do Questionário Inicial .....	108
6.2.2 Aula 2: Momento De Aprendizagem 1.....	109
6.2.3 Aula 3: Momento Da Aprendizagem 2.....	123
6.2.4 Aula 4: Momento De Aprendizagem 3.....	137
6.2.5 Aula 5: Aplicação Do Questionário Final .....	150
<b>6.3 RESULTADOS E DICUSSÕES.....</b>	<b>152</b>
6.3.1 Questionário Inicial (QI) .....	153
6.3.2 Questionário Final (QF).....	159



6.3.3 Avaliação do Produto Educacional.....	166
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>171</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>174</b>
<b>APÊNDICE 2 .....</b>	<b>185</b>
<b>APÊNDICE 3 .....</b>	<b>187</b>
<b>APÊNDICE 4 .....</b>	<b>187</b>
<b>APÊNDICE 5 .....</b>	<b>189</b>
<b>APÊNDICE 6 .....</b>	<b>190</b>



## INTRODUÇÃO

Durante nossa formação docente, aprendemos que o ensino de ciências nas escolas, para ser muito mais eficiente precisa sempre se atualizar, procurar novas práticas pedagógicas, novos conteúdos e novas estratégias. Com esse propósito, o ensino também deve sempre se adequar a realidade social, às novas tecnologias, aos novos hábitos e aos novos costumes dos estudantes. Deste modo, os professores necessitam mudar as suas práticas pedagógicas não somente para motivar-se profissionalmente, mas também, para formar alunos mais preparados para os estudos superiores e para a vida profissional que os aguarda: uma nova força de trabalho com capacidade de análise crítica, de percepção, de interpretação e de argumentação.

Para alcançar estes objetivos, portanto, é preciso que a escola desenvolva uma cultura científica, onde os alunos possam não somente conhecer a ciência, mas praticá-la de fato. Dentro desta perspectiva, uma escola que pretende ser reconhecida por praticar o ensino também deve abranger na sua proposta pedagógica o desenvolvimento da cultura científica, além da literária e artística.

É preciso que a escola se adeque à nova realidade dos alunos, fazendo com que a aprendizagem de Física se torne mais interessante e produtiva, e para isso é preciso buscar outras formas de aprendizagem do conteúdo, de modo que se possibilite a interpretação dos conhecimentos em sala de aula e aprimore tais conhecimentos, um desses métodos é a experimentação.

Um dos principais fatores para que não haja aulas práticas nas escolas, é a falta de laboratórios, sendo na escola pública muito mais evidente. Mesmo em locais com uma enorme tradição no ensino experimental, podemos citar o ensino superior e cursos em escolas técnicas e institutos federais quase nunca ocorrem um planejamento sistemático das atividades e quando ocorre seriam apenas por motivos burocráticos, de fato existe uma corrente de opiniões que defendem que muito dos problemas do ensino de física se deve a ausência de aulas de laboratório ou simplesmente de aulas práticas.

Em que condições o desenvolvimento e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) possibilitam o ensino e aprendizagem da Mecânica no Ensino Médio?

Baseando-se nessa problemática venho através desse trabalho de dissertação discorrer sobre tal problemática e apresentar artifícios que sejam capazes de dirimir esse problema, promovendo a união entre um trabalho experimental e teórico numa mesma proposta usada para motivar e despertar o aluno para a ciência, conduzindo-o a descobrir, investigar fenômenos, estabelecer os parâmetros físicos relevantes do problema, relacionar as grandezas

físicas observadas através de análises gráficas e dimensionais e, por fim, a reconhecer e aplicar as leis e princípios científicos já conhecidos.

Esses objetivos estão muito bem fundamentados na teoria pragmática de Dewey e na Aprendizagem Baseada em Problemas (PALHARINI, 2010), fundamentação teórica dessa dissertação.

Dentre artifícios podemos citar a plataforma Arduino<sup>®</sup>, que tem se mostrado uma ferramenta interessante nesse processo de busca de novas formas de aprendizagem em Física, pois é uma plataforma *Open Source* de baixo custo, possui diversos sensores e é possível, além de utilizá-lo como ferramenta de aprendizagem de Física, desenvolver novas tecnologias para a compreensão dos fenômenos físicos.

Uma tarefa muito complexa é a arte de ensinar, no qual exige bastante planejamento, experiência, atualização, perseverança, conhecimento do alunado e do assunto a ser apresentado a ele. Portanto, é importante estar atualizado não somente em conteúdos, mas principalmente nas atuais práticas pedagógicas oriundas de pesquisas na área do ensino-aprendizagem. O professor, em seu trabalho pedagógico, deve sempre procurar inserir diferentes metodologias,

Kawamura e Hosoume (2003) as mudanças esperadas para o Ensino Médio se concretizam na medida em que as aulas deixam de ser apenas de “quadro negro e giz”.

Mesmo sabendo das dificuldades com o ensino de Física, sempre é possível apresentar exemplos com o objetivo de reforçar o trabalho escolar e isso é apresentado nos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) no que dizem respeito a tomar a realidade vivenciada pelo aluno como um ponto de partida para a reflexão sobre o real sentido da experimentação e sua importância na formação da Física (KAWAMURA; HOSOUME, 2003).

Borges (2006) cita em seu artigo que professores de Ciências, tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio, em geral acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo. Apoiados nestas diretrizes, exploramos neste trabalho o emprego da experimentação à aula didática através de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) de Grau II, discutidas na subseção 2.3. A análise da dinâmica da aula avaliada quali-quantitativamente por meio de questionários abertos e situações problema simples a serem respondidos pelos próprios alunos antes e após a experimentação, fazendo dos meios (experimentação e sequência didática) ferramentas pedagógicas indispensáveis para o aprendizado dos conceitos físicos básicos de Mecânica, Dinâmica e Energia.

A proposta aqui apresentada difere do enfoque atual dado ao papel didático dos experimentos que, quase sempre no Ensino Médio, são empregados e apresentados exclusivamente pelo professor numa aula teórica e expositiva. Em vez disso, o que se

pretende é utilizar a experimentação como um processo, em partes, de uma investigação científica, de maneira a definir a equação física que norteia o fenômeno estudado sem nenhum conhecimento prévio do por que daquele resultado, esperamos também que o aluno desenvolva as suas habilidades e competências em diferentes partes do conhecimento tais como, por exemplo, elaboração e análise de gráficos através de planilhas eletrônicas ou manualmente, o tratamento das incertezas nas medidas realizadas, o emprego do cálculo com pequenas diferenças utilizando técnicas de arredondamentos e médias aritméticas, e a utilização da análise dimensional para relacionar variáveis, auxiliando-o e reforçando a sua técnica no domínio desses tópicos.

O estudante faz com que seu ambiente de aprendizado possa se tornar muito mais motivador, instigante, desafiador e que os conhecimentos assim adquiridos na prática tornem-se mais consistentes já que, qualquer método de ensino aprendizagem escolhido que seja deve, ao invés da passividade do aluno mobilizar sua atividade, como estabelece em seu texto os PCN e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) para o ensino médio.

Lendo e analisando vários trabalhos baseados em Dewey, Piaget e Vigotsky, entre outros, observa-se que o importante não é a manipulação de objetos e instrumentos concretos, e sim o envolvimento e o comprometimento com a busca por respostas e soluções bem estruturadas para as questões colocadas, em atividades que podem ser não necessariamente com cálculos e sim dissertativas, podendo ser escrita, desenhada, ou até mesmo as duas.

Para alcançar os objetivos, as atividades experimentais devem concentrar-se nas ideias prévias dos alunos a respeito de determinadas situações de estudo, nas habilidades requeridas e principalmente na segurança. Para essas atividades, o professor deve perceber que tudo aquilo que qualquer pessoa observa depende dos conhecimentos prévios e de suas expectativas (BORGES, 2002).

Em grande maioria, os experimentos que tem como objetivo somente a comprovação de uma lei física não conseguem seu propósito porque os resultados obtidos nas medidas, em geral, não coincidem com os dados previstos pelo modelo empregado. Essa diferença é muito corriqueira e ocorre por não se considerar certas variáveis no experimento real (a presença do ar, atritos não desprezíveis, as condições do ambiente, etc.). Esse fato, muitas vezes, frustra os alunos, deixando-os desencantados com os resultados comparativos e muitos até não se convencem da verdade das leis, princípios e fórmulas físicas consideradas no problema estudado.

Ao contrário, utilizando o experimento como uma ferramenta de investigação, espera-se que o aluno, para chegar a uma conclusão, seja conduzido a levar em consideração e a

avaliar as variáveis do mundo do seu experimento no modelo mental que ele adotar durante a realização da prática, aprendendo e entendendo a complexidade e as similaridades entre as ciências físicas e do trabalho de investigação.

Espera-se ainda, fazer o aluno entender que as descobertas científicas não ocorrem ao aleatório ou ao acaso, como pensa a maioria dos alunos e também da população em geral. Deseja-se mostrar a esses alunos o método científico, e que novas descobertas podem ser acessíveis a todos, motivando-os a investigar cada vez mais a natureza que o circunda e suas manifestações.

Para a atividade proposta neste trabalho, foi desenvolvido uma SEI composta por situações problema de forma aberta e roteiro para experimentação destacando o plano inclinado de Galileu, pois a partir dele foi feita, na fase de teste, uma análise quantitativa do experimento, das variáveis físicas envolvidas, da expressão matemática do movimento nesse plano, sem esquecer também da parte histórica sobre sua vida e obra através de textos didáticos, vídeos documentários e simulações que serviram de incremento e referencia aos alunos no que tange a elaboração da sequência investigativa, para tal, foi usado como ferramentas para medição, sensores ópticos para medição do tempo acoplados a plataforma Arduino<sup>®</sup> e um display LCD (*Liquid Crystal Display*) para observação dos dados obtidos.

Considerando que os alunos já tenham estudado a Mecânica e já se familiarizaram com os conceitos correspondentes as leis de Newton e a Conservação de Energia, pretendemos resgatar e fortalecer o ensino dos tipos de Energia mecânica no Ensino Médio, utilizando como artifício a experimentação como elemento motivador para que os alunos investiguem e concluam sobre as leis e equações que governam os fenômenos envolvidos no tema.

Atualmente em grande parte das grades curriculares do Ensino Médio, o estudo da conservação de energia não é contemplado, seja por falta de tempo devido a ser um dos últimos tópicos da Mecânica, visto que a carga horária semanal de apenas duas aulas na rede publica seja um desses motivos, o que provavelmente faz com que os professores não a lecionem também.

O trabalho de dissertação se deu na escola CEJA Lucia Bayma localizada na cidade de Codó – MA funcionando nos turnos manhã, tarde e noite. Com 8 salas de aula, biblioteca, sala dos professores, secretaria, sala dos técnicos e do diretor. Aplicado com uma turma de 1º Série do Ensino Médio, num total de 45 alunos com idade média de 15 anos. A metodologia da pesquisa foi desenvolvida na escola em caráter quali-quantitativo envolvendo os alunos que responderam questionários abertos.

Este tipo de pesquisa foi muito além da observação dos fatos e fenômenos e fez-se uma coleta do que ocorre realmente em sala de aula. Depois disso, os dados foram interpretados com base em uma fundamentação teórica com o propósito de elucidar o problema pesquisado verificando em que condições o desenvolvimento e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) possibilitam o ensino e aprendizagem da Mecânica no Ensino Médio, caracterizando a pesquisa como aplicada descritiva.

O motivo da escolha por essa serie é que os alunos ainda não estão familiarizados com a Física propriamente dita devido a vários fatores: deficiências de conhecimentos acumulados ao longo do Ensino fundamental, falta de estrutura adequada para exploração dos conteúdos e ausência de profissionais formados na área específica, além do método científico não muito apurado que também influencia no rendimento periódico desse aluno.

O Ensino Médio oferece ao aluno, principalmente nas séries iniciais, uma nova forma de pensar, com isso a Física, além de estudar fenômenos ainda possibilita a matematização de determinadas situações. Como o aluno não possui uma boa interpretação de texto ou de linguagem científica e a dificuldade com a resolução dos cálculos matemáticos, facilita a mistificação de ser uma disciplina bastante complexa, o que determina ao aluno uma explicação por não gostar de Física.

Deste modo, para a apresentação do nosso trabalho, organizamos esta dissertação da seguinte maneira: Na seção 1 é apresentada a Introdução do trabalho onde é discutido o tema, justificativa, objetivos geral e específico, o problema da pesquisa e os motivos que levaram a elaboração desse trabalho. Na seção 2 a 6, é apresentada a fundamentação teórica e pedagógica do nosso trabalho focando o ensino de física no Brasil, na experimentação, todo conceito histórico sobre o plano inclinado de Galileu e uma síntese do desenvolvimento histórico da Mecânica, na Teoria de John Dewey e no método ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas) como elemento incentivador para o desenvolvimento da cultura científica, histórica e social. Na seção 7, apresentamos o experimento do plano inclinado e a sequência de atividades experimentais interativas, discutida a sua cinemática e a sua dinâmica a partir dos resultados obtidos; Ao final do trabalho, é apresentado minhas considerações finais.

Todos os dados para o embasamento desse trabalho de dissertação foram baseados numa pesquisa mista (quali-quantitativa). A utilização dos modelos de pesquisa em conjunto procura adotar vários métodos para análise do objeto de estudo, através da comparação dos dados obtidos por meio dessa abordagem também a aceitação da proposta didática analisada e se realmente houve uma aprendizagem significativa.





## 2 O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Podemos afirmar que ensino de Física no país está fortemente influenciado pela ausência da prática experimental, dependência excessiva do livro didático, método expositivo, reduzido número de aulas dentre outros fatores (PEDRISA, 2001; DIOGO; GOBARA, 2007).

No país, especialmente na escola pública, ainda é fortemente influenciada pela ausência do laboratório de ciências, e até mesmo da prática experimental em sala de aula, por uma formação docente descontextualizada (ZAMBORLINI, 2007), pela desvalorização da carreira de professor e principalmente pela indisponibilidade de recursos.

E isso, sem dúvida alguma, constitui um obstáculo pedagógico ao êxito do ensino e da aprendizagem da Física e de qualquer disciplina nos diferentes níveis e modalidades da escolarização, com impacto bastante negativo sobre o entendimento e o interesse por essa ciência.

A admissão de procedimentos de reformulação educacional e os efeitos estimulados por essa adoção se transformaram em objetos de estudo no campo da pesquisa educacional, especialmente no campo das ciências. É oportuno enfatizar que nos últimos 18 anos políticas públicas foram adotadas com o propósito de reformular a prática escolar vigente (MOREIRA, 2000; RODRIGUES; MENDES SOBRINHO, 2004).

Não custa nada destacar que o Ensino da Física ganhou um impulso considerável na década 60, motivado pelo desenvolvimento científico e tecnológico decorrente da “corrida espacial” (GASPAR, 1995; MOREIRA, 2000) que ofereceram e geraram novas carreiras técnicas e oportunidades profissionais, produzindo, assim, a sensação da necessidade de se estudar Física para uma melhor ascensão na vida naquela época, ou para compreender a nova realidade.

O conjunto de dados acumulados pela pesquisa em ciências ao longo dos últimos 40 anos, no campo educacional, (MEGID NETO; FRACALANZA; FERNANDES, 2005) possibilitou um exame de como evoluíram as condições, a prática e as necessidades do ensino da Física básica no país.

A esse respeito, destacamos:

1) no Ensino Médio, são evidentemente constatadas falhas conceituais, ausência de conteúdos e falta de habilitação em ensino laboratorial, o que sugere, dentro dos cursos de licenciatura, limitações na preparação inicial dos professores de Física;

2) a taxa de formados nos cursos de bacharelado e licenciatura em física é extremamente reduzida podendo citar alguns motivos que é a evasão, o não preenchimento de

vagas e, aos professores em serviço, é deficitário a assistência pedagógica e/ou a falta de colaboração de pessoas mais experientes. Ainda sobre a falta de professores em número suficiente:

Verificando os dados apresentados pelo Ministério do Planejamento do Brasil, sobre o número de professores formados por faculdades de filosofia (número total, admitindo que todos se dediquem ao magistério) notamos que, de 60 [1960] a 65 [1965] (aproximadamente), a diferença entre o número de professores formados e daqueles do que necessitávamos se mantinha praticamente constante, isto é, embora o número de formados aumentasse de ano para ano, as nossas necessidades também aumentaram e o que conseguíamos era manter a diferença entre um e outro constante. Mas, a partir de 65 [1965], nem isso temos conseguido, pois a diferença tem aumentado de ano para ano, ou seja, as nossas necessidades têm crescido muito mais do que conseguimos formar. Isto significa que, se continuarmos preparando professores da mesma forma como vimos fazendo até o momento, nunca poderemos resolver os nossos problemas (BRASIL, 1970, p. 98);

3) nas escolas, de modo geral, o ensino da física é fracamente associado ao laboratório e a situações concretas: “O ensino é livresco e acadêmico, e os professores pouco tocam em problemas mais concretos” (BRASIL, 1970, p. 20). Generalizando, a carga horária destinada às disciplinas científicas é muito pequena e nas salas de aula há um número excessivo de alunos, existe uma enorme defasagem de laboratórios de ciências e de bibliotecas com acervo apropriado, além de dificuldades para o acesso e a aquisição de livros e principalmente de material experimental;

4) um grande número de *kits* experimentais e livros de ciências foram traduzidos, adaptados e aplicados no país para a educação científica, no entanto se mostraram impraticáveis com professores e escolas devido a realidade educacional diversa daquela dos alunos e professores estrangeiros (GASPAR, 1995; MOREIRA, 2000), o que estimulou uma produção nacional mais adequada, como indicam os resultados das avaliações do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), por exemplo, conforme ressaltado por Pena (2008, p. 425-426).:

[...] projetos como: Física PSSC, PEF, PBEF, FAI, IPS (Introductory Physical Science), que pretenderam sanar as deficiências do ensino de Física, mostraram-se inviáveis à realidade educacional (inadequação ao sistema educacional brasileiro) àquela época inclusive os nacionais praticamente desapareceram de circulação e uso. Estes autores mencionam que, após alguns anos de utilização, pouca ou nenhuma difusão foi constatada na rede escolar, a não ser na rede escolar paulista, onde tiveram maior repercussão e difusão. O motivo da passagem relativamente efêmera do paradigma dos projetos parece que foi a falta de uma concepção de aprendizagem nestes projetos, ou seja, eles eram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física (experimentos, demonstrações, História da Física, etc), mas pouco ou nada disseram sobre como aprendê-la.

5) a troca de experiências didáticas bem-sucedidas o que podemos chamar de “boas práticas”, é comprometida por uma fraca interação entre os professores de física, na sua

grande maioria, “cada um de nós particularmente desconhece o que o outro faz no campo do ensino” (BRASIL, 1970, p. 13). Normalmente, essa interação acontece em congressos, simpósios, encontros de professores, ou coisas do tipo;

6) nas universidades, falta incentivo a implementação de programas de capacitação para professores do ensino médio ou a oferta desses fora do período letivo, principalmente para professores de física, ou outras formas de demonstração de preocupação com a formação científica e pedagógica dos professores. Sem muito rigor, a impressão que se tem é que “há um completo divórcio entre a escola secundária e a Universidade” (BRASIL, 1970, p. 41);

7) a falta de objetividade na definição da orientação/diretriz do ensino de física básica é prejudicial à prática desse ensino. Em particular, parece faltar clareza ao professor sobre quais os fundamentos para a escolha da metodologia de ensino, dos recursos didáticos, do método de verificação de aprendizagem/rendimento escolar etc;

8) apesar do treinamento direcionado ao concurso vestibular e ao ENEM, na educação superior os estudantes que adentram as faculdades tem uma formação científica extremamente deficiente naquilo que nos diz respeito as ciências físicas (BRASIL, 1970, p. 30). Ainda, “a reclamação contra o baixo nível, em Física, dos vestibulandos, é uma constante, cada ano que passa” (BRASIL, 1970, p. 38). Além disso, não se pode deduzir que o aluno que entra na faculdade, depois de terminar o ensino médio e depois de frequentar cursinhos ou preparatórios para minimizar ou suprir suas deficiências no ensino médio, saiba muita coisa então, cabe a faculdade ou universidade retomar com esses alunos o ponto de partida inicial e fornecer a eles o que realmente não foi aprendido durante o ensino médio (BRASIL, 1970, p. 112);

9) com relação as condições de trabalho podemos destacar os baixos níveis de remuneração que desestimula os jovens a optarem pelo magistério, excessiva carga de trabalho para compensar o salário, insuficiência adequada das instalações e sem contar o desprestígio político institucional (GATTI, 2009; TORTUCE; NUNES; ALMEIDA,2010).

Em última análise, os itens apresentados demonstram que vários problemas identificados no Ensino da Física no Brasil não são exclusividade de uma época. Mas, de fato, tornaram-se características atemporais do ensino das ciências físicas e naturais. Além do enciclopedismo podemos destacar também a sobrecarga de trabalho e da falta de reconhecimento social e salarial do magistério apesar de que hoje já exista o Piso Nacional do Magistério.

Por isso a precariedade da nossa educação de base atestada por avaliações como Prova Brasil, Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), ENEM ou *Programme for*

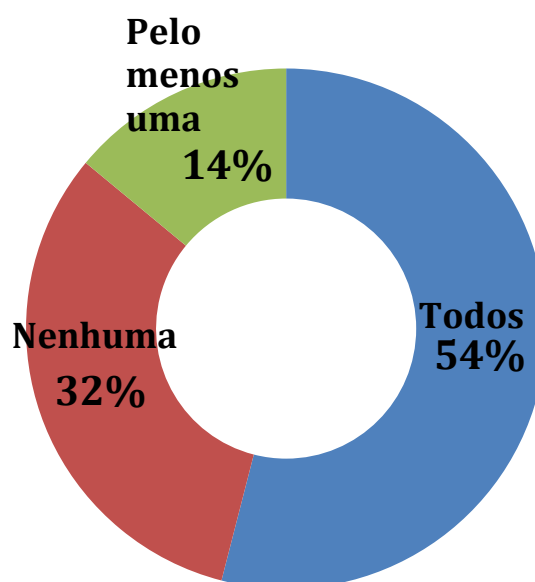
*International Student Assessment (PISA)* fica evidente, tornando-se obstáculo significativo para a melhoria do material humano nas universidades, porque esses péssimos resultados aliado a baixa qualidade educacional puxa a qualidade do ensino superior para baixo.

Isto posto, outro problema grave é que quase a metade dos professores do ensino médio do país dá aulas de disciplinas para as quais não tem formação específica, Como diz a **Figura 1**.

O problema atinge redes públicas e escolas privadas e é mais grave em algumas disciplinas, como Física. Dos 494 mil docentes que trabalham no ensino médio, cerca de 228 mil (46,3%) atuam em pelo menos uma disciplina para a qual não tem formação. O número de professores com formação adequada em todas as aulas dadas representa 53,7% do total.

Quase um terço (32,3%) só dá aulas em matérias para as quais não tem formação específica. Outros 14% se desdobram entre a área em que são titulados e outras para as quais não são habilitados. Os dados são do Censo Escolar de 2015 e foram tabulados pelo Movimento Todos Pela Educação. Na comparação com 2012, o quadro praticamente não se alterou.

**Figura 1:** Professores do ensino médio: Porcentagem de docentes no Brasil formados nas disciplinas que lecionam.



**Fonte:** Censo Escolar 2015/Todos pela Educação

A propósito da escassez de professores de física, existe uma carência 23,5 mil professores de física para o Ensino Médio. De acordo com alguns estudos (PENA, 2004; SBF, 2005), para atender a essa exigência, podemos exemplificar que na década de 90 deveriam ter sido formados 55 mil professores de física, porém foram licenciados apenas 7,2 mil.

Ainda com dados do Censo Escolar 2015, somente 27% dos professores que lecionam física no Brasil, por exemplo, têm a formação na área.

Por se tratarem de pesquisas “antigas” os números ainda causam preocupação e não podem ser desprezados. Sobre a aplicação dos resultados da pesquisa em ensino de física na sala de aula (PENA, 2004), recentemente passamos a acompanhar progressos dessa ordem originados nos programas de Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Antes de tentar estabelecer algumas possíveis soluções para o Ensino de Física no Brasil, é necessário observar o cenário apresentado a seguir, onde exprime bem a trajetória da maioria de nossos alunos até a educação superior.

No Ensino Médio a Física é ensinada da 1ª a 3ª séries, deve cumprir uma programação bastante extensa de conteúdos que vão desde a Mecânica da Partícula ao Eletromagnetismo e, raramente, chega à Física Moderna e Contemporânea. Porém, os resultados obtidos através de avaliações ao término do Ensino Médio têm mostrado uma deficiência catastrófica antecedente à preparação pré-universitária. Um exemplo disso é a ausência de domínios, na Matemática, sobre as principais operações, frações, equações de 1º e 2º graus, funções, interpretação de problemas matemáticos, dentre outros assuntos. A negativa é mais evidente nos alunos oriundos de escola pública, onde o ensino é mais deficitário.

No campo da Física toda essa problemática descrita surte efeito na compreensão e domínio, por precisar de uma aliança efetiva de teoria e prática em resolução de problemas, aí onde nasce o conhecimento científico esquecido em algumas séries do Ensino Fundamental.

Os problemas inicialmente apontados causam diferentes lacunas presente na formação dos estudantes, que se traduz no comprometimento do processo acadêmico de um elevado número de ingressantes no nível superior, independente da área de profissionalização.

Nas universidades brasileiras, os problemas mencionados anteriormente são encarados de forma bem distinta. Contudo, a maioria das instituições tem adotado ações com a finalidade de recuperar as deficiências oriundas da educação básica evidenciado em concursos vestibulares, ENEM e avaliações para diagnósticos como Prova Brasil, SAEB, PISA e etc.

O ensino de física em geral, tanto em cursos técnicos ou nos cursos de graduação, tem sido igualmente afetado por essa situação. O fato é que os departamentos de física passaram a ter mais atenção levando a uma perspectiva de reforma curricular especificamente com relação a área de graduação.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os curso de bacharelado e licenciatura em Física (BRASIL,2002a), publicadas em 2002, já chamavam a atenção urgente para a ocorrência de mudanças no currículo de formação em Física dos cursos nacionais, evitando

ao máximo a evasão, ampliando a oportunidade e egressos, melhorias no ensino das disciplinas introdutórias, entre outros. Semelhante a isso, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, op. cit., 2002b) arrolam mudanças no Ensino Médio fundamentadas na contextualização do conhecimento, interdisciplinaridade, atualização de conteúdos com destaque na ciência contemporânea e outros. O que, evidentemente, em nossos dias ainda é um enorme desafio com grande repercussão na formação inicial e continuada de professores de Física.

Por fim, chama a atenção além das situações apresentadas, o fato de que a falta de entusiasmo junto com o risco a integridade, a pouca ajuda, a prática profissional mesclado com a desmotivação dos jovens pelos estudos e uma inviabilidade de diplomações massivas, contribuem para uma revisão geral das estratégias até aqui empregadas no contexto educacional como também, sugerem que esse desafio não seja meramente técnico.

## 2.1 O ENSINO DE FÍSICA SEGUNDO OS PCN E A NOVA BNCC

Os PCN para o ensino médio mencionam que há bastante tempo o ensino de Física vem sendo tratado mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada e distante da realidade onde vivem alunos e professores, e, também por isso, deficiente de significado (BRASIL, 2002). Privilegia-se a teoria e a abstração sem um desenvolvimento gradual que, pelo menos parta da prática e de exemplos concretos.

Os PCN ainda afirmam que o ensino de Física insiste na resolução de exercícios repetitivos apostando na memorização e não na construção do conhecimento através das competências adquiridas, como já dizia Ausubel, dessa forma tem o que se chama de aprendizagem mecanizada. Segundo esse mesmo documento, esses problemas não decorrem somente da falta de preparo dos professores, nem de limitações impostas por condições escolares deficientes, mas, essa deformação estrutural vem de uma época em que o ensino médio privilegiava o desenvolvimento do raciocínio de forma isolada. Portanto, não se trata apenas de listar novos tópicos de conteúdo, mas, acima de tudo, de dar ao ensino de Física novas dimensões, onde este seja contextualizado e integrado à vida de cada aluno, e que deve, segundo os PCN:

Apresentar uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das

radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendido. (BRASIL, 2000, p.23)

Eis a proposta para o ensino de Física, segundo os PCN:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. (BRASIL, 2000, p. 22)

As competências apontadas pelo PCN, na parte III, relacionadas ao ensino de Física foram distribuídas em três grandes blocos e se encontram assim especificadas:

Representação e comunicação: compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos; compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos; utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico; ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si; expressar-se corretamente, utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua e representação simbólica; apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento aprendido, através de tal linguagem; conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas; elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados. (BRASIL, 1999, p. 29)

Dando ênfase a primeira competência dos PCN, fica claro ao que se refere a *enculturação científica* dos alunos, que também pode ser chamada de Letramento Científico ou Alfabetização Científica podendo ser considerada o conjunto de práticas às quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele (SASSERON, 2017). Esse processo que se inicia na vida de cada um e que pode ser mas bem sintetizado na escola, não se atem somente ao ambiente escolar e sim a outros âmbitos e espaços da sua vida.

De qualquer modo, Díaz, Alonso e Mas (2007, p. 485) consideram que:

a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de Ciências; [...] estas razões se baseiam em benefícios práticos pessoais, práticos sociais, para a própria cultura e para a humanidade, as quais se obtêm por meio de combinação de duas escalas binárias: individual/grupal e prática/conceitual, dando lugar aos quatro domínios indicados. (2003, p.3)

Uma pesquisa feita em 2014 de Índice de Letramento Científico (ILC) do brasileiro, feita pelo Instituto Abramundo, em parceria com o Instituto Paulo Montenegro, do Grupo IBOPE, e a ONG Ação Educativa, em âmbito nacional, mostra que 79% dos brasileiros não conseguem entender um manual de instrução de um eletrodoméstico.

A esse respeito, Santos (2007, p.485):

Um cidadão, para fazer uso social da ciência, precisa saber ler e interpretar as informações científicas difundidas na mídia escrita. Aprender a ler os escritos científicos significa saber usar estratégias para extrair suas informações; saber fazer inferências, compreendendo que um texto científico pode expressar diferentes ideias; compreender o papel do argumento científico na construção das teorias; reconhecer as possibilidades daquele texto, se interpretado e reinterpretado; e compreender as limitações teóricas impostas, entendendo que sua interpretação implica a não-aceitação de determinados argumentos.

O quadro 1 é um demonstrativo dos níveis de Letramento Científico da parcela da população brasileira entre 14 até os 50 anos de idade, com quatro ou mais anos de estudo.

**Quadro 1:** Quadro demonstrativo com resultados em % e os níveis de letramento científico.

ESCALA DE PROFICIÊNCIA	PORCENTAGEM DA POPULAÇÃO METROPOLITANA DE 14 A 50 ANOS COM 4 ANOS OU MAIS DE ESTUDO
NÍVEL 1- Letramento não - científico	16%
NÍVEL 2- Letramento científico Rudimentar	48%
NÍVEL 3- Letramento científico Básico	31%
NÍVEL 4- Letramento científico Proficiente	5%

**Fonte :** <https://epoca.globo.com/vida/noticia/2014/09/um-pais-de-banalfabetos-cientificosb.html>

Cada nível de proficiência possui habilidades descritas da seguinte forma:

- **NÍVEL 1:** Conseguem localizar informações implícitas em textos simples (tabelas ou gráficos, textos curtos) envolvendo temas do cotidiano: Consumo de energia em contas de luz, dosagem em bulas identificação de riscos imediatos a saúde. Sem a exigência de conhecimentos científicos.
- **NÍVEL 2:** Resolvem problemas cotidianos que exigem o domínio de linguagem científica básica. Interpretam e comparam informações apresentadas de diferentes formas (gráficos, rótulos, textos jornalísticos, textos científicos, legislativo). Compreendem fenômenos naturais e impactos ambientais.
- **NÍVEL 3:** elaboram propostas para resolver problemas em diferentes contextos (domésticos e científicos), a partir de evidências científicas em manuais de produtos, infográficos mais elaborados, ou conjunto de tabelas e gráficos com maior número de variáveis. Os temas abordados incluem a leitura de nutrientes em rótulos de produto, especificações técnicas de produtos eletroeletrônicos,



efeitos e riscos de fenômenos atmosféricos e climáticos e a evolução de população de bactérias.

- NÍVEL 4: Elaboram respostas com argumentos científicos. Para justificar essas respostas são capazes de incluir informações extras apresentadas no problema. Usam uma linguagem está relacionada a uma visão científica do mundo. Argumentam por exemplo, sobre potência do chuveiro, temperatura global, biodiversidade, astronomia e genética.

O segundo bloco dos PCNs diz respeito à investigação e compreensão no ensino de Física:

Desenvolver a capacidade de investigação física; classificar, organizar, sistematizar; identificar regularidades; observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar; conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes; compreender e utilizar leis e teorias físicas; compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos; construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões; articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científicas. (BRASIL, 1999, p. 29)

Segundo esse documento, a aprendizagem estaria submetida ao domínio de habilidades cognitivas básicas como: investigação, observação, compreensão, argumentação, organização, memorização, análise, síntese, criatividade, comparação, interpretação e avaliação. Para complementar estas habilidades, o documento propõe que os professores devem promover aos alunos atividades que os levem a identificar e resolver problemas.

Libâneo (2008, p. 79) enfatiza que, no topo das discussões sobre ensino-aprendizagem, persiste a ideia de uma didática que se desenvolva a partir da união dos processos de investigação da ciência no caso metodologia de pesquisa, e aos produtos da investigação, conteúdos referentes ao processo educativo. “[...] ou seja, o acesso aos conteúdos, à aquisição de conceitos científicos, precisa percorrer o processo de investigação, os modos de pensar e investigar da ciência ensinada.” O terceiro bloco chama atenção a contextualização sociocultural:

Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico; reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico; dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia; estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana; ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes. (BRASIL, 1999, p. 29)

É sabido que quanto mais é a ausência do domínio científico maior é o impedimento do exercício da cidadania. Em sua teoria, Dewey (1979) afirma que a escola representa uma sociedade em miniatura, e que as tarefas em grupo estimulam a cooperação e o desenvolvimento de um espírito social. Quem tem esse domínio se coloca de forma diferente diante de problemas cotidianos. Ele sabe questionar, propor soluções, testar alternativas.

No entanto, é nítido que a escola pública esta longe, mas muito longe do ideal. Segundo dados do Observatório do PNE (Plano Nacional de Ensino), 62,7% dos jovens entre 15 e 17 anos estão matriculados no Ensino Médio, dados referentes a 2015, podemos considerar um pouco distante de se cumprir a 3ª meta do PNE, que é ampliar o acesso ao Ensino Médio ao instituir que 85% dos jovens de 15 a 17 anos devem estar matriculados nessa etapa escolar até 2024.

Mas ao mesmo tempo em que lança essa proposta para o Ensino Médio, os PCN trazem à tona algumas perguntas interessantes que não eram antes consideradas, tais como as seguintes questões:

Como modificar a forma de trabalhar sem comprometer uma construção sólida do conhecimento em Física? Até que ponto se deve desenvolver o formalismo da Física? Como transformar o antigo currículo? O que fazer com pêndulos, molas e planos inclinados? Que tipo de laboratório faz sentido? Que temas devem ser privilegiados? É possível “abrir mão” do tratamento de alguns tópicos como, por exemplo, a Cinemática? E a Astronomia, o que tratar? É preciso introduzir Física Moderna? (BRASIL, 2007, p.3).

O desafio é: Quais seriam os meios de se concretizar essas perguntas frente à realidade escolar? Como fazer tanto com pouquíssimo tempo? Como fazer sem infraestrutura?

Ensinar física no Brasil depende de várias “constantes”. O ensino de ciências físicas e naturais nas escolas públicas do país ainda é bastante influenciado pelo não uso ou ausência dos laboratórios, pela formação descontextualizada e desvalorização dos professores além do mais, os recursos tecnológicos são reduzidos ao limite.

E isso, sem dúvida alguma, compõe obstáculos pedagógicos ao êxito do ensino e da aprendizagem da Física em seus diferentes níveis e modalidades, fazendo que o interesse e o entendimento por esta disciplina seja bastante negativo.

Em sua obra *Experiência e educação*, Dewey (1979) cita que “O problema de educadores, mestres, pais e do próprio Estado, em matéria de educação, é fornecer ambiente no qual as atividades educativas se possam desenvolver” (DEWEY, 1979, p. 113).

Segundo a BNCC, ainda em fase de construção, diz que:

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a Área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do **letramento científico**, que envolve a

capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico) mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. (BRASIL, 2017, pág. 319)

Nota-se que a BNCC preza pelo letramento científico, que é a capacidade de aplicar conceitos e pensar sob uma perspectiva científica. Na área de Ciências da Natureza precisa assegurar principalmente aos alunos do ensino fundamental, acesso à diversidade do conhecimento científico assim como aos principais processos, práticas, e procedimentos da investigação científica. (BRASIL, 2017)

Analisando o texto da nova BNCC (BRASIL, 2017), possibilita que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo, façam escolhas e intervenções conscientes.

Dessa forma o processo investigativo deve ser compreendido, em um sentido amplo, como ingrediente fundamental na formação dos alunos, e seu desenvolvimento deve ligar-se a situações didáticas preparadas no decorrer de toda a educação básica, possibilitando aos alunos analisar sua compreensão e conhecimentos de forma reflexiva em relação ao mundo onde vivem. O ensino de ciências deve propiciar situações nas quais os alunos possam definir problemas, levantar análises e representações, comunicar e interver.

Destacam-se as competências específicas de ciências da natureza ao que envolve a disciplina de Física. A competência específica 3 da BNCC para o Ensino Médio está assim configurada:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2017, p. 544)

Desse modo, a metodologia do ensino de física deve requalificar as práticas pedagógicas, por meio da mobilização dos saberes, significações, conceituações, problematizações, experimentações, desconstruções e construções dos conhecimentos presentes na física e nas outras áreas do conhecimento com suas linguagens e tecnologias. Essa proposta requer articulação, reflexão e diálogo permanente.

## 2.2 O PAPEL DO PROFESSOR NO AMBIENTE ESCOLAR

O papel principal do professor, na efetivação de uma aprendizagem realmente significativa é instigar os conceitos aprendidos para que sejam remodelados, ampliados e tornem-se, de forma inclusiva, mais consistentes.

Um conceito, quanto mais elaborado e enriquecido ele seja, maior a possibilidade dele servir como base para a elaboração de novos conceitos. Em outras palavras, significa dizer que quanto mais se sabe mais possibilidades/condições tem de aprender.

A característica docente de desafiar deve ser estimulada encarecidamente. É necessário desenvolver, de forma própria, maneiras de causar no aluno um “desequilíbrio”, isto é, conflitos cognitivos que seria um impulso para que o estudante se motive a rever suas ideias e concepções a respeito de algo. Essa nova função, podemos assim dizer, é desafiadora e leva o professor a um novo planejamento de suas aulas buscando diferentes formas de promover instabilidade cognitiva. Assim, podemos concluir em uma primeira análise que uma aula significativa significa empenhar-se de forma criativa e estimuladora a incitar as estruturas conceituais do aluno.

Essa necessidade resguarda os professores da busca exacerbada de diferentes maneiras de explanar a matéria. No ambiente escolar, as informações passadas, nem sempre os alunos acham necessárias ou fundamentais, cabe ao professor à função de gerar a necessidade de questionamentos, dúvidas e não apresentar respostas para problemas ali apresentados, buscando a resposta dos alunos.

Para promover uma ótima aprendizagem, temos um leque de possibilidades, dentre elas, a problematização. O conceito de problematização, em linhas gerais, está associado ao processo em que o educador desafia a leitura de mundo dos educandos frente às contradições do seu universo vivencial. Uma ação dialógica permeada por questionamentos e imersa num tema gerador (FREIRE, 1977).

Segundo Bachelard (1996, p. 118) os problemas são o gênesis desta forma de conhecimento. Ainda tomando como referencia, o próprio autor ressalta:

Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. E justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

Os problemas têm como função primordial criar conflitos cognitivos, ou seja, desequilíbrios, que por sua vez ocasionem a necessidade de estimular uma busca pessoal e os conteúdos são meios essenciais na busca dessas respostas e não findam em si próprios.

Esse problema ou desafio tem como papel essencial causar curiosidade e não precisa ser algo de extraordinário. E isso pode ser feito através de uma simples pergunta, como por exemplo: “Por que quanto mais alto, mais frio fica, se quanto mais alto, mais perto do sol ficamos?” ou até mesmo um dito popular: “Por que quanto mais alto for maior é a queda?”,

“Por que para baixo todo santo ajuda?”. Recortes de jornal, fotografias, uma cena de filme ou uma pequena estória se mostram bastante eficazes e excelentes desafios.

Segundo Dewey (1978) e Ausubel (1988) é indispensável para que haja uma aprendizagem significativa, que os alunos se predisponham a aprender ou disposição para aprender. Para que isso aconteça é necessário “despertarmos a sede” dos alunos. Uma das formas de despertar essa sede dos alunos seria tornar as aulas muito mais atrativas e desafiadoras.

Dewey acreditava que na aprendizagem escolar o aluno seria capaz de desenvolver-se e adquirir maturidade, argumentando que “[...] a mais importante atitude a ser formada é do desejo de continuar a aprender” (DEWEY, 1979, p. 42).

Para se ter uma ideia, na década de oitenta uma pesquisa feita com aproximadamente 800 alunos do Ensino Médio chegou a conclusão da existência de dois tipos de pré-disposição: a aprendizagem superficial e a aprendizagem profunda, assim denominados pelos próprios alunos (MARTON et all, 1984).

A aprendizagem superficial acontece quando se delimita a intenção de preencher requisitos pré-estabelecidos da tarefa, deste modo, a compreensão do conteúdo não é o mais importante e sim quais perguntas podem ser feitas sobre o conteúdo julgando o que o professor acha de mais importante. O foco então deixa de ser a importância do conteúdo e passa a ser as possíveis exigências que serão feitas sobre o conteúdo.

A consequência maior é a memorização da informação para possíveis testes e provas, nesse caso apenas uma obrigação ou imposição externa. Reflexões sobre estratégias não existem e não há reflexões sobre isso, o foco é colocado em elementos soltos, sem assimilação (DOS SANTOS, s.d.).

O aluno sabe que tem que saber como funciona o movimento uniforme, o movimento acelerado as leis de Newton e as principais formas de energia, necessário saber descrevê-lo e saber os nomes das principais grandezas, mas não assimila a importância desses conteúdos com sua vida cotidiana e muito menos para o desenvolvimento do seu senso crítico e científico.

O enfoque profundo ou aprendizagem profunda é definido como intenção de compreender forte interação com o conteúdo, relação de novas ideias com o conhecimento anterior, relação de conceitos com a experiência cotidiana, relação de dados com conclusões e exame da lógica dos argumentos (DOS SANTOS, s.d.). Já o enfoque superficial se caracteriza pela intenção de cumprir os requisitos da tarefa, memorização da informação necessária para as provas ou exames, a tarefa é encarada como imposição externa, ausência de reflexão sobre

os propósitos ou estratégia, foco em elementos soltos, sem integração e por fim, os princípios não são distinguidos a partir dos exemplos (SALAS, 1998 *apud* ENTWISTLE, 1998).

Segundo Solé (2002), os enfoques destacados devem ser levados em consideração e se aplicam na forma de abordar as tarefas e não ao aluno, ou seja, o enfoque de um aluno pode variar de uma tarefa para outra, ou de um professor para outro, apesar de serem observadas vertentes do uso de enfoques profundos e superficiais. O que determina sua dedicação para aprender é a disponibilidade para tal.

Para que o aluno demonstre entusiasmo ou não para realização de aprendizagens significativas, o que é preciso fazer? Como resposta, digamos que seja, dentro do universo do aluno, uma mescla de condições como questões que integram as situações de ensino ao argumento real da aprendizagem resultado da capacidade do professor em promover uma aprendizagem superficial ou profunda.

[...] ensinar bem é ensinar apelando para as capacidades que o aluno já possui, dando-lhe, do mesmo passo, tanto material novo quanto seja necessário para que ele reconstrua aquelas capacidades em nova direção, reconstrução que exige pensamento, isto é, esforço inteligente. Em todos os casos, a significação educativa do esforço reside no seu poder de estimulação de maior soma de reflexão e pensamento, e não na maior tensão física que possa exigir (DEWEY, 1979, p. 93).

Dentro da sala de aula quanto mais o professor dar instruções mais seguidores de instrução serão formados. Quando o professor oferece instruções detalhadas e orientações minuciosas de suas atividades ou tarefas e faz um acompanhamento detalhado de cada etapa, proporciona a dependência e não a autonomia do aluno. Para garantir o êxito, basta seguir as instruções do professor sem se preocupar com a compreensão do que fazem.

Em sala de aula, o desenvolvimento de autonomia, está relacionado com a viabilidade dos alunos de tomarem decisões racionais diante do planejamento do seu trabalho. Quando os alunos se responsabilizam por suas tarefas e os critérios de avaliação são conhecidos, eles podem tomar as rédeas de suas decisões apoderando-se da atividade. A ausência de instruções ou instruções demasiadas não significa adotar a teoria do “tai e te vira”, é preciso conceder instruções necessárias, estimular as decisões racionais e questionar a descabidas. Aprendizagem significativa não precisa de proteção e sim aspira cuidado.

Partindo daquilo que o aluno já sabe e valorizando-o, é fazê-lo sentir-se elemento essencial no processo de aprender e, paralelamente, é alavancar sua autoestima. Outras atitudes igualmente elevadoras da autoestima do aluno são:

- Desafios propostos a alcance dos alunos;
- Supervisionar, a uma determinada margem, a linguagem utilizada na aula e a linguagem natural do aluno;

- Diante das dificuldades, oferecer ajuda quando necessário;
- O aluno deve sentir-se parte ativa do ambiente compartilhado garantido pelo professor.
- Quando há pequenos sucessos progressivos, colocar em prática o hábito de reconhecimento;
- A autonomia dos alunos deve ser garantida e estabelecida objetivando o planejamento das ações.

Esse grupamento de atitudes constitui o que chamamos de relação de respeito e confiança mútua e é a partir desse contexto acolhedor que se dá a aprendizagem significativa.

O professor precisa ser adepto de que o aluno precisa ser para aprender. Isso quer dizer, de maneira específica e natural, que o ser de cada um de nós se transforma à medida que interagimos significativamente com os outros e com o mundo. Os alunos devem sentir a necessidade de poder ser o que são dentro da sala de aula e a parte de si que não for conveniente, poderá ser levado a uma adaptação de comportamento negociada respeitosamente e isso leva a um ganho de habilidade relacional, conseqüentemente um presente para ser melhor no mundo.

É certo que não estamos negando nosso papel de formadores de atitudes socialmente aceitas, e sim, relatando atitudes que de fato fazem isso sem anular o sujeito já construído pelo aluno.

O dinamismo da educação obriga o professor buscar permanentemente atualização e mudanças em suas práticas pedagógicas objetivando o desenvolvimento de habilidades diferentes das tradicionais. Uma dessas habilidades é a de tutor, que lhe exige a capacidade de desenvolver, em sala de aula as relações interpessoais com seus alunos (SAVIN-BADEN & MAJOR, 2004; O'GRADY et al., 2012), pois, quando o professor muda sua postura, trás como consequência, mudanças nas relações interpessoais com os alunos e até mesmo com seus semelhantes.

Na dimensão do conhecimento, o mínimo a ser exigido de um professor é o domínio do conteúdo de sua disciplina, mantendo constantemente atualizados os conhecimentos científicos para dar resposta às exigências da evolução dos saberes e às demandas da sociedade. Na dimensão didático-pedagógica, é importante que o professor conheça os processos psicológicos que afetam a aprendizagem, assim como os métodos e estratégias didáticas, que, de acordo com as características da disciplina, melhor favoreçam a aprendizagem.

No método ABP, a relação entre professor, o aluno e o conteúdo estudado e aprendido é contemplada como um dos pontos fundamentais de sua aplicação. Dentro dessa relação, o professor tem a colocação de mediador ou guia que encoraja os alunos a descobrir, interpretar e aprender. No desempenho desse papel, assume a função de professor tutor, um criador de situações de aprendizagem (O'GRADY et al., 2012). Além do mais, a contribuição do professor tutor para o desenvolvimento de uma sequência de princípios didáticos que associam o ensino e a aprendizagem com situações reais, intensifica a atividade independente, ativa e responsável do aluno na construção de uma aprendizagem que contemple a relação professor, aluno e conhecimento adquirido.

O professor tutor tem um papel importante e seu reconhecimento vem acompanhado de uma tentativa de definir seu perfil, são eles:

- Assumir de forma responsável a criação e apresentação do cenário problemático;
- Cooperar com o processo de aprendizagem;
- Fazer o acompanhamento do processo de investigação e resolução de problemas;
- Ajudar na aprendizagem dos conhecimentos conceituais da disciplina;
- Potencializar o desenvolvimento das competências de análise e síntese de informações;
- Ser corresponsável na organização do espaço de encontro e relações no grupo;
- Favorecer a criatividade que proporciona a independência dos alunos ao abordar os processos cognitivos.

Em resumo, o professor tutor na ABP tem a função de incitar os alunos a tomarem decisões próprias, dentro do trabalho em grupo o professor tutor determina regras a serem conduzidos, colaborar com os alunos na pesquisa de referenciais de aprendizagem a respeito do tema e na elaboração do trabalho final e apoiar aqueles que têm maior dificuldade durante o processo de aprendizagem.

A esse respeito Libâneo (1994, p. 105) afirma:

É necessário reafirmar que todo estudo é sempre precedido do trabalho do professor: a incentivação para o estudo, a aplicação da matéria, a orientação sobre o procedimento para resolver tarefas e problemas, as exigências quanto à precisão e profundidade do estudo etc. É necessário que o professor esteja atento para que o estudo seja fonte de autossatisfação para o aluno, de modo que ele sinta que está progredindo, animando-se para novas aprendizagens.



Dessa forma, dentro do processo de aprendizagem o professor tutor faz o acompanhamento do processo e promove o desenvolvimento dos alunos, ajuda a proporcionar a integração do grupo, estimula a exploração dos conhecimentos que os alunos possuem, a fim de que a estes sejam acrescidos os conhecimentos que irão adquirir (LAMBROS, 2004; DELISLE, 2000; O'GRADY et al., 2012; CARVALHO 2009). Assim, o professor tutor é visto como o principal motivador da autonomia na produção do conhecimento dos alunos, tanto individual quanto em grupo (SAVIN-BADEN & MAJOR, 2004; DELISLE, 2000; O'GRADY et al., 2012; CARVALHO, 2009), sendo um dos responsáveis pelo processo de aprendizagem bem-sucedido.

### 2.3 A ATIVIDADE EXPERIMENTAL E A PRÁTICA INVESTIGATIVA

Mesmo tendo havido várias mudanças no ensino de Física, notamos que em algumas instituições o processo educativo ainda é voltado para o método tradicional, onde o conhecimento é construído superficialmente de forma mecânica e repetitiva. Contudo, o uso da experimentação é incontestável no ensino de Física, pois nos permite entender com maior facilidade os fenômenos naturais, proporcionando a construção do saber científico.

Na verdade, as experiências das ciências naturais é a base tanto da filosofia, quanto da pedagogia e da ciência em geral, já que [...] o método científico é o único meio autêntico sob o nosso comando para obter a compreensão da real significação de todos os dias, no mundo em que vivemos. (DEWEY, 1971, p. 93).

Assim, a prática causa uma diferenciação nas aulas, o ensino se torna mais prazeroso e dinâmico, possibilita a observação direta dos fenômenos, manipulação de equipamentos e materiais, por fim existe um contato direto com o objeto estudado proporcionando consequentemente, a construção do próprio conhecimento de forma significativa e lúdica.

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa no processo de ensino necessita fazer algum sentido para o aluno e, nesse processo, a informação deverá interagir e ancorar-se nos conceitos relevantes já existentes na estrutura do aluno. Kishimoto (2002, p. 20), diz que: "na percepção de uma educação crítica a construção da aprendizagem significativa, é condição imprescindível para a formação da cidadania".

Borges et al. (2006) citam a importância de se utilizar a experimentação ou a demonstração no ensino de Física, pois é um facilitador na aprendizagem dos alunos.

Silva (2011) acredita que as atividades experimentais lúdicas, isto é, experimentos que causam divertimento, e além do mais sendo desafiadoras, podem facilitar o entendimento.

Atividade lúdica é todo e qualquer movimento que tem como objetivo produzir prazer aquando de sua execução tornando a atividade mais produtiva e significativa. Piaget (1998, p.160) diz que a atividade lúdica é o berço obrigatório das atividades intelectuais da criança, sendo, por isso, indispensável à prática educativa. Cavalcante et al. (2008) apontam como principal impedimento à inserção de novas tecnologias nas escolas o alto custo das interfaces de aquisição de dados.

As atividades experimentais devem ser elaboradas de forma a propiciar uma situação de investigação que permita a discussão e interpretação dos resultados obtidos. Além disso, espera-se do professor uma postura didática que assegure a compreensão dos conceitos fundamentais e desafie os estudantes a questionar, argumentar de forma fundamentada, perceber contradições, construir coletivamente conhecimentos e valorizá-los, ponto fundamental no processo ensino-aprendizagem atual.

O E.I constitui uma abordagem que promove o questionamento, o planejamento, a escolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação.

O ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planeamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino (...) Incide naquilo que os alunos fazem e não somente naquilo que o professor faz ou diz, o que exige uma mudança de um ensino mais tradicional para um ensino que promova uma compreensão abrangente dos conceitos, o raciocínio crítico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Os alunos são envolvidos em tópicos científicos, colocando uma prioridade na evidência e na avaliação de explicações alternativas (...) O uso de atividades de investigação podem ajudar os alunos a aprender ciência, a fazer ciência e sobre ciência. (FREIRE, 2009, p.105)

O E.I usa processos da investigação e conhecimentos científicos, podendo ajudar os alunos a aprender a fazer ciência e sobre ciência. Sua inclusão requer que os professores mudem seu papel alterando assim a dinâmica da aula.

Segundo Carvalho e Sasseron (2015), o EI tem como ponto de partida uma situação-problema que deve levar o aluno a reflexão, discussão, levantamento de hipóteses, e outros aspectos que proporcionam a construção do autoconhecimento, por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer.

A experimentação tem um importante papel em estimular a formulação de hipóteses e a investigação sobre o objeto de estudo, baseado não apenas na memorização de fatos e conceitos que logo passam e sim no raciocínio e na busca pelos conhecimentos, promovendo uma aprendizagem significativa (TERRAZAN; LUNARDI; HERNANDES, 2003).

Ensinar por investigação significa fazer um movimento de aproximação entre os conhecimentos científicos dos conhecimentos escolares, estimulando a atividade do aluno retirando-o da passividade e do “[...] vasto conjunto de concepções geralmente aceitas como verdadeiras em determinado meio social recebe o nome de senso comum” (COTRIM, 2002, p.46) ou conhecimento popular.

O senso comum e o conhecimento científico podem relacionar-se entre si, porém são distintos, e essas distinções não podem ser desconsideradas uma vez que estão relacionados ao cotidiano humano. Diante desse fato, Morais (1988, p.25) sugere que:

o senso comum, ou “conhecimento vulgar”, pode ser designado como “empírico”, que “[...] provém da experiência comum das gentes.” Diferencia-se do experimento, ou seja, a “[...] vivência nos permite as percepções cotidianas ocasionais e daí se origina a ‘Experiência’. Já *experimento* (ou experimentação) é aquilo que deve ocorrer segundo um plano de pesquisa.” E, como exemplo, associa o experimento ao “trabalho de laboratório”. Assim, enquanto a experiência é “[...] a-metódica e assistemática, o experimento é metodicamente provocado e sistematicamente analisado”.

Durante uma atividade investigativa há uma semelhança do que acontece numa comunidade científica. Carvalho e Sasseron (2015) ressaltam em seu livro os graus de liberdade intelectual que o professor proporciona aos alunos em aulas com atividades experimentais, fato estudado por Milton Pella. Os autores destacamos no quadro 2 com os diferentes graus com responsabilidade do aluno ou do professor.

**Quadro 2:** Graus de liberdade intelectual.

	<i>Grau I</i>	<i>Grau II</i>	<i>Grau III</i>	<i>Grau IV</i>	<i>Grau V</i>
<b>Problema</b>	Professor	Professor	Professor	Professor	Aluno
<b>Hipótese</b>	Professor	Professor	Professor	Aluno	Aluno
<b>Plano de trabalho</b>	Professor	Professor	Aluno	Aluno	Aluno
<b>Obtenção de dados</b>	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno
<b>Conclusões</b>	Professor	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno

**Fonte:** O Próprio Autor

Não é uma prática em que os alunos aprendem por conta própria, somente pela observação dos fatos com interpretações limitadas, desprezando a atividade sensorial, deixando de lado a construção ativa do conhecimento através do diálogo e discussões e sem preocupação com que o aluno já sabe. O ensino por investigação é aquele capaz de buscar a informação pretendida através das discussões entre os alunos, com a ajuda do professor, deixando um pouco de lado o processo curricular exaustivo e estruturado.

Trata-se de buscar respostas a partir de problemas reais e culturalmente relevantes, a partir de experimentos inspirados pelas próprias discussões em sala de aula.

O que de fato, o real significado do ensino por investigação é construir, arquitetar o conhecimento já imposto previamente e reconstruí-lo com o passar do tempo. Entender que o saber não vem com uma simples observação, que através dele deve associa-se uma prática e uma força que impulsiona todo o papel investigativo: a curiosidade. Ela é chave do próprio saber, que transforma, questiona e inquieta (CARVALHO, 2004).

O ensino investigativo incluso em sala de aula quebra a rotina, reformula ideias, questiona, experimenta, e faz o aluno formular sua própria conclusão (LIMA; MAÚES 2006).

Os alunos têm oportunidade de negociar e essa negociação envolve a argumentação, a comunicação dos resultados, a partilha de ideias, a troca de exemplos e a aceitação por parte dos pares de que aquele conhecimento é válido.

Trata-se de um processo essencial para desenvolver com os alunos e levá-los a compreender a importância de uma comunidade científica e como se processa a construção do conhecimento científico.

Segundo NRC (2000) *apud* Baptista et al. (2013) o ensino por investigação envolve tarefas multifacetadas como: a realização de observações, a pesquisa em livros e outras fontes de investigação, planejamento de investigações, revisão do que já se sabe sobre a experimentação, utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados, exploração, previsão e a respostas à questão e comunicação de resultados.

Outras características do ensino por investigação segundo NRC, (2000) *apud* Trivelato, Tonidandel (2015) são: o envolvimento dos alunos em questões científicas, dando prioridade às evidências para responder às questões, o uso de evidências para desenvolver explicações, promovendo a ligação dessas com o conhecimento científico e a comunicação e justificação das suas explicações.

As características referidas colocam os alunos no centro das suas aprendizagens, valorizam a atividade científica através do desenvolvimento de explicações científicas e suportam a argumentação e a comunicação.

O favorecimento do aprendizado de conteúdos no ensino de Física, assim como, no ensino de ciências, a teoria aplicada em sala de aula deveria ser amparada com um processo prático desenvolvido em laboratórios experimentais presentes nas escolas, fazendo com que o aluno observe na prática a utilização dos conceitos teóricos no seu dia a dia, promovendo assim, o interesse em investigar e tirar suas próprias conclusões sobre determinados assuntos, minimizando, em parte, as dificuldades de aprendizagem. A curiosidade, o poder de

manipular e controlar os experimentos promove a absorção dos conceitos e desperta o interesse dos alunos.

Os PCN (BRASIL, 2002) enfatizam a indispensabilidade do laboratório didático e da experimentação, que devem se fazer presente ao longo de todo processo de ensino aprendizagem. Os PCN+ evidenciam a importância do fazer, manusear, operar e agir como garantia da construção do conhecimento pelo próprio aluno florescendo sua curiosidade.

Dessa forma, a experimentação deve ser retomada concedendo-lhe uma maior abrangência, ou seja, para além de situações tradicionais de laboratório com procedimentos fixados, evitar “experiências”, que a maioria das vezes não fazem sentido para o aluno resguardando assim, a questão das competências promovidas pelas atividades implicadas. O documento conclui dizendo:

Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos óptico-mecânicos. Pode também envolver desafios, estimulando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais (BRASIL, 2007, p.84).

Observa-se que tanto os PCN quanto os PCN+ almejam diferentes formas de melhorar o Ensino Médio, onde além da reformulação da abordagem dos conteúdos, visam promover mudanças na ênfase, favorecendo a vida individual, social e profissional no presente e no futuro do aluno que integra a escola. Segundo Freire (2006) “para compreender a teoria é preciso experimentá-la”.

O mais importante é promover competências com a atividade a ser desenvolvida como, observar situações e fenômenos que estão ao alcance dos alunos podendo ser em casa, na rua, ou até mesmo na escola. Objetos tecnológicos ou situações cotidianas também servem como mediadores, pois envolvem desafios estimulando e desenvolvendo a busca por soluções de problemas reais.

Dessa forma, pode-se assegurar ao aluno a construção do conhecimento, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável potencializando sua curiosidade e o hábito de sempre indagar.

As atividades experimentais sempre contribuíram para o Ensino de Ciências em geral. Em virtude da não aceitação e na palavra dos alunos a disciplina de Física ser muito complicada e difícil, os professores de Física optam por essa metodologia por que, segundo Leiria e Matacuro (2015), os alunos gostam de “experimentar” no laboratório, sendo um recurso motivador e a motivação é um dos pilares da eficiência da atividade experimental. De acordo com Araújo e Adib (2003, p. 02),

[...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.

Observando as Orientações Curriculares do Estado do Maranhão, onde o produto educacional dessa dissertação foi aplicado, destacam a importância da realização das atividades experimentais dentro do processo de ensino de Física:

A experimentação é imprescindível durante a apresentação dos conteúdos das disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática. No caso particular da Física, é um recurso utilizado para materializar um conceito, tornando-se um facilitador da abstração. (MARANHÃO, 2005, p. 98)

As Diretrizes Curriculares do Estado do Maranhão, e de qualquer outro estado da federação, privilegiam a contextualização, o uso de linguagem e a investigação científica. Desta forma, a física surge para atender os fatores de distintas ordens de ciências, das novas tecnologias e de sua comunidade. Ela fica marcada pela relação dos sujeitos como o objeto de estudo do componente curricular, que é o conhecimento científico.

O quadro 3 retirado das Diretrizes Curriculares do Estado do Maranhão demonstra o que deve ser aprendido, ensinado e como deverá ser ensinado e avaliado, nas turmas do 1º ano do Ensino Médio, marcando a relação dos sujeitos dessa pesquisa e o objeto de estudo desse componente curricular.

**Quadro 3:** Quadro de área do conhecimento - Física 1º ano EM

ÁREA DO CONHECIMENTO: CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS-DISCIPLINA: FÍSICA-EM			
O QUE DEVERÁ SER APRENDIDO	O QUE DEVERÁ SER ENSINADO	COMO DEVERÁ SER ENSINADO	O QUE DEVERÁ SER AVALIADO
Apresentar as características e descrições das causas ou efeitos dos movimentos das partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes; Utilizar leis físicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da Mecânica Clássica.	Conhecimentos básicos e fundamentais – Noções de ordem de grandeza e sistemas de unidades; tipos de movimentos: com velocidade constante e variável; Vetores e grandezas vetoriais; Leis de Newton e Gravitação Universal; Energia, Trabalho, Impulso e Quantidade de movimento.	Experimente a práticas laboratoriais que tem servido de pano de fundo para o exercício do suposto “método científico”. Não descuide da introdução do domínio empírico nas aulas de Física. Isso pode ser feito de diversas maneiras, recorrendo a objetos e equipamentos de uso cotidiano, como cata-ventos, seringas de injeção, molas, alto-falantes e controles remotos, que podem servir para demonstrar fenômenos a serem discutidos, realização de atividades como: subir escadas, frear veículos e amastar pesos está associada à definição de trabalho energia.	Situações problemas utilizando-se de conhecimentos de fenômenos físicos para resolvê-los; Propriedades físicas, de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam; causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

Fonte: Diretrizes curriculares do estado do Maranhão, 2015.

Podemos dar ênfase no quadro 3 o que diz respeito à experimentação explicitando “**como deverá ser ensinado**”, com experimentação e práticas laboratoriais.

As atividades experimentais são enriquecedoras e além do mais, proporcionam aos alunos a capacidade de interagir com o mundo real, viabilizando sentido ao mundo abstrato e

formal das linguagens, além de possibilitar técnicas de investigação e de formar um olhar mais crítico sobre as respostas obtidas (SÉRÉ; COELHO ; NUNES, 2003).

A experimentação é um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer “verdades científicas”. “Assim[...] passaram [os investigadores] a dar importantes contribuições para a nova tendência ao experimentalismo, pois um dos traços característicos da revolução científica é a substituição da “experiência” evidente por si mesma que formava a base da filosofia natural escolástica por uma noção de conhecimentos especificamente concebidos para esse propósito.” (HENRY, 1998 apud ALVES FILHO, 2000, p.150.).

Borges (2002) apresenta a ciência como uma estrutura teórica, mas comenta a necessidade de procurar criar oportunidades para que o ensino experimental se faça presente de maneira adequada, permitindo ao aluno integrar o conhecimento prático ao conhecimento teórico. Alerta, também, que suprimir a importância dada aos laboratórios no Ensino de Ciências significaria destituir o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas.

Leiria e Mataruco (2015) indagam que é preciso argumentar a importância dessas atividades para o ensino desta ciência, que podem permitir o desenvolvimento das habilidades e despertar o cognitivo dos alunos, além de proporcionar ao professor momentos de aprendizagem, contribuindo dessa forma com a sua postura didática. Desse modo,

O laboratório didático introduz elementos específicos, que facilitam o reconhecimento do contexto escolar, e aumentam a probabilidade e a necessidade dos alunos utilizarem argumentos mais adequados e completos, cuja estrutura se aproxima mais da estrutura dos argumentos científicos, em suas respostas a problemas e questões escolares (VILLANI; NASCIMENTO, 2003, p. 206).

Experiência é a ferramenta para os seres humanos adentrarem e examinarem continuamente a natureza; não é uma singela observação à distância dos objetos da natureza, mas sim uma forma de nos aproximar a ela, sentindo-a por completo (DEWEY, 1929).

De alguma forma as experiências estão ligadas ao ser humano, visto que as mesmas se apresentam nas interações dos homens com o meio em que vivem (DEWEY, 1929), além de estar presente em suas experiências sociais, procurando formar uma fonte de dados que possa construir para as suas informações e assim poder formalizar o seu senso comum (LEIRIA; MATARUCO, 2015).

Com relação ao conhecimento científico existem diversas maneiras como ele pode ser acessado, mas somente a escola tem o poder de trabalhar a construção do conhecimento e relacioná-lo aos conceitos científicos.

Ao tratar da aquisição do conhecimento como objetivo primordial da escola para o aluno, Young (2007) questiona qual conhecimento é importante que a criança aprenda na

escola? O autor destaca a necessidade de se pensar quais os conhecimentos que se transformarão em “ferramenta” necessárias para que a pessoa possa ter consciência e compreenda o seu entorno (o meio/sociedade em que vive). Do ponto de vista do autor, indubitavelmente, o conhecimento científico é uma das condições essenciais para que a pessoa conheça o seu universo social, para além da sua condição socioeconômica particular.

De acordo com Mortimer (1992, p. 31), “a aprendizagem em sala de aula, a partir dessa perspectiva, é vista como algo que requer atividades práticas bem elaboradas que desafiem as concepções prévias do aprendiz, encorajando-o a reorganizar suas teorias pessoais”.

As atividades experimentais, unidas com alguma outra prática metodológica desempenham papel importantíssimo no aperfeiçoamento de conceitos científicos, proporcionando além de tudo, melhorias na compreensão e no entendimento dessa ciência. Ou seja,

[...] ajudar a compreender as possibilidades e os limites do raciocínio e procedimento científico, bem como suas relações com outras formas de conhecimento; criar situações que agucem os conflitos cognitivos no aluno, colocando em questão suas formas prévias de compreensão dos fenômenos estudados; representar, sempre que possível, uma extensão dos estudos ambientais quando se mostrarem esgotadas as possibilidades de compreensão de um fenômeno em suas manifestações naturais, constituindo-se em uma ponte entre o estudo ambiental e o conhecimento formal. (AMARAL, 1997, p. 14).

De alguma forma, seja dentro de um laboratório didático ou não, a atividade experimental tornará possível o desenvolvimento de trabalho em grupos, contribuindo para a interação social, proporcionando conhecimento e interação com a sociedade na qual os alunos estão inseridos, sendo assim agentes ativos e participantes do desenvolvimento de sua comunidade. Assim,

A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade simular no micro-cosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resultam das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e explicações atribuídos a essas experiências no universo sócio-cultural em que vivem (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 232).

Nessa perspectiva, Seré (2003, p. 39) declara:

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das 'linguagens', tendo a oportunidade de relacionar esses



dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens.

Deste modo, essas atividades experimentais tem a possibilidade de funcionar como uma estratégia de aquisição de conhecimentos, não esquecendo em fundamentá-la de forma adequada pedagógica-epistemologicamente relacionando aspectos naturais e os artificiais do fenômeno que esta sendo estudado, favorecendo assim o espírito investigativo dos alunos.

Segundo Delizoicov e Angotti (1991), durante todo o diálogo didático dentro de sala de aula a configuração dos conhecimentos prévios e a geração de conflitos de interpretação sobre determinado assunto ou situações decorrem da atividade experimental, baseada numa problematização inicial.

“A maneira clássica de utilizar o experimento é aquela em que o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno” (SERÉ et al., 2003, p. 31). Assim as atividades experimentais, como apresentadas pelos livros didáticos e, daí conduzida pelos professores se configura como atividades de fixação dos conteúdos trabalhados em sala de aula, já que possui roteiros já estruturados dos conteúdos discutidos e trabalhados em sala de aula. Ou seja, as atividades experimentais desempenham o papel de mais um exercício de fixação.

Vale a pena ressaltar aqui o antagonismo metodológico, por um lado o professor utiliza as atividades experimentais como exercício de fixação, como no processo tradicional de ensino, por outro lado, acreditam que uma metodologia construtivista está associada a indução do conhecimento através do experimento. Ou seja, objetivando uma interpretação adequada do fenômeno, o aluno precisa apropriar-se de uma observação sistemática do experimento para aquela situação.

Um experimento deve ser planejado após uma análise teórica. “A ideia ingênua de que devemos ir para o laboratório com a “mente vazia” ou que “os experimentos falam por si” é um velho mito científico.” (SILVA; MARTINS, 2003, p. 57)

Nas palavras de Amaral, as atividades experimentais devem percorrer as demandas que são exigidas, onde:

[...] a interdisciplinaridade, a postura de desmistificação da ciência moderna; o respeito às características do pensamento do aluno e às suas concepções prévias; o oferecimento de condições para que o aluno elabore o seu próprio conhecimento; a adoção de critérios baseados na relevância não só científica, mas também social e cultural, na seleção e na exploração dos conteúdos programáticos; flexibilidade curricular; educação ambiental (AMARAL, 1997, p. 13).

Dessa forma, o professor deverá procurar e analisar qual deve ser a prática metodológica adotada. Para isso, ele deve ter o conhecimento e clareza sobre o papel das atividades experimentais, seja em questões científicas quanto em questões pedagógico-epistemológicas.

Com relação a prática desenvolvida, os mais variados tipos de experimentos não garantem o aprendizado de forma absoluta e concreta. É necessário que o professor defina a forma que se quer abordar no processo de ensino, se é só a experimentação, se é o fenômeno que a envolve ou o conhecimento formal que a estrutura. Na verdade:

A experiência de laboratório pessoal é útil e necessária para a compreensão da ciência, mas a “pesquisa de laboratório verdadeiramente independente” nas escolas é útil só ocasionalmente (e não como prática de rotina) para dar aos alunos o sabor da investigação científica autônoma (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.315).

Segundo Borges (2002), a questão que se coloca é: o laboratório pode ter um papel mais relevante para aprendizagem escolar? Se pode, de que maneira ele deve ser organizado?

A resposta é sim, o que precisa ser feito é encontrar novas maneiras de usar as atividades prático-experimentais de forma mais criativas e eficientes esclarecendo seu propósito, mas as vistas que apenas isso não é solução para os problemas relacionados a aprendizagem em ciências.

Hodson (1994a, 1996) possui semelhantes ideias para o domínio cognitivo e descreve doze procedimentos que podem ser adotados pelos professores, durante as atividades experimentais, para que possa haver mudança conceitual por parte de seus alunos. Essas ações são:

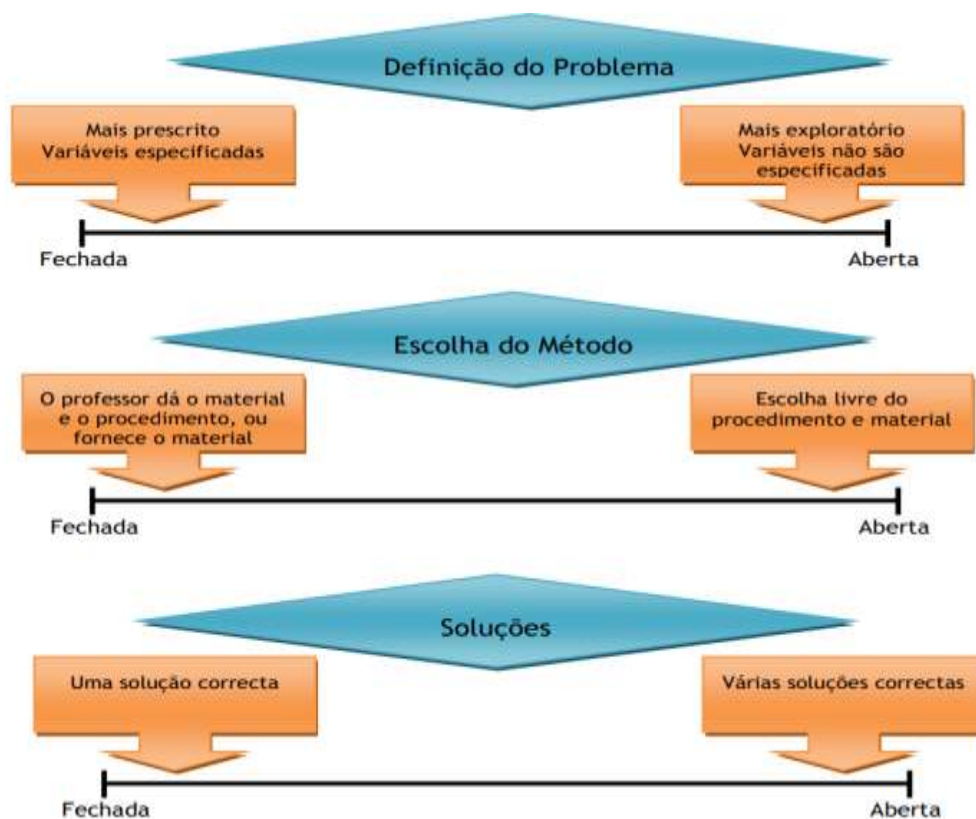
- 1- Fazer com que os alunos explicitem suas próprias ideias através de discussões com o professor e os colegas;
- 2- Explorar as implicações destas ideias;
- 3- Adaptar e testar estas ideias com a experiência;
- 4- Fazer com que os alunos usem suas ideias teóricas para explicar as observações;
- 5- Aplicar essas ideias a novas situações;
- 6- Modificar e refinar suas ideias para assegurar uma melhor adaptação com a observação;
- 7- Fazer as previsões, olhar para o aparato observacional e testá-las ;
- 8- Introduzir experiências para mudar e contradizer o ponto de vista dos alunos;
- 9- Encorajar a geração de grupos de conceitos e explicações alternativas;
- 10- Introduzir uma explicação ‘oficial’ como alternativa;
- 11- Explorar e testar todas as alternativas, repetindo os passos de 1 a 7;
- 12- Comparar, julgar e fazer a escolha liderada pelo consenso.

Com base nesses 12 procedimentos, notamos que a atividade experimental é um pouco diferente do enfoque investigativo, que tem como base o envolvimento do aluno na resolução de um problema. Como apontam Zanon e Freitas (2007, p. 95), nesse tipo de atividade, o professor “suscita o interesse dos alunos a partir de uma situação problematizadora em que a tentativa de resposta dessa questão leva à elaboração de suas hipóteses”. O experimento não se resume à simples manipulação de materiais e coleta de dados, pois é planejado para que o aluno reflita, tomando consciência de suas ações e propondo explicações (CARVALHO et al., 1999). Ainda, os alunos com a mediação do professor, poderiam elaborar seus próprios experimentos, na tentativa de testar suas próprias hipóteses para a resolução do problema.

Assim, se analisarmos todas as características da atividade experimental e da atividade investigativa notamos que uma complementa a outra, dessa forma, se juntarmos essas características teremos uma Atividade Experimental Investigativa. Entende-se por Atividade Experimental Investigativa como um conjunto de atividades que envolvem os alunos na busca por respostas na resolução de um problema ou na exploração de um fenômeno, similarmente ao trabalho científico, ou seja, atividades que se caracterizam por combinar processos, conceitos e procedimentos na resolução de problemas sendo orientadas por um guia cujo formato permite certo grau de liberdade aos alunos para sua realização (BORGES; GURADI; ISLAS, 1998).

Uma classificação das atividades de investigação tendo em conta o grau de abertura foi proposta por Monk e Dillon (1995) e encontra-se representada na figura 2.

**Figura 2:** Grau de abertura das atividades de investigação



**Fonte:** Monk e Dillon (1995)

É essencial, de acordo com Monk e Dillon (1995), que o professor atenda às três fases propostas para a definição do grau de abertura das atividades de investigação a desenvolver com os seus alunos.

Por fim, segundo Saraiva-Neves, Caballero e Moreira (2006), a abordagem investigativa aliada à Atividade Experimental além de trabalhar a aprendizagem significativa também contribui para o desenvolvimento de procedimentos e atitudes científicas.

A forma de “estudar fazendo ciência” possibilita que os alunos não só aprendam sobre os conteúdos como também sobre a natureza da ciência e a prática científica.

Hodson (2000) segundo Saraiva-Neves, Caballero e Moreira (2006) ainda distingue três tipos de aprendizagem sendo a terceira delas o “fazer ciência” onde o aluno empenha-se em desenvolver competências em investigação científica e resolução de problemas.

Apesar das vantagens da Atividade Experimental Investigativa em relação a atividades de laboratório ainda é evidente a deficiência de aplicação. É muito raro encontrar dentro da literatura nacional exemplos desse tipo de proposta. Certamente pode ser resultado da dificuldade de se implementar principalmente na escola pública.

### 3 NOVOS RECURSOS PARA OBTENÇÃO DE DADOS: O ARDUINO

As profundas transformações no universo da mídia impulsionam as escolas, pelo papel que ela desempenha, a compreender a cultura tecnológica, aproveitando as características dos diferentes veículos de comunicação e informação, e objetivando a melhoria do processo ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, aumento dos padrões de qualidade de ensino.

Nesse contexto, o desenvolvimento curricular se passa, inevitavelmente, pelas novas relações com o saber que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), referente à pluralidade de tecnologias (equipamentos e funções) que permitem criar, capturar, interpretar, armazenar, receber e transmitir informações (ANDERSON, 2010), oportunizam e potencializam, articulando a escola com outros espaços produtores do conhecimento, inclusive, uma cultura colaborativa.

Considerando que as mídias estão presentes em todos os contextos de aprendizagem, o professor passa a desempenhar o papel de dar sentido ao uso das TIC trazendo para as atividades de ensino e aprendizagem dos alunos para tornar-se um otimizador desses conhecimentos.

Segundo Pozo (2004), as tecnologias estão possibilitando novas formas de distribuir socialmente o conhecimento, mas que seguramente tornam necessárias novas formas de alfabetização (literária, gráfica, informática, científica, etc.).

Entretanto, as discussões sobre essas tecnologias como parte do processo de aprofundamento nas mudanças da sociedade e seus impactos educacionais ainda não tem recebido a devida atenção (UNESCO, 2010).

A tecnologia deve ser utilizada na escola para ampliar as opções de ação didática com o objetivo de criar ambientes de ensino-aprendizagem que favoreçam a postura crítica, a curiosidade, a observação e a análise, a troca de ideias, de forma que o aluno possa ter autonomia no processo de ensino aprendizagem (DEWEY, 1979).

Os recursos tecnológicos devem ser usados como ferramentas educacionais e compreendidos como processo valioso na prática pedagógica, empregados nas diversas áreas curriculares, na elaboração de trabalhos investigativos, na procura de conceitos, na busca de informação e no desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas, sendo descritos na seção 5.2 na Aprendizagem Baseada em Problemas.

De acordo com as Diretrizes Curriculares do Estado do Maranhão (2014) o uso planejado e acompanhado dessas ferramentas por parte da escola permitirá uma prática pedagógica inovadora rica em possibilidades, num trabalho que possibilite dinamizar as

atividades em sala de aula criando um canal de comunicação, divulgação e produção cultural, além de promover a ludicidade criando novos ambientes de aprendizagem, permitindo o acesso a rede de informações possibilitando novas formas de aprender promovendo a participação coletiva ampliando as possibilidades de trabalhar com os conteúdos, indo além da forma conceitual e articulando diferentes áreas do conhecimento.

A construção de sistemas de aquisição de dados para as aulas de Física fortalece a inserção dos computadores nos laboratórios de Física. Alguns autores propõem experimentos que utilizam a entrada do microfone nas placas de som dos computadores como interface para coletar dados em experimentos. Cavalcante, Bonizzia e Gomes (2008) apontam como principal impedimento à inserção de novas tecnologias nas escolas o alto custo das interfaces de aquisição de dados.

O uso de computadores tem aumentado entre os estudantes. Mas a potencialidade deste equipamento nos laboratórios ainda é pouco explorada como instrumento de medida. Abordagens que buscam a inserção de tecnologia podem transformar a sala de aula em um ambiente de investigação, valorizando os objetivos educacionais, tornando-as mais dinâmicas e inserindo-as no século XXI.

O projeto Arduino<sup>®</sup> surgiu na Itália em 2005, cujos desenvolvedores são Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, como uma opção de baixo custo. Criado com o objetivo de oferecer uma plataforma de prototipagem eletrônica de baixo custo e de fácil manuseio por qualquer pessoa interessada em criar projetos com objetos e ambientes interativos (ARDUINO, 2011). Hoje alguns professores utilizam e criar experimentos usando essa plataforma assistidos por computador. No cenário atual a aquisição de kits e equipamentos de controle, aquisição e tratamento de dados, se mostram caros e os professores e estudantes, em sua maioria, desconhecem sua existência.

Com um investimento muito baixo, se comparado aos laboratórios e aos “kits” de física, a utilização do microcontrolador Arduino, um computador e alguns componentes eletrônicos permitem a criação das mais diversas situações de aprendizagem. Pode-se criar atividades qualitativas e quantitativas, que permitem a interação entre os estudantes e sua participação ativa na construção do próprio conhecimento.

Rezende Neto (2010) apresenta em sua monografia a construção de um sistema capaz de medir a intensidade do campo magnético através de um conjunto hardware e software. Para isto utilizou o Arduino<sup>®</sup> como interface entre o sensor e o computador. Neste projeto, o Arduino controla um motor em um trilho e envia os dados coletados pelo sensor ao computador.

D`Ausilio (2011) realizou alguns testes para verificar a precisão do Arduino<sup>®</sup>. Ressalta ainda que é um microcontrolador de baixo custo, com código aberto (*open-source*), fácil de transportar, preciso, com uma grande comunidade que disponibiliza esquemas das montagens e códigos gratuitamente.

No artigo “Física com Arduino<sup>®</sup> para iniciantes”, Cavalcante et al (2011) apresentam vários modos de opera-lo. Com ele pode-se trabalhar a aquisição e automação de dados em atividades experimentais. Nele é apresentada uma breve descrição do Arduino<sup>®</sup> e apresentam uma proposta experimental de estudo da carga e descarga de um capacitor. Acreditamos que a proposta e análise apresentada é mais indicada para os estudantes da graduação, já que este tema nem sempre é abordado no Ensino Médio, com exceção dos cursos técnicos.

As portas digitais e analógicas do Arduino<sup>®</sup> abre uma infinidade de aplicações experimentais para a Física e sua inserção nas salas de aula de todos os níveis de ensino. Com isso se espera que a apropriação da tecnologia se torne uma ferramenta importante no processo de construção de conhecimento.

A plataforma Arduino<sup>®</sup> é composta de uma placa eletrônica (*hardware*) e de um ambiente de desenvolvimento (*software*) para criação dos projetos pelos usuários. O Arduino é um projeto *open source* onde a documentação para elaboração do *hardware* (placa eletrônica) e o código fonte do ambiente de desenvolvimento estão disponíveis para os usuários.

A figura 3 mostra o Arduino<sup>®</sup> UNO e suas partes abaixo uma pequena descrição de cada uma.

**Figura 3:** Arduino<sup>®</sup> UNO



**Fonte:** [https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/#O\\_que\\_e\\_Arduino\\_Uno\\_A\\_mais\\_famosa\\_das\\_placas](https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/#O_que_e_Arduino_Uno_A_mais_famosa_das_placas)

- 1- Microcontrolador: Esse é o cérebro do Arduino<sup>®</sup>. Um computador inteiro dentro de um pequeno chip. Este é o dispositivo programável que roda o código que enviamos à placa. O modelo UNO usa o microcontrolador ATmega328.

- 2- Conector USB: Conecta a placa ao computador. É por onde o computador e o Arduino<sup>®</sup> se comunicam com o auxílio de um cabo USB, além de ser uma opção de alimentação da placa.
- 3- Pinos de Entrada e Saída: Pinos que podem ser programados para agirem como entradas ou saídas fazendo com que o Arduino<sup>®</sup> interaja com o meio externo. O UNO possui 14 portas digitais (I/O), 6 pinos de entrada analógica e 6 saídas analógicas (PWM).
- 4- Pinos de Alimentação: Fornecem diversos valores de tensão que podem ser utilizados para energizar componentes. Devem ser usados com cuidado, para que não sejam forçados a fornecer valores de corrente superiores ao suportado pela placa.
- 5- Botão de Reset: Botão que reinicia a placa.
- 6- Conversor Serial-USB e LEDs TX/RX: Para que o computador e o microcontrolador conversem, é necessário que exista um chip que traduza as informações vindas de um para o outro. Os LEDs TX e RX acendem quando o Arduino está transmitindo e recebendo dados pela porta serial respectivamente.
- 7- Conector de Alimentação: Responsável por receber a energia de alimentação externa, que pode ter uma tensão de no mínimo 7 V e no máximo 20 V e uma corrente mínima de 300mA. É recomendado 9V, com um pino redondo de 2,1mm e centro positivo. Caso a placa também esteja sendo alimentada pelo cabo USB, ele dará preferência à fonte externa automaticamente.
- 8- LED de Alimentação: Indica se a placa está energizada.
- 9- LED Interno: LED conectado ao pino digital 13.

O Arduino<sup>®</sup> foi criado para que pessoas comuns estendessem a plataforma para adequá-la às suas necessidades, sem que seja necessariamente um programador. Para isso, elas tem acesso ao código-fonte do *software* e ao projeto do *hardware*. Sabendo que podem continuar expandindo a plataforma mesmo que o desenvolvedor original desistisse dela.

A placa eletrônica do Arduino<sup>®</sup> contém várias entradas e saídas, analógicas e digitais, além de interface serial via conexão USB para comunicação com o computador. O elemento inteligente desta placa é um microcontrolador da família AVR que permite milhares de gravações e regravações em sua memória de programa. Existem diversos modelos oficiais e não oficiais da placa eletrônica. A figura 4 apresenta os principais modelos oficiais presentes no site do projeto (ARDUINO, 2011).

Souza et al. (2011) apresenta o microcontrolador Arduino como uma alternativa aos equipamentos e “kits”. Na internet, pode-se encontrar uma rica documentação sobre



aplicações e projetos e uma grande comunidade internacional para troca de experiências. A placa Arduino® possui inúmeras possibilidades que podem ser exploradas pelos professores em salas de aula e em pesquisas de campo.

Para deixar as atividades experimentais um pouco mais elaboradas sem grandes investimentos em laboratórios contamos, portanto com esta “recente possibilidade”; utilização do Arduino® como interface de aquisição de dados e automação de experimentos.

**Figura 4:** Tipos de Arduino® encontrados no mercado.

	Arduino Uno	Arduino Mega2560	Arduino Leonardo	Arduino Due	Arduino ADK	Arduino Nano	Arduino Pro Mini	Arduino Esplora
								
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560	ATmega168 (versão 2.x) ou ATmega328 (versão 3.x)	ATmega168	ATmega32u4
Portas digitais	14	54	20	54	54	14	14	-
Portas PWM	6	15	7	12	15	6	6	-
Portas analógicas	6	16	12	12	16	8	8	-
Memória	32 K (0,5 K usado pelo bootloader)	256 K (8 K usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)	512 K disponível para aplicações	256 K (8 K usados pelo bootloader)	16 K (ATmega168) ou 32K (ATmega328), 2 K usados pelo bootloader	16 K (2k usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)
Clock	16 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	84 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	8 Mhz (modelo 3.3v) ou 16 Mhz (modelo 5v)	16 Mhz
Conexão	USB	USB	Micro USB	Micro USB	USB	USB Mini-B	Serial / Módulo USB externo	Micro USB
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Tensão de operação	5v	5v	5v	3.3v	5v	5v	3.3v ou 5v, dependendo do modelo	5v
Corrente máxima portas E/S	40 mA	40 mA	40 mA	130 mA	40 mA	40 mA	40 mA	-
Alimentação	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	3.35 - 12 V (modelo 3.3v), ou 5 - 12 V (modelo 5v)	5v

**Fonte:** <https://www.filipeflop.com/blog/tipos-de-arduino-qual-comprar/>

### 3.1 A IDE

A plataforma Arduino também envolve um ambiente de desenvolvimento integrado ao hardware (IDE – *Integrated Development Environment*) para geração dos programas (*sketches*) que serão enviados para a placa eletrônica. O IDE do Arduino foi desenvolvido em linguagem JAVA<sup>1</sup> baseado no projeto *Processing*<sup>2</sup>(PROCESSING, 2011), na biblioteca

<sup>1</sup> programação desenvolvida por James Gosling, juntamente com outros colaboradores, no início da década de 1990, na empresa Sun Microsystems.

<sup>2</sup> é uma linguagem de programação de código aberto e ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), construído para as artes eletrônicas e comunidades de projetos visuais.

AVR-gcc (para micro controladores da família AVR) e em outros softwares livres (ARDUINO, 2011). A linguagem de programação do Arduino é baseada no projeto *Wiring*<sup>3</sup>(WIRING, 2011) e pode rodar nas plataformas Windows e Linux. O ambiente de desenvolvimento, mostrado na figura 5,

É esquematizado para introduzir a programação à pessoas não familiarizadas com o desenvolvimento de software. Inclui um editor de código com recursos de realce de sintaxe, parênteses correspondentes e endentação automática, sendo capaz de compilar e carregar programas para a placa com um único clique. Com isso não há a necessidade de editar *Makefiles*, isto é, definir regras de compilação para projetos de software ou rodar programas em ambientes de linha de comando.

Tendo uma biblioteca chamada "*Wiring*", ele possui a capacidade de programar em C/C++. Isto permite criar com facilidade muitas operações de entrada e saída, tendo que definir apenas duas funções no pedido para fazer um programa funcional:

- *setup( )* – Inserida no início, na qual pode ser usada para inicializar configuração, e
- *loop( )* – Chamada para repetir um bloco de comandos ou esperar até que seja desligada.

---

<sup>3</sup> uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre composta por uma linguagem de programação, um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) e um micro controlador de placa única.

**Figura 5:** Tela do Arduino IDE para Windows

```
 Ethernet_Shield_Seta_IP | Arduino 1.0.5
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Ethernet_Shield_Seta_IP
//Programa : Ethernet Shield Wiznet W5100 - Define endereço IP

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

//A linha abaixo permite que voce defina o endereço fisico (MAC ADDRESS) da placa de rede
byte mac[] = { 0xAB, 0xCD, 0x12, 0x34, 0xFF, 0xCA };

//Os valores abaixo definem o endereço IP, gateway e máscara. Configure de acordo com a sua rede.
IPAddress ip(192,168,0,100); //Define o endereço IP
IPAddress gateway(192,168,0,1); //Define o gateway
IPAddress subnet(255, 255, 255, 0); //Define a máscara de rede

void setup()
{
  Ethernet.begin(mac, ip); //Inicializa a placa com os dados fornecidos
}

void loop() {}

Salvar concluído
13 Arduino Uno en COM3
```

Fonte: o próprio autor.

A figura 5 mostra o IDE do Arduino<sup>®</sup>, uma interface gráfica com a finalidade de facilitar a compilação de dados entre o PC e o micro controlador ATMEGA.

Em resumo, é um programa simples de se utilizar e de entender com bibliotecas que podem ser facilmente encontradas na internet. As funções da IDE são basicamente três: permitir o desenvolvimento do *software*, de enviá-lo à placa para que possa ser executado e de interagir com a placa Arduino<sup>®</sup>.

## 4 O PLANO INCLINADO DE GALILEU

Galileu Galilei foi um filósofo natural que acreditava que para entender o mundo à sua volta ele deveria confrontar suas teorias com a experimentação. As ideias de sua época seguiam um caminho diferente. Acreditavam que todo o conhecimento era algo interno do ser humano e bastava pensar de maneira lógica e profunda que seríamos capazes de compreendermos o universo.

As ideias aristotélicas sobre o movimento dos corpos ficaram vigentes por aproximadamente dois mil anos. Só a partir do século XVII, Galileu progrediu na explicação do movimento dos corpos introduzindo o método experimental e jogando por terra as afirmações de Aristóteles.

Galileu afirmou que em qualquer corpo que seja a velocidade estabelecida se manterá constante se a esse corpo não seja aplicado nenhuma espécie de aceleração ou retardamento, sendo observado apenas em planos aproximadamente horizontais onde exista o mínimo de força de atrito. Dessa forma surgiu o princípio da Inércia.

Galileu também estudou a Queda dos Corpos e verificou, ao contrário do que os aristotélicos acreditavam que objetos com massas diferentes, lançado de alturas iguais, caem em intervalos de tempo também iguais.

Em sua experimentação, a maior dificuldade encontrado por Galileu era relacionada as medições dos intervalos de tempo e a distância percorrida pelo corpo durante a queda, ele media o tempo utilizando relógios d'água porém, o movimento de queda livre era muito rápido impossibilitando a captura do movimento com precisão. Para tal, lançou mão de um plano inclinado, que consiste em uma superfície plana e inclinada que forma um ângulo menor que  $90^\circ$  com a horizontal.

Galileu, com sua percepção aguçada observou que o movimento de queda no plano inclinado se assemelha ao movimento de queda livre reduzindo a força da gravidade, sendo mais fácil mensurar o tempo de queda. Tendo observado isso, afirma que se os resultados obtidos no plano inclinado raso se mantiverem em planos de maior inclinação, então toda teoria seria válida para inclinação máxima ( $90^\circ$ ), ou seja, a queda livre.

No livro "Diálogo a Respeito de duas Novas Ciências", Galileu expõe um diálogo entre Segredo, um aluno inteligente e curioso, entre Salviati, defensor de suas ideias e Simplicio, seguidor das ideias aristotélicas, no qual o problema do plano inclinado é exposto e debatido.

Para fazer o experimento, a história conta que Galileu usou uma tábua de 6 m de comprimento e 25 cm de largura e três dedos de espessura e nela construiu um canal. Segundo

os dados registrados que deixou, a inclinação era menor que  $10^\circ$  essa inclinação foi conseguida elevando-se um pouco uma das extremidades da tábua e fixando-a, como mostra a figura 6. Uma esfera de bronze, de diâmetro desconhecido, rolava a partir do repouso.

Em seu livro Galileu também descreve o experimento supostamente realizado para a elaboração do teorema:

Numa ripa ou, melhor dito, numa viga de madeira com um comprimento aproximado de 12 braças, uma largura de meia braça num lado a três dedos do outro, foi escavada uma canaleta neste lado menos largo com um pouco mais de um dedo de largura. No interior desta canaleta perfeitamente retilínea, para ficar bem polida e limpa, foi colada uma folha de pergaminho que era polida para ficar bem lisa; fazíamos descer por ele uma bola de bronze duríssima perfeitamente redonda e lisa. Uma vez construído o mencionado aparelho, ele era colocado numa posição inclinada, elevando-se sobre o horizonte uma de suas extremidades até a altura de uma ou duas braças, e se deixava descer a bola pela canaleta, anotando como exporei mais adiante o tempo que empregava para uma descida completa; repetindo esta experiência muitas vezes para determinar a quantidade de tempo, [...] (GALILEU, 1988, p.175).

**Figura 6:** Recriação do plano inclinado de Galileu (Museu Galileo, Florença)



**Fonte:** <https://edukavita.blogspot.com/2015/07/biografia-de-galileu-galilei-fisico-e.html>

Galileu Galilei também em seu livro faz menção em relação às medições de tempo:

[...] repetindo a mesma experiência muitas vezes para determinar exatamente a quantidade de tempo, na qual nunca se encontrava uma diferença nem mesmo da décima parte da uma batida de pulso. Feita e estabelecida com precisão tal operação, fizemos descer a mesma bola apenas por uma quarta parte do comprimento total da canaleta; e, medindo o tempo de queda, resultava ser sempre rigorosamente igual à metade do outro. Variando a seguir a experiência, e comparando o tempo requerido para percorrer todo o comprimento com o tempo requerido para percorrer a metade, ou os dois terços, ou os três quartos, ou para concluir qualquer outra fração, através de experiências repetidas mais de cem vezes [...] (Galileu, 1988, p.140)

Primeiro Galileu mediu o tempo em que a esfera de bronze percorreu o plano todo; depois, mediu o tempo gasto para percorrer apenas um quarto do plano, verificou que o tempo

do segundo percurso era a metade do primeiro; mediu também o tempo para percorrer metade do plano inclinado, obtendo um tempo igual ao primeiro dividido por  $\sqrt{2}$ .

Segundo relatos, Galileu mediu o tempo em que a esfera de bronze para percorrer diversos comprimentos do plano inclinado como mostra a figura 7, esses comprimentos estado descritos em função de  $\Delta p$ , mas por enquanto vamos nos concentrar somente nestes três:

- 1ª medida: espaço percorrido,  $\Delta p$ ; tempo gasto,  $t$ ;
- 2ª medida: espaço percorrido,  $\frac{\Delta p}{4}$ ; tempo gasto,  $\frac{t}{2}$ ;
- 3ª medida: espaço percorrido,  $\frac{\Delta p}{2}$ ; tempo gasto,  $\frac{t}{\sqrt{2}}$ .

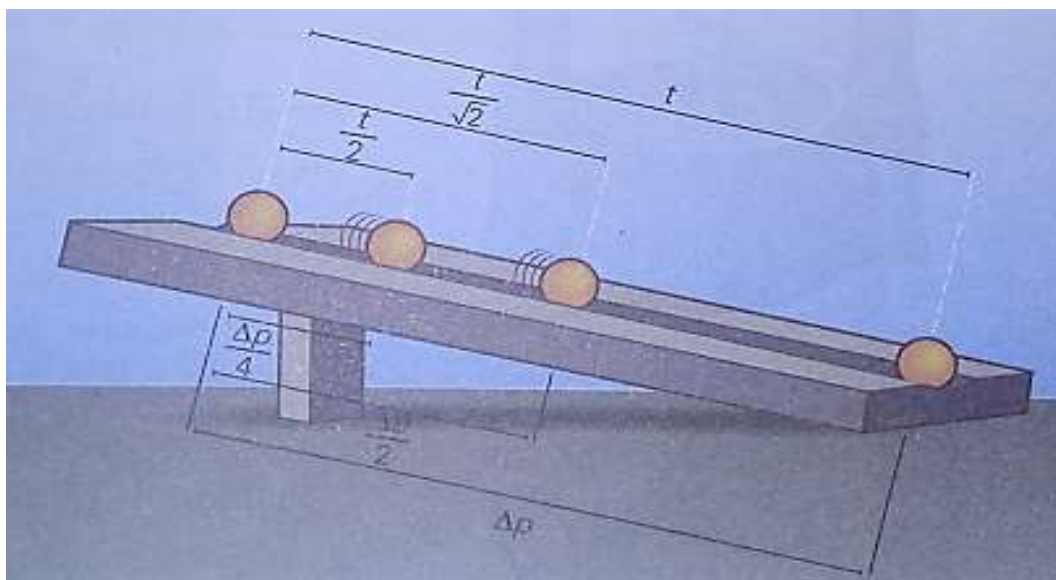
Galileu apurou em seus resultados que se dividirmos o espaço percorrido pelo quadrado do tempo gasto obtém-se um valor constante. Verificando que existe entre elas uma relação constante.

**Tabela 1:** Relação entre as medidas de Galileu.

1ª medida	2ª medida	3ª medida
$\frac{\Delta p}{t^2}$	$\frac{\frac{\Delta p}{4}}{(\frac{t}{2})^2} = \frac{\Delta p}{4} \cdot \frac{4}{t^2} = \frac{\Delta p}{t^2}$	$\frac{\frac{\Delta p}{2}}{(\frac{t}{\sqrt{2}})^2} = \frac{\Delta p}{2} \cdot \frac{2}{t^2} = \frac{\Delta p}{t^2}$

Fonte: o próprio autor.

**Figura 7:** Medidas ilustrativas do plano inclinado de Galileu.



**Fonte:** Daniel das Neves, 2016

Analisando a definição de movimento variado e compreendendo melhor o teorema demonstrado por ele, no qual afirma que corpos partindo do repouso adquirem em tempos iguais momentos iguais de velocidade (GALILEU, 1988). Equação 1.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{t_2}{t_1} \quad (1)$$

Sendo que  $v_1$  e  $v_2$  são as velocidades dos corpos e  $t_1$  e  $t_2$  são os tempos decorridos durante o movimento.

Após incansáveis tentativas e inúmeras experiências Galileu estabeleceu os parâmetros necessário para o movimento de queda dos corpos e assim pode comprovar sua hipótese, desprezando os efeitos da resistência do ar: A velocidade dos corpos em queda livre é proporcional ao tempo de queda.

Em símbolos matemáticos:

$$v = g.t \quad (2)$$

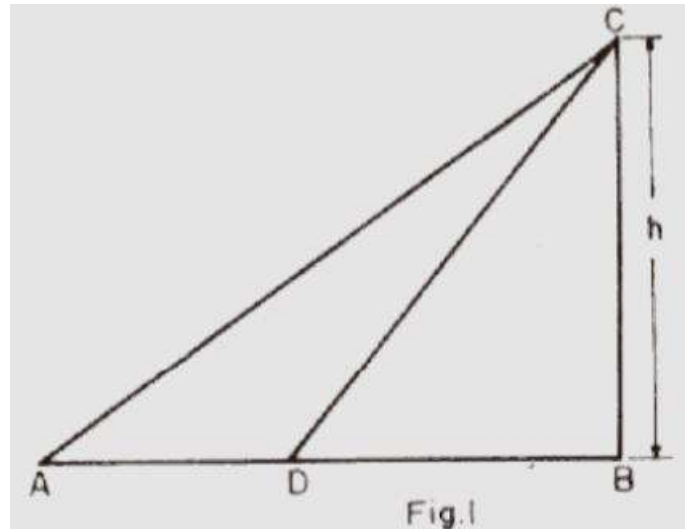
Onde  $g$  é uma constante de proporcionalidade que caracteriza a aceleração da gravidade no local.

Considerando então a queda livre de um corpo, temos que o espaço percorrido por ele em qualquer instante é igual ao quadrado dos tempos, em termos algébricos:

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2 \quad (3)$$

Onde  $\Delta p_1$  e  $\Delta p_2$  são as distâncias percorridas e  $t_1$  e  $t_2$  são os tempos decorridos durante o movimento.

Para Galilei, (1988, p.167): “Os graus de velocidade alcançados por um mesmo móvel em planos diferentemente inclinados são iguais quando as alturas desses planos também são iguais”. Para uma melhor compreensão faremos uma análise da Figura 8, extraída de sua própria obra, que mostra três possíveis trajetórias para um objeto partindo do ponto C que ao chegar ao ponto B, D ou A teriam a mesma velocidade independente do trajeto percorrido.

**Figura 8:** Plano Inclinado de Galileu

Fonte: Galileu, 1988, p.167

O filósofo também analisou planos com alturas iguais e diversas inclinações e concluiu que a razão dos tempos empregados pra descer os planos com inclinações diversificadas é igual a razão de seus comprimentos (desde que tenham a mesma altura), é expresso pela Equação 4:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} \quad (4)$$

Onde  $\Delta p_1$  e  $\Delta p_2$  são os comprimentos do plano inclinado e  $t_1$  e  $t_2$  são os tempos decorridos durante o movimento

Galileu também considerou planos com alturas diferentes e comprimentos iguais, que é o modelo de plano inclinado utilizado na maioria das experimentações, e concluiu que os tempos empregados na descida por planos de mesmo comprimento é igual a proporção inversa das raízes quadradas e suas respectivas alturas (considerando diferentes inclinações), como mostra a Equação 4:

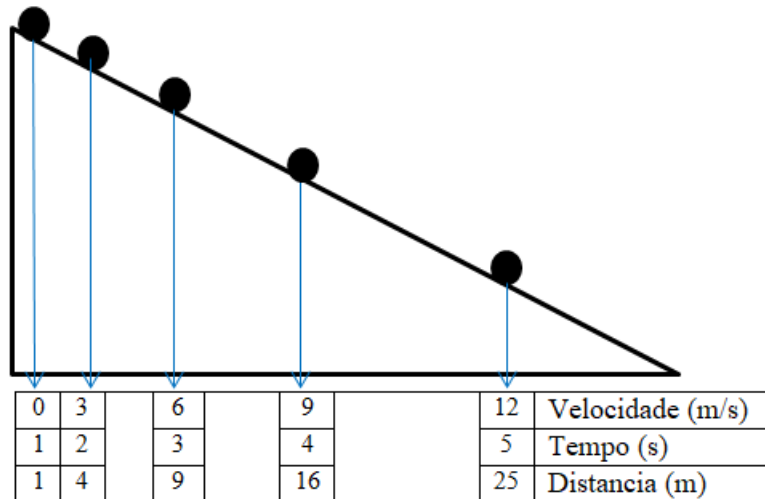
$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} \quad (5)$$

Sendo que  $h_1$  e  $h_2$  são as alturas de localização dos corpos e  $t_1$  e  $t_2$  são os tempos decorridos durante o movimento

Ou seja, independente do percurso, o espaço percorrido pelo quadrado do tempo resultou na mesma expressão. Como consequência, os deslocamentos efetuados em intervalos de tempos iguais deveriam ser proporcionais a série de números ímpares - 1:3:5:7:9:11... Era o que Galileu procurava encontrando uma ordem, um padrão na natureza que poderia ser escrito em linguagem matemática e testado “centenas de vezes” como ele mesmo escreveu.



**Figura 9:** Proporcionalidade distancia e quadrado do tempo.



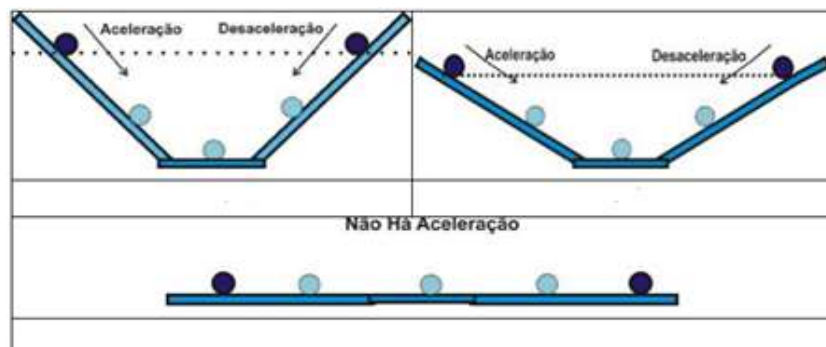
**Fonte:** o próprio autor.

Observando a equação 3, fica bem nítido a proporcionalidade da distância com o quadrado do tempo. Dai surge:

$$S \propto t^2 \quad (6)$$

Estudando o movimento de diversos objetos sobre um plano inclinado ele observou que quando um objeto rola (desconsiderando o momento de inércia) de cima para baixo no plano inclinado o objeto está sujeito a uma aceleração, quando o objeto é lançado de baixo para cima no plano inclinado, o objeto sofre uma desaceleração. Observe a figura 10:

**Figura 10:** Aceleração e desaceleração no plano inclinado



**Fonte:** <http://profelderonline.blogspot.com.br/p/1-serie.html>

Esta experiência levou Galileu à conclusão de que no caso da não ascensão e não descensão dos planos inclinados não deve haver aceleração ou retardamento no movimento do corpo então o movimento ao longo de um plano horizontal deve ser permanente. Portanto Galileu formulou o que hoje denominamos de Princípio da Inércia, definindo que, na ausência de forças ou com forças cuja resultante seja nula, os corpos mantêm o seu estado de

movimento, isto é, se estão em repouso, permanecerão em repouso; se estão em movimento uniforme, permanecerão em movimento uniforme.

Sabemos que movimentos permanentes não existem e isso não era ignorado por Galileu, mas se a cada vez que ele polisse o plano inclinado o atrito entre a esfera e o plano praticamente seria mínimo, assim a esfera se moveria com velocidade constante por um tempo bem maior.

Galileu, com tais argumentos, convenceu-se de que a diminuição do movimento horizontal era proporcionada pela força do atrito.

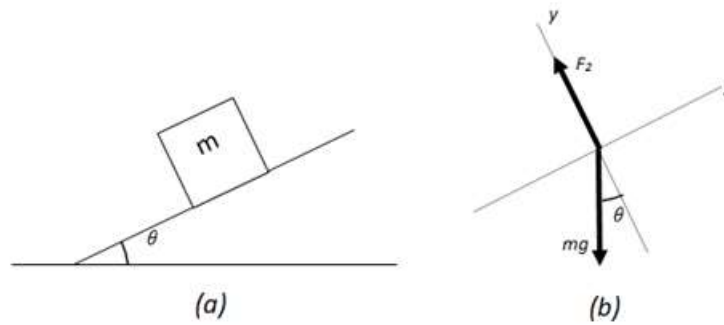
Salienta-se o cuidado estabelecido para as ideais condições com a experiência imaginaria é conduzida, nesse caso o físico despreza os efeitos do atrito e a resistência do ar. A demonstração feita por Galileu e relatada em seu livro, no ponto de vista de Segredo, o problema do plano inclinado esta baseado fortemente no princípio de conservação da energia, sem que, em nenhum momento tal principio tenha sido explicado.

Provavelmente Galileu deve ter encontrado enorme dificuldade em definir precisamente tais conceitos pertinentes ao estudo da Dinâmica, especialmente a aceleração uniforme e a velocidade de um corpo em queda livre. O princípio de conservação de energia não era estranho para Galileu, todavia só foi estabelecido, como conhecemos hoje, 200 anos depois de seus trabalhos brilhantes.

Analisando a parte da dinâmica e as leis de Newton, o plano inclinado se mostra muito útil para o estudo principalmente na decomposição de forcas e no estudo vetorial, já que essas forcas não podem ser observadas pelos alunos podendo ser apenas analisada teoricamente.

#### 4.1 O PLANO INCLINADO DE GALILEU E AS LEIS DE NEWTON

Análise do movimento de um bloco sobre uma superfície perfeitamente lisa. A figura 12a mostra um bloco de massa  $m$  mantido em repouso sobre um plano liso inclinado de um ângulo  $\theta$  em relação a uma horizontal, as forças que atuam sobre o bloco são indicadas na figura 12b,  $mg$  é a força exercida sobre o bloco pela Terra, isto é, seu peso e  $F_2$  é a força exercida sobre o bloco pela superfície inclinada, chama-se força normal, por ser perpendicular a superfície de contato desde que não exista força de atrito entre as superfícies. Como desejamos analisar o movimento do bloco isolamos todas as forças que atuam sobre o bloco.

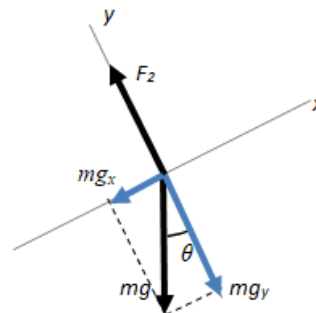
**Figura 11:** a) O plano inclinado, b) Forças aplicadas.

**Fonte:** o próprio autor.

Observe que o bloco exercerá forças sobre outros blocos, de acordo com o princípio de ação e reação; estas forças, no entanto não são necessárias para determinar o movimento do bloco. Portanto:

$$\sum F_y = 0 \quad (7)$$

É conveniente escolher o eixo  $Ox$  de nosso referencial ao declive e o eixo  $Oy$  normal a esse plano figura 11 . Com essa escolha de coordenadas somente precisamos decompor uma força,  $mg$  ao longo do eixo  $Ox$  e  $Oy$ .

**Figura 12:** decomposição da força peso.

**Fonte:** o próprio autor.

$$F_2 - mg_y = 0 \quad (8)$$

Na equação 8 observa-se que a aceleração no eixo  $Oy$  é nula caracterizando uma situação de equilíbrio.

Determinando os valores de  $mg_x$  e  $mg_y$  no triângulo retângulo determinado pela soma vetorial observamos que:

$$mg_x = mg \operatorname{sen} \theta \quad mg_y = mg \operatorname{cos} \theta \quad (9)$$

Assim a força resultante ao longo o eixo  $Ox$  é  $mg_x$  e ao longo do eixo  $Oy$  é 0 sendo assim:

$$\sum F_x = m \cdot a_x \quad (10)$$

Ao longo o eixo  $Ox$  o movimento é acelerado. Qual será essa aceleração?

$$mg_x = ma_x \quad (11)$$

$$mg \sin \theta = ma_x \quad (12)$$

Onde

$$a_x = g \sin \theta \text{ e } a_y = 0 \quad (13)$$

Pela definição a equação 13 mostra a aceleração adquirida por um móvel no plano inclinado sem atrito.

#### 4.1.1 Força de Atrito

Em diversos casos nos quais o corpo fica em repouso ou desliza sobre superfícies que exercem forças sobre eles. Quando dois corpos interagem por contato (toque) direto entre as superfícies, tratamos essa interação como *força de contato*. A força normal é um exemplo de força de contato; nesse tópico examinaremos outras forças de contato, que é a força de atrito.

O atrito é importante em muitos aspectos da nossa vida cotidiana. Quando você tenta deslocar ao longo do solo uma pesada caixa cheia de livros não consegue movê-la, a menos que aplique uma força superior a um certo valor mínimo. Depois que a caixa começa a se mover, normalmente você consegue mantê-la em movimento com uma força menor do que aplicada para iniciar o movimento. O tipo de atrito que atua quando um corpo está deslizando sobre uma superfície denomina-se **força de atrito cinético**  $\vec{f}_c$ , em muitos casos, verifica-se experimentalmente que o módulo da força de atrito cinético é proporcional ao módulo  $F_2$  da força normal. Em tais casos podemos representar a relação pela equação

$$f_c = \mu_c F_2 \quad (14)$$

Onde  $\mu_c$  possui um valor constante denominado **coeficiente de atrito cinético**

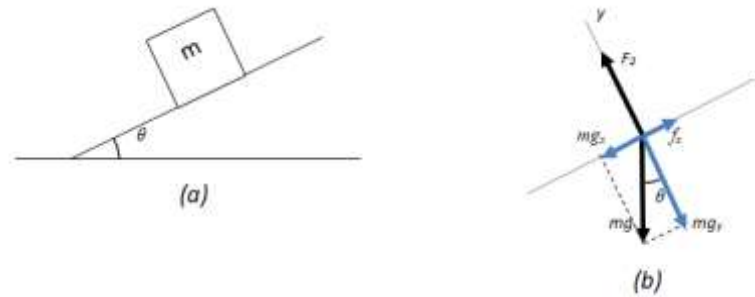
A força de atrito também pode atuar quando não existe movimento relativo. Quando você tenta arrastar uma caixa cheia de livros ele pode não se mover por que a força exerce uma força igual e contrária. Essa força denomina-se **força de atrito estático**  $\vec{f}_e$  em uma situação particular a força de atrito estático pode ser qualquer valor entre zero (quando não existe nenhuma outra paralela à superfície) até o valor máximo dado por  $\mu_e F_2$ . Em símbolos,

$$f_e \leq \mu_e F_2$$

#### **Caso cinético**

Novamente imaginemos um bloco de massa  $m$  em repouso sobre um plano inclinado agora com atrito, isto é, agora existe um coeficiente de atrito cinético.

**Figura 13:** a) o plano inclinado, b) forças aplicadas incluindo a força de atrito.



**Fonte:** o próprio autor.

Analisando o diagrama do corpo livre para o movimento. Escolhemos um eixo perpendicular e outro paralelo a superfície e decompos o peso  $mg$  nessa duas direções e acrescentamos a força de atrito  $f_c$  assim, as condições de movimento são:

$$\sum F_x = ma_x \quad (15)$$

$$\sum F_y = ma_y \quad (16)$$

Como não existe movimento em relação ao eixo perpendicular  $Oy$  o somatório das forças nessa direção é nula, portanto substituindo os valores da equação 9 na equação 15:

$$mg \cdot \cos\theta - F_2 = 0 \quad (17)$$

$$mg \cos\theta = F_2 \quad (18)$$

Assim, substituindo também a equação 9 na equação 16

$$\sum F_x = mg \sin\theta - f_c = m \cdot a_x \quad (19)$$

$$mg \sin\theta - \mu_c mg \cos\theta = m \cdot a_x \quad (20)$$

Eliminando a massa do bloco deduzimos uma equação para a aceleração do bloco.

$$g \sin\theta - \mu_c g \cos\theta = a_x \quad (21)$$

$$a_x = g(\sin\theta - \mu_c \cos\theta) \quad (22)$$

### Caso estático

Para o caso estático todas as forças resultantes em todas as direções são nulas. Assim, para as equações 15 e 16. Seus valores serão nulos:

$$\sum F_x = ma_x = 0 \quad (23)$$

$$\sum F_y = ma_y = 0 \quad (24)$$

As condições de equilíbrio são:

$$\sum F_x = mg \sin\theta - \mu_c mg \cos\theta = 0 \quad (25)$$

$$\sum F_y = F_2 - mg \cos\theta = 0 \quad (26)$$

Reagrupando, obtemos

$$mg \sin\theta = \mu_c mg \cos\theta \quad (27)$$

$$\mu_c = \frac{\text{sen } \theta}{\text{cos } \theta} = \text{tg } \theta \quad (28)$$

$$\theta = \text{arctg } \mu_c \quad (29)$$

Quanto menor for a inclinação maior deverá ser o coeficiente de atrito.

## 4.2 O PLANO INCLINADO DE GALILEU E ENERGIA

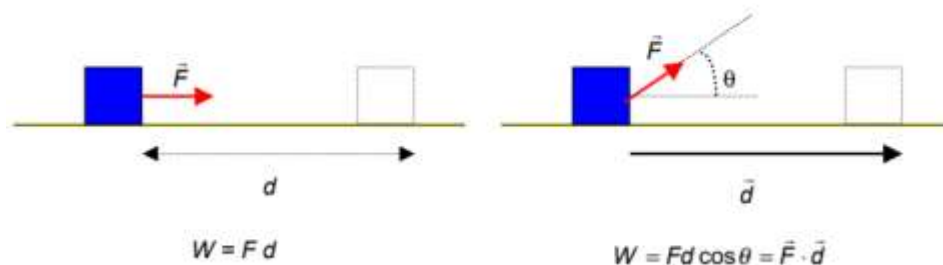
Quando um objeto é movimentado num plano inclinado, tanto ascendente ou descendente, o valor das forças aplicadas no objeto tem seu valor reduzido, ao custo do aumento da distância percorrida pelo objeto até chegar determinada altura.

Considerando o plano perfeitamente liso e isento de forças não conservativas garante a Lei da Conservação de Energia, ou seja, a quantidade de energia mecânica necessário para elevar determinado objeto é a mesma para fazer com que esse objeto desça até certa altura. No entanto, uma força menor é aplicada, porém o mesmo trabalho é realizado mesmo numa distância maior. Simplificando, o plano inclinado permite uma relação força  $\times$  distância que é pertinente em suas aplicações.

### 4.2.1 Trabalho e Energia Cinética

Podemos definir trabalho como a capacidade de produzir energia. Se uma força executou um trabalho  $W$  sobre um corpo ele aumentou a energia desse corpo de  $W$ . Essa definição, algumas vezes parece não estar de acordo com o nosso entendimento cotidiano de trabalho. No dia-a-dia consideramos trabalho tudo aquilo que nos provoca cansaço. Na Física se usa um conceito mais específico.

**Figura 14:** Trabalho de uma força constante.



**Fonte:** o próprio autor.

O trabalho realizado por uma força constante é definido como o produto do deslocamento sofrido pelo corpo, vezes a componente da força na direção desse deslocamento observe a figura 14. Se você carrega uma pilha de livros ao longo de um caminho horizontal, a força que você exerce sobre os livros é perpendicular ao deslocamento ( $90^\circ$ ), de modo que nenhum trabalho é realizado sobre os livros por essa força, pois o  $\text{cos } 90^\circ$  é igual a zero,

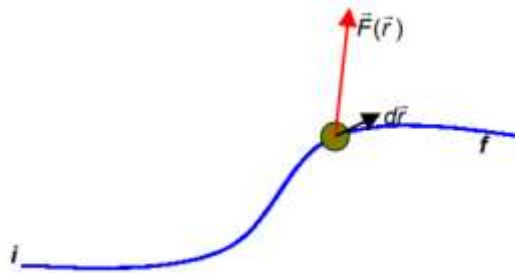
assim o trabalho é nulo . Esse resultado é contraditório com as nossas definições cotidianas sobre força, trabalho e cansaço!

Para pequenos deslocamentos horizontais o trabalho total, ao longo de todo o percurso considerado será a soma dos trabalhos de cada pequeno percurso:

$$W = \int_i^f F(x) dx \quad (30)$$

Vamos considerar uma força  $\vec{F}(\vec{r})$  que atua em um corpo de massa  $m$  , ao longo de uma trajetória que vai do ponto inicial  $i$  até o ponto final  $f$  , ao longo de uma curva da figura 15.

Figura 15: trajetória de uma partícula devido a uma força F.



Fonte: o próprio autor.

$$W = \int_c \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r} \quad (31)$$

Onde a integração é considerada ao longo da trajetória usada pelo corpo. De modo geral a força é considerada em coordenadas cartesianas, como:

$$\vec{F}(\vec{r}) = \hat{i}F_x(x, y, z) + \hat{j}F_y(x, y, z) + \hat{k}F_z(x, y, z) \quad (32)$$

e

$$d\vec{r} = \hat{i}dx + \hat{j}dy + \hat{k}dz \quad (33)$$

$$W = \int_i^f [F_x(x, y, z)dx + F_y(x, y, z)dy + F_z(x, y, z)dz] \quad (34)$$

Sendo assim, a integração é feita ao longo da curva da figura 15, onde  $i$  e  $f$  serão as posições inicial ( $x_1$ ) e final ( $x_2$ ) que define a trajetória do corpo. Sabemos que a definição de Trabalho de uma força é dado por substituindo os limites:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx \quad (35)$$

Onde  $F$  é a força,  $x_1$  a posição inicial e  $x_2$  a final. Temos também, pela 2ª Lei de Newton que:

$$\sum F_i = m \cdot a_i \quad (36)$$

Logo, substituindo a equação 36 na equação 35 obtemos:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} ma(x) dx \quad (37)$$

Sendo  $m$  uma constante, podemos escrever,

$$W = m \int_{x_1}^{x_2} a(x) dx \quad (38)$$

Sabendo que:

$$a = \frac{dv(x(t))}{dx} \quad (39)$$

Temos, pela Regra da Cadeia:

$$a = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} \quad (40)$$

Logo, podemos escrever a aceleração  $a$  como:

$$a = \frac{dv}{dx} \cdot v \quad (41)$$

Reescrevendo a integral,

$$W = m \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{dx} v dx = m \int_{v_1}^{v_2} v dv \quad (42)$$

Resolvendo essa integral, temos o seguinte:

$$W = \frac{mv^2}{2} + k \quad (43)$$

Aplicando os limites de integração, obtemos:

$$W = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (44)$$

Logo, o Trabalho será:

$$W = K_2 - K_1 \quad (45)$$

Ou seja, o Trabalho  $W$  realizado sobre um corpo de massa  $m$  por uma força  $F$  é igual à variação da Energia Cinética desse corpo.

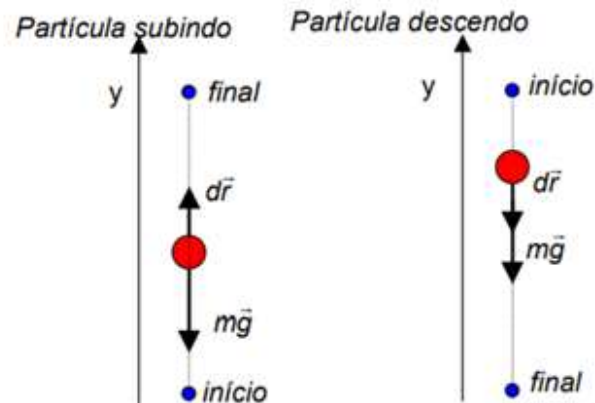
#### 4.2.2 Energia Potencial

Quando uma partícula se movimenta sob a ação da gravidade, esta é a única força que nela atua. Quando a partícula estiver subindo, o deslocamento elementar  $d\vec{r}$  e a força peso



têm sentidos contrários como mostra a figura 16, logo o trabalho executado pela força peso entre as posições inicial e final será definido como mostra as equações 46 e 47.

**Figura 16:** Movimento de subida e descida de uma esfera.



**Fonte:** o próprio autor.

$$W_{if} = \int_i^f (-mg \hat{j})(\hat{j} dy) = -mg \int_i^f dy \quad (46)$$

$$W_{if} = -mg (y_f - y_i) \quad (47)$$

Quando a partícula estiver descendo, o deslocamento elementar  $dr$  e a força peso têm mesmo sentido, logo o trabalho executado pela força peso entre as posições inicial e final será:

$$W_{if} = \int_i^f (mg \hat{j})(\hat{j} dy) = mg \int_i^f dy \quad (48)$$

$$W_{if} = mg (y_f - y_i) \quad (49)$$

Ainda observando a figura 16, quando a partícula está subindo a força peso executa um trabalho negativo, pois deslocamento elementar é contrario ao peso e como consequência diminui a energia cinética da partícula. Por outro lado, quando a partícula está descendo a força peso executa uma trabalho positivo, pois o deslocamento elementar tem a mesmo sentido da força peso e como consequência aumenta a energia cinética da partícula.

Quando o Trabalho é positivo ele é chamado de Trabalho Motor e quando negativo, chamado de Trabalho Resistente.

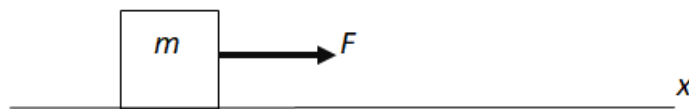
#### 4.2.3 Conservação de Energia

Quando uma grandeza possui sempre o mesmo valor. Dizemos que ela é uma grandeza conservada. Quando e somente a gravidade realiza trabalho, a energia mecânica do sistema é constante, ou seja, ela é conservada.

Quando arremessamos uma bola para o ar sua velocidade diminui a medida que ela sobe, isso é, sua energia cinética se converte em energia potencial gravitacional, quando a bola desce sua energia potencial é convertida em energia cinética. Porém, a energia mecânica total possui o mesmo valor em todos os pontos da trajetória desde que nenhuma outra força além da gravidade realize trabalho sobre o corpo.

Imagine um sistema conservativo como da figura 17.

**Figura 17:** Força horizontal aplicada num bloco no plano perfeitamente liso.



**Fonte:** o próprio autor.

Sabemos que para que o sistema seja conservativo deve obedecer a seguinte regra.

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = 0 \quad (50)$$

Então:

$$\vec{F} = -\vec{\nabla}U \quad (51)$$

$$\vec{F} = -\frac{dU}{dt} \quad (52)$$

Lembrando que a segunda lei de Newton, segundo a mecânica clássica é:

$$F = m \frac{d^2v}{dt^2} \quad (53)$$

Igualando as equações 52 e 53 obtem-se:

$$m \frac{d^2v}{dt^2} + \frac{dU}{dt} = 0 \quad (54)$$

Multiplicando os membros da equação por  $\frac{dx}{dt}$  que corresponde a velocidade obtemos:

$$\frac{dU}{dx} \frac{dx}{dt} + m \frac{d^2v}{dt^2} \frac{dx}{dt} = 0 \quad (55)$$

Usando a regra da cadeia,

$$\frac{dU}{dt} + \frac{d}{dt} \left[ m \frac{1}{2} \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 \right] = 0 \quad (56)$$

Resolvendo;

$$\frac{d}{dt} \left[ U + m \frac{1}{2} \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 \right] = 0 \quad (57)$$

Observe que  $U + m \frac{1}{2} \left( \frac{dx}{dt} \right)^2$  corresponde a energia mecânica e que a taxa de variação dessa grandeza em relação ao tempo não varia, ou seja:

$$U + K = cte$$

#### 4.2.4 Sistema não Conservativo

Num sistema de forças não conservativo, há variação da energia mecânica total. Quando um sistema apresenta forças dissipativas, como a força de resistência do ar, a força de atrito, a força viscosa de líquidos, ocorre a diminuição da energia mecânica, com a transformação, principalmente, em energia térmica.

Sabemos que o trabalho total é dado segundo a equação abaixo.

$$W_{total} = \Delta K = K_f - K_i \quad (58)$$

Se é um trabalho total levamos em consideração os trabalhos realizados pelas forças conservativas ( $W_c$ ) e não conservativas ( $W_{NC}$ ).

$$W_c + W_{NC} = \Delta K \quad (59)$$

$$\int_{S_1}^{S_2} F_t^c ds + \int_{S_1}^{S_2} F_t^{NC} ds = \frac{1}{2} m v_2^2 + \frac{1}{2} m v_1^2 \quad (60)$$

Sendo a relação do trabalho e energia dado por  $W_c = -\Delta U$

$$\int_{S_1}^{S_2} F_t^c ds = U_{S_1} - U_{S_2} \quad (61)$$

$$\int_{S_1}^{S_2} F_t^{NC} ds = K_{S_2} + U_{S_1} - K_{S_1} - U_{S_2} \quad (62)$$

$$W_{NC} = \Delta K + \Delta U = -\Delta E_{DISS} \quad (63)$$

$$\int_{S_1}^{S_2} F_t^{NC} ds = E_{MS_2} - E_{MS_1} \quad (64)$$

Observe que  $\Delta K + \Delta U$  é a energia mecânica do sistema e, como o sistema é não conservativo essa energia será dissipada ( $-\Delta E_{DISS}$ ).

$$W_{NC} = -\Delta E_{DISS} \quad (65)$$

$$\Delta K + \Delta U = -\Delta E_{DISS} \quad (66)$$

$$\Delta K + \Delta U + \Delta E_{DISS} = 0 \quad (67)$$

Podemos definir então que o trabalho realizado pelas forças não conservativas, a longo da trajetória, é igual ao aumento da energia mecânica  $E_m$ .

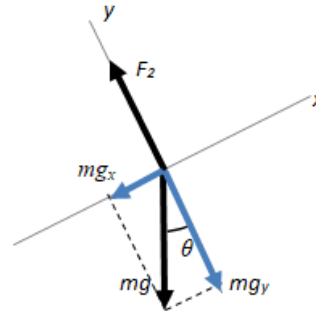
Considerando o mesmo bloco da figura 13 sendo o plano inclinado perfeitamente liso, o bloco encontra-se a uma certa altura  $h$  em relação ao solo em eminência de movimento.

A aceleração adquirida pelo bloco já descrita anteriormente é dada por:

$$a = g \operatorname{sen} \theta \quad (68)$$

Portanto, analisando o teorema trabalho – energia aplicado sobre o bloco no declive obtem-se o diagrama da figura 18 para o corpo livre.

**Figura 18:** Diagrama de forças num plano inclinado perfeitamente liso.



**Fonte:** o próprio autor.

Tomando como orientação o eixo  $0x$  e considerando que não haja movimento na direção  $0y$ , temos que:

$$W = \Delta K \quad (69)$$

$$F d \cos \theta = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (70)$$

Como a força resultante é dada pela componente do peso provocando o movimento, o ângulo formado entre o deslocamento e a força resultante vale  $0^\circ$  portanto o valor do  $\cos 0$  vale 1.

$$mg \operatorname{sen} \theta \cdot d = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (71)$$

$$g \operatorname{sen} \theta d = \frac{v^2}{2} \quad (72)$$

$$\frac{v^2}{2d} = g \operatorname{sen} \theta \quad (73)$$

Usando a equação de Torricelli obtemos:

$$v^2 = v_0^2 + 2ad \quad (74)$$

$$v^2 = 2ad \quad (75)$$

$$\frac{v^2}{2d} = a \quad (76)$$

Substituindo a equação 76 na equação 73, obtemos a equação:

$$a = g \cdot \operatorname{sen} \theta \quad (77)$$

Com força de atrito

$$W - W_f = \Delta K \quad (78)$$

$$F \cdot d \cdot \cos \theta - f \cdot d = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (79)$$

$$mgd\text{sen } \theta - mg\mu d\text{cos}\theta = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (80)$$

$$gd\text{sen } \theta - g\mu d\text{cos}\theta = \frac{v^2}{2} \quad (81)$$

$$g[\text{sen } \theta - \mu\text{cos}\theta] = \frac{v^2}{2d} \quad (82)$$

Novamente usando a equação de Torricelli (equação 76) obtemos:

$$a = g [\text{sen } \theta - \mu\text{cos}\theta] \quad (83)$$

Usando agora a definição de trabalho observamos que o peso exerce um ângulo  $\alpha$  sobre o deslocamento imaginário correspondente ao eixo 0x. Observando o diagrama da figura 19 e usando a trigonometria o valor de  $\alpha = 90 - \theta$ , portanto o valor de:

$$\cos(90 - \theta) = \text{sen}\theta \quad (90)$$

Assim podemos resolver a equação,

$$W = Fd\text{cos}\alpha \quad (91)$$

$$W = Fd \cos(90 - \theta) \quad (92)$$

$$W = Fd\text{sen}\theta \quad (93)$$

Como estamos considerando o peso  $mg$  responsável pelo movimento então a força resultante será o próprio peso.

$$W = mgd\text{sen}\theta \quad (94)$$

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = mgd\text{sen}\theta \quad (95)$$

$$\frac{v^2}{2} = gd\text{sen}\theta \quad (96)$$

$$\frac{v^2}{2d} = g\text{sen}\theta \quad (97)$$

Lembrando novamente da equação 76 temos:

$$a = g\text{sen}\theta \quad (98)$$

Para a demonstração dessa mesma fórmula utilizando os conceitos de conservação de energia para o mesmo bloco em declive no plano inclinado perfeitamente liso.

$$E_{m_A} = E_{m_B} \quad (99)$$

Note que para o ponto A na parte superior do plano existe apenas a energia potencial gravitacional (U) e que essa mesma energia é convertida em energia cinética (K) ao final do deslizamento.

$$E_M = K + U \quad (100)$$

$$U = K \quad (101)$$

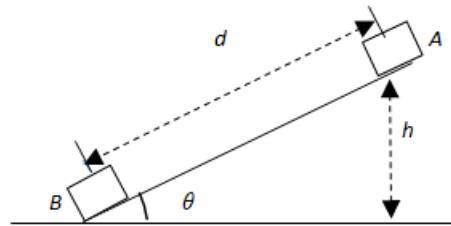
$$m \cdot g \cdot h = m \frac{v^2}{2} \quad (102)$$

$$g \cdot h = \frac{v^2}{2} \quad (103)$$

Observe então que a equação encontrada se assemelha muito a equação de Torricelli para a queda livre, mas o objetivo aqui é mostrar que essa equação se assemelha a equação 68 Já demonstrada anteriormente.

Partindo então para a geometria do movimento na figura 19 nota-se que o deslizamento se assemelha a um triângulo retângulo.

**Figura 19:** Deslizamento de um bloco do ponto A ao ponto B.



**Fonte:** o próprio autor.

$$\text{sen } \theta = \frac{h}{d} \quad (104)$$

$$h = d \text{sen} \theta \quad (105)$$

Substituindo o valor de  $h$  na equação 103 encontrado assim o valor de  $a$ .

$$g d \text{sen} \theta = \frac{v^2}{2} \quad (106)$$

$$g \text{sen} \theta = \frac{v^2}{2d} \quad (107)$$

Como,

$$\frac{v^2}{2d} = a \quad (108)$$

Portanto,

$$a = g \text{sen } \theta \quad (109)$$

Observe que a aceleração do objeto em um plano inclinado não depende da sua massa, mas da gravidade e do ângulo de inclinação do plano. É também com essa relação que podemos entender o motivo de a velocidade crescer como o aumento da inclinação do plano: se  $a = g \text{sen } \theta$ , quanto mais  $\theta$  se aproxima de  $90^\circ$ , mais  $\text{sen } \theta$  se aproxima do valor 1 e a aceleração  $a$  se aproxima da gravidade  $g$ .

Galileu teve, provavelmente, grande dificuldade em definir com precisão os conceitos físicos relevantes para o estudo da dinâmica, em particular a aceleração uniforme e a velocidade de um corpo em queda livre. O princípio da Conservação da Energia não lhe era estranho, devido aos estudos como o pêndulo, portanto, só foi estabelecido como é hoje, 200 anos depois de seus trabalhos.

Resolver um problema em Física não deve ser um mero exercício de aplicação de fórmulas, mas antes de tudo uma compreensão da Natureza e dos princípios físicos envolvidos.

## 5 A TEORIA DE JOHN DEWEY E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Nesta seção refletiremos sobre a Teoria pragmatista de John Dewey e o método da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Para o empreendimento dessa discussão inicialmente faremos considerações da Teoria de Dewey e, posteriormente o método de Aprendizagem Baseada em Problemas, por último alinhar a teoria ao método.

### 5.1 A TEORIA DE JOHN DEWEY E SUA FILOSOFIA EDUCACIONAL

John Dewey, filósofo, psicólogo e educador, nascido em Burlington cidadezinha do estado de Vermont - EUA, por todo mundo, principalmente em seu país teve uma enorme influencia na prática pedagógica, contribuindo maciçamente para o movimento progressivista, termo usado por Anísio Teixeira, um de seus seguidores, para indicar a função da educação como agente transformador de uma sociedade em constante mudança oriunda do desenvolvimento científico.

A escola filosófica de Pragmatismo, também fundada por Dewey, tem como principal propósito a ideia de subsunção das experiências ao método científico experimental, partindo daí uma reestruturação da experiência que permitiria ao indivíduo aprimorar seus aspectos psicológicos, morais e sociais (MOREIRA, 1997).

O Pragmatismo também leva em conta as mudanças ocorridas nos limites da condição humana apenas quando existir a ação movida pela inteligência e energia do homem. Sua filosofia educacional é baseada numa relação entre indivíduo e sociedade, na qual o indivíduo só possui significado se estiver absorvido pela sociedade que o envolve e esta, também, só possuirá valor quando admitir a participação individual de cada um dos seus membros, ou seja, que o indivíduo possui voz ativa e a sociedade o recebe para promover a construção da própria sociedade.

A ideia de permanente reconstrução da experiência seria então, alicerçada a proposta educacional de Dewey (TEIXEIRA, 2001). Sobre a pedagogia de Dewey, Cambi (1999, p. 546) afirma ainda que esta seria:

[...] um novo modelo de pedagogia nutrido pelas Ciências da Educação desenvolvendo a lição do pragmatismo americano rumo a resultados no sentido instrumentalista, isto é, ligados a uma idéia de razão aberta, colocada como instrumento na complexa dinâmica da experiência individual e histórica.



Outro ponto de extrema importância da filosofia educacional de Dewey é que o processo ensino e aprendizagem não é algo bem definido e acabado. Para Dewey (1978), o aluno deveria utilizar todo o conhecimento desenvolvido em seu regime escolar para poder solucionar determinadas situações ocorrentes em seu cotidiano, incluindo os conceitos aprendidos em sala de aula.

Não podemos esquecer de lembrar que a vida do homem é feita de experiências sendo que é por meio delas, que incorporamos todos os nossos conhecimentos, acumulando-os (DEWEY, 1974).

O modo de educar de Dewey não consiste em repassar os conteúdos escolares de forma mecanizada onde o aluno, em sua maior parte, memoriza apenas por um curto momento, mas sim em aprimorar a capacidade de raciocínio e obter um despontamento do seu espírito crítico, convertendo-o num cidadão pronto para defrontar-se com qualquer tipo de situação, assim analisando-a e sugerindo soluções para resolvê-la bem como amenizando sua forma de impacto.

A liberdade do aluno é uma das filosofias de Dewey, para ele a prática docente é fundada para que o aluno busque e elabore seus próprios conhecimentos e suas próprias regras. Isso não quer dizer que a importância do currículo e do educador seja minimizada. Para Dewey respostas ou soluções prontas aos problemas ou questões não devem ser expostas pelos professores e os conteúdos escolares devem ser apresentados dessa forma. Isso quer dizer que conceitos e definições já elaborados devem ser apresentados de forma que possibilite o aluno elaborar e raciocinar seus próprios conceitos e depois afrontar com o conhecimento sistematizado.

Para Dewey o professor não é um orientador, mas um guia, um facilitador. Ele orienta os estudantes em suas próprias descobertas e aprendizagens, propondo sempre atividades desafiadoras. O construtivismo e as bases teóricas dos PCN, são exemplos de teorias mais modernas da didática e tem o educador como uma das inspirações.

A pedagogia de Dewey estaria norteada para o desenvolvimento completo do aluno, das potencialidades cognitivas, éticas e morais, em nível individual, sendo que para este autor a ação pedagógica se dirige:

[...] ao homem e a sua inteligência criativa, confiado o desenvolvimento e o controle da experiência ao uso da lógica definida como teoria da pesquisa e caracterizada pelo método científico, pelos princípios da experimentação, da generalização e da hipótese, da verificação; método que deve se tornar o critério de comportamento: intelectual em todo o âmbito da experiência. (1974, p. 548)

Dewey fundou uma escola, figura 20, para estudar e testar sua teoria, em que os alunos ainda muito novos aprendiam conceitos que consideramos elevados para alunos de pouca idade, como conceitos de biologia e física.

Para ele, qualquer hora é hora para aprender e qualquer lugar é lugar para encontrarmos situações novas com vários elementos que despertem o interesse do aluno para o aprendizado e, assim, tirando proveito desses determinados momentos para aprender algo novo. Ações cotidianas e bem simples como o preparo do lanche dentro da própria escola, o cair de um objeto, a importância de lavar as mãos antes das refeições e assim por diante, são exemplos desses elementos de ensino para relacionar fatos do cotidiano com teorias existentes.

Nas palavras de Dewey (1979a, p. 262) “pensar é inquirir, investigar, examinar, provar, sondar para descobrir alguma coisa nova ou ver o que já é conhecido sob prisma diverso. Enfim, é perguntar”.

**Figura 20:** A escola-laboratório criada por Dewey em Chicago: a prática acima de tudo



**Fonte:** <https://novaescola.org.br/conteudo/1711/john-dewey-o-pensador-que-pos-a-pratica-em-foco>

Porém, mediante ao fato dos textos de Dewey terem uma interpretação difícil, acabaram surgindo discordâncias sobre a teoria e sua aplicação na educação. No campo da pedagogia moderna, Ghiraldelli (2006) narra uma tendência de prática pedagógica constituída de cinco passos, que propiciam aos alunos socializar suas concepções prévias a cerca de um determinado assunto, discuti-las de forma crítica em grupo e adquirir conclusões que conciliam com a realidade do momento, conforme se seguem:

### **1º passo - Atividade e pesquisa**

Esse passo constitui inicialmente em, quando os alunos encontrarem barreiras, dúvidas ou problemas durante suas atividades no processo de ensino aprendizagem, demonstrem interesse em resolvê-los, incumbindo ao professor constatar esses interesses para empregá-los como elemento de partida para o ensino.

### **2º passo - Eleição de problemas**

Nesse segundo passo, a teoria de Dewey propõe que, caso identificado o interesse dos alunos, o professor deve estimular o aluno a elaborar perguntas ou apresentar problemas sobre o assunto selecionando algumas para dar continuidade ao trabalho pedagógico.

### **3º passo - Coleta de dados**

A partir da seleção dos problemas, os alunos são estimulados a apresentar hipóteses ou alternativas próprias, as heurísticas, de uma maneira razoável e adequada para solucioná-los. Porém para isso, dados devem ser coletados e validados para dar base às possíveis ideias que surgirão, os quais podem ser obtidos a partir das diversas fontes de informação acessíveis como a Internet, livros, revistas e principalmente, os conhecimentos prévios de cada aluno.

### **4º passo - Hipótese e/ou Heurística**

Em vistas aos dados obtidos no passo anterior, tais dados devem ser avaliados por meio do grupo com ajuda do professor, para obter argumentos suficientes para os alunos formularem hipóteses ou mesmo heurísticas.

### **5º passo - Experimentação e/ou julgamento**

Com base nos processos empíricos e dos fatos observados, deve-se nessa derradeira fase, escolher as melhores hipóteses e/ou heurísticas proposta pelo grupo de alunos que se enquadrem melhor com o tema estudado, por meio de debates, argumentações e contra argumentações.

Se os passos descritos acima fossem seguidos, a escola fugiria das perspectivas da escola tradicional, nas quais o aluno apenas vai para obter antigos conhecimentos, preparando-se para uma vida futura, quando ele ainda não teria autoridade para fazer uma relação entre passado e futuro. Talvez, em muitos conteúdos, nem haja realmente tal relação, sejam apenas uma transmissões de conteúdos sem relação com a realidade do aluno. Por isso, para Dewey (1971, p. 15):

[...] Quantos estudantes, por exemplo, se tornam insensíveis às idéias e quantos perdem o ímpeto por aprender, devido ao modo por que experimentam o ato de aprender? [...] Quantos acabam por associar o processo de aprendizagem com algo de enfadonho e tedioso? [...] Quantos para sempre perderam o gosto pelos livros, associando-os a supremo enfado e ficando 'condicionados' para apenas lerem sumária e ocasionalmente?

Dewey deixa evidente, após todos esses questionamentos, que o processo ensino-aprendizagem não é um produto pronto, sem inter-relação com o cotidiano do aluno. Daí vem a necessidade de uma escola nova e não mais a tradicional livresca e conteudista, na qual o aluno raramente interagia com o conhecimento, arrebatando a experiências não educativas. Assim, do ponto de vista metodológico:

[...] O objetivo é um ensino ativo, que interage todas as informações buscadas em um objetivo prático; ao mesmo tempo, o mais importante não são essas informações em si, mas o desenvolvimento da capacidade de buscá-las (em livros, perguntando, experimentando), ou seja, aprender a aprender (DIGIORGI, 1992, p. 37).

E nessa busca do aprender a aprender seriam necessárias experiências educativas no ambiente escolar, pois “[...] os jovens na escola tradicional têm e passam por experiências [...] habitualmente más e defeituosas, sobretudo do ponto de vista de sua conexão com futuras experiências” (DEWEY, 1971, p.16), daí a necessidade de uma escola renovada, pautada na experiência.

Para Dewey, experiência educativa é reflexiva, resultando em novos conhecimentos, devendo seguir alguns pontos essenciais: Que o aluno esteja numa verdadeira situação de experimentação, que haja um problema a resolver, que a atividade interesse ao aluno, que possua os conhecimentos para agir diante da situação e que tenha chance de testar suas ideias.

Dewey também acreditava que para o homem somente a inteligência daria a capacidade de modificar o ambiente ao redor dele, sendo assim reflexão e ação devem estar ligadas como parte de um todo e jamais indivisíveis.

Não é qualquer tipo de experiência que podemos considerar como educativa.

[...] experiências, para serem educativas, devem levar a um mundo em expansão da ‘matéria em estudo’, concebida como sistema de fatos ou informações e ideias. Tal condição somente será satisfeita, quando o educador lança os seus olhos bem à frente e encara cada experiência presente como uma força em movimento, destinada a influir sobre o que serão as experiências futuras (DEWEY, 1971, p. 93).

Com base nos pensamentos de Dewey pode-se concluir que o conceito de educação aponta para uma relação harmoniosa entre educador e educando onde ambos, dentro do processo de aprendizagem, se apresentam como ator e coadjuvante. Igualmente, o pensamento deweyano também se refere a um importante ensino crítico e participativo, o aluno não é um mero receptáculo de conteúdos, o educador deve e tem participação ativa para que o aluno obtenha ou chegue a suas próprias conclusões.

Sendo assim, sempre haverá espaço para argumentação e dúvida sem que nenhuma matéria seja ensinada de forma dogmática e derradeira e a correlação entre a teoria e a prática manifestada pela experiência em que se fundamenta a educação.

Para complementar essas ideias, Adaid e Mendonça (2018, p. 148), afirmam que:

A vinculação entre educação e prática se torna bastante evidente em sua obra, na medida em que o conhecimento abstrato requer a experiência como ponte para se concluir o processo de aprendizagem. Dewey discute que a mera explanação de uma matéria, totalmente desvinculada da prática, representa um conhecimento inútil, pois não faz relação com a experiência de vida. Ao passo que quando o conhecimento é

vinculado com outros conhecimentos, de forma transdisciplinar, juntamente com a experiência, o educando consegue apreendê-lo melhor e de forma mais crítica.

Diante do exposto, só uma lógica da experiência, uma lógica da investigação e da descoberta, como é a de Dewey, podem ajudar-nos a vencer as falsas divisões, dualismos e conflitos que vem criando e nutrindo a injustificada bagunça moderna.

## 5.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

Ao final da década de 60, o método da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) foi implantada na Universidade de McMaster, Canadá, e pouco tempo depois na Universidade de Maastricht, Holanda.

Em 1997 e 1998, respectivamente, a Faculdade de Medicina de Marília e o curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina, iniciaram um novo currículo baseado em ABP. Atualmente, aproximadamente 10% das escolas em todo o mundo basearam seus currículos baseado nesse método (BERBEL, 1998, MALHEIRO, 2005), embora a generalização desse método esteja longe de ser alcançada.

Podemos adiantar que o problema, a que continuamente será referenciado, não diz respeito a pseudoproblemas expostos rotineiramente em ambiente escolar, mas a partir da experimentação, aprender redescobrimo.

É importante notar que “uma questão toma a dimensão de um problema, quando suscita a dúvida, estimula a solução e cria a necessidade de ir em busca de informações para que as soluções se apresentem” (BRASIL, 1997, p.127).

O problema, em si, deve colocar os alunos diante de decisões que eles devem tomar para enfim criar estratégias objetivando solucionar o que lhe foi proposto e traçado (PARREDOUND, 1999). Além disso, Perrenoud (1999) evidencia que “um problema deve estar de alguma maneira incluído em uma situação em que lhe dê sentido”. Deve incentivar os alunos a compreender os fenômenos em que estão aplicados.

A ABP e também a problematização são ferramentas que quando utilizadas pelos estudantes favorecem a absorção dos conhecimentos, assim como habilidades e atitudes. A problematização consiste em abordar questões reconhecidamente conflitantes da vida e do meio do aluno investigar, para entender melhor a situação e desencadear uma análise crítica e reflexiva para que ele perceba a necessidade de mudanças, em outras palavras, a problematização reflete uma identificação dos problemas da nossa realidade social (SASSEROM, 2017).

Nas ciências, principalmente na Física, o professor problematiza uma situação para os alunos, organiza os conhecimentos necessários da sua área de atuação e desenvolve uma investigação e reflexão crítica do aluno.

Segundo Teixeira (apud MALHEIRO e DINIZ, 2005), a ABP é uma estratégia pedagógica e um método de desenvolvimento curricular, que permite desenvolver simultaneamente estratégias para resolução de problemas, bases de conhecimentos disciplinares e competências.

A principal característica dessa metodologia é o fato de estar centrado no aluno, potencializando-se em pequenos grupos tutoriais, apresentar problemas contextualizados, ser um processo ativo, cooperativo, integrado e interdisciplinar.

A ABP objetiva, dentre outras coisas, estimular o aluno a ter capacidade de “aprender a aprender”, trabalhando em equipe, de ouvir e dar opiniões, mesmo que contrárias, ou não, e estimula o aluno a ser responsável pelo próprio aprendizado, conscientizando-o do seu saber e o que ele precisa aprender, sempre motivando-o a buscar informações relevantes.

Uma definição dada por Delisle (2000) é que a ABP é “uma técnica de ensino que educa apresentando aos alunos uma situação de leva a um problema que tem de ser resolvido”. Lambros (2004) e Barrow (1986) numa definição bem semelhante, afirmam que a ABP é um método de ensino que se baseia na resolução de problemas como ponto inicial na busca do conhecimento. Barel (2007) entende que a ABP é comparada a uma curiosidade que leva a ação de fazer perguntas diante de dúvidas e incertezas proposto por fenômenos complexos do mundo e do seu cotidiano. Deixa bem claro que, no processo, os alunos são impelidos a empenhar-se na busca do conhecimento, usando como meio os questionamentos e investigação.

Sobre a ABP, Leite e Esteves (2005) definem como sendo o caminho que o aluno deve trilhar para que na sua aprendizagem, busque resolver os problemas inerentes a sua área de conhecimento, desempenhando um papel ativo no processo de investigação, na análise e na síntese do conhecimento investigado.

Em convergência com várias definições, principalmente as destacadas anteriormente, a ABP é apresentada não como uma teoria de aprendizagem, mas como uma estratégia de método de aprendizagem que tem como foco central o aluno e por meio da investigação, promover a produção de conhecimento individual e grupal, de forma cooperativa, e que sejam utilizadas, para a compreensão e resolução desses problemas, técnicas de análise crítica para a resolução de problemas de forma significativa e em interação contínua com o professor tutor.

Gadotti (2004, p.21) afirma que “se aprende o que é significativo para o projeto devida das pessoas. Aprende-se quando se tem um projeto de vida. Aprendemos a vida toda. Não há tempo próprio para aprender”.

No método ABP o fazer pedagógico do professor sofre uma transformação radical, deixa de ser um mero transmissor de informação e passa a ser um estimulador e parceiro, fazendo com que o aluno faça suas próprias descobertas e construa o seu próprio conhecimento.

Esse método foi traçado para determinar nos envolvidos, a capacidade de pensar e apresentar possíveis soluções para os problemas apresentados, sem esquecer as ferramentas também utilizadas. O professor norteia todas as discussões, aborda todos os objetivos, já previamente definidos, a serem cumpridos e instiga o aprofundamento e a discussão.

Vale destacar que, para Alves (2003a, p. 56):

O pensamento é como uma águia que só alça voo nos espaços vazios do desconhecido. Pensar é voar sobre o que não se sabe. Não existe nada mais fatal para o pensamento que o ensino de respostas certas. Para isso existem as escolas: não para ensinar as respostas, mas para ensinar as perguntas. As respostas nos permitem andar sobre a terra firme, mas somente as perguntas nos permitem entrar pelo mar desconhecido.

Desse modo, a dinâmica de grupo é facilitada e avaliada pelo tutor, os alunos serão avaliados sob o foco cognitivo e comportamental.

O papel do aluno na ABP não é de um mero espectador, deve-se destacar sua participação ativa nas discussões, somar as reuniões seus conhecimentos e experiências prévias, contribuir com os conhecimentos adquiridos, isto é, ajudar o grupo a solucionar o problema. Quando o aluno evidencia algo que antes era desconhecido ele adquire melhores condições de aprender.

O método científico e a experimentação, dentro e a perspectiva da ABP, tem como objetivo comum mostrar como a ciência e a pesquisa se estabelecem, transformando o aluno para ser o agente fiel da construção e redescobrimto dos seus conhecimentos.

Conforme afirma Ribeiro (2008), o uso de situações problemas envolvendo o cotidiano do aluno baseia-se no entendimento de que a aprendizagem de conceitos fundamentais de uma área de conhecimento se dá pelo desenvolvimento de habilidades, de pensamentos e soluções de problemas. Existe a necessidade de professores especialista na área, de modo que os alunos passem a ter como objetivo a obtenção de conhecimentos para sua solução.

Baseado nos trabalhos de Barrow (1996) e de Ribeiro (2008), os princípios gerais de da ABP podem ser desenvolvidos como se segue:

I. O processo de ensino-aprendizagem deve ser centrado no aluno, isto é, a organização do ensino, nesta concepção, significa oportunizar a aprendizagem a partir da associação da aplicação dos conhecimentos ao uso de habilidades.

II. O aluno é responsável por sua aprendizagem. Assim quando o professor libera ao aluno a decisão do que é importante aprender, esse aluno torna-se responsável pela definição do conteúdo.

III. Respeito aos conhecimentos prévios e aprendizagens anteriores. Entendendo que aprendizagens anteriores podem ajudar ou até mesmo atrapalhar, é imprescindível o conseguimento de dados sobre o que os alunos possuem acerca do assunto.

IV. Aprendizagem ativa, interativa, e colaborativa. A participação ativa se dá através da habilidade de formular ideias e expressá-las corretamente com senso crítico no trabalho em grupo e colaboração em equipe. A aquisição de conteúdos/ informação, habilidade de análise, síntese e julgamento averiguando a conveniência da aplicação em determinado problema.

V. Contextualização do ensino. Os problemas contêm situações e desafios retirados de contextos importantes e reais. A aprendizagem é experiencial e demasiadamente peculiar. O interesse é considerado como fomentador primário e permite experienciar.

VI. A aprendizagem é indutiva. Os alunos aprendem analisando problemas ou situações problemas resolvendo- os. Diante disso, que envolvam casos ou narrativas do seu dia a dia envolvendo o conteúdo estudado. A partir dai os alunos deduzem suas próprias soluções.

VII. O papel principal do professor, nesse caso instrutor ou tutor, é elaborar situações-problema e sistematizar sua solução. As ações do professor incluem:

a) elaboração de diferentes tipos de problemas e possíveis estratégias de sua solução;

b) questionamento dos alunos sobre seu processo de aprendizagem com perguntas metacognitivas, ou seja, com o conhecimento que cada um tem;

c) incentivo a reflexão dos alunos sobre sua aprendizagem e desempenho. O papel do professor é de facilitador, orientador, co-aprendiz, mentor, consultor (BARROWS, 1996).

8. O problema ou situação-problema sempre antecede a teoria. Primeiramente, os problemas que ocorrem em contextos reais e situações específicas são analisados e depois definidos os objetivos da aprendizagem. Então os alunos buscam conhecimentos teóricos que fundamentem cientificamente a solução do problema. Conseqüentemente, o trabalho prático sente antecede a teoria (Barrows, 1996).

Como ressaltam Echeveria e Pozo (1994, p. 20):



Estudos psicológicos e suas aplicações educativas pareceram compartilhar a ideia de que a resolução de problemas se baseia na aquisição de estratégias gerais, de forma que uma vez adquiridas podem se aplicar, com poucas restrições, a qualquer tipo de problema. Segundo este enfoque, ensinar a resolver problemas é proporcionar aos alunos essas estratégias gerais, para que as apliquem cada vez que se encontrem com uma situação nova ou problemática.

A identificação de fases ou etapas que permeiam a resolução de qualquer problema, e que, portanto, não dependem explicitamente de conhecimentos e habilidades específicas a uma determinada área do conhecimento, ao mesmo tempo que dá um tom de unidade e homogeneidade a esta forma de conceber e abordar problemas, deixa claramente transparecer as suas deficiências.

Não há como negar que do ponto de vista psicológico variáveis como ansiedade, expectativas, intuição, sucesso, frustrações, etc. se fazem realmente presentes em qualquer tarefa de resolução de problema. O mesmo pode ser dito de parâmetros que sugerem ao solucionador certa organização ou melhor posicionamento em relação à situação-problema, como ler o enunciado do problema com atenção e circular a informação relevante, dividir o problema em partes ou subproblemas, analisar o resultado encontrado, etc.

Contudo, o que sem dúvida permite o acesso consciente e responsável do indivíduo em tarefas de resolução de problemas é o conhecimento específico que possui na área de abrangência do mesmo e de como este conhecimento se encontra organizado e disponível em sua estrutura cognitiva.

Afirmar, no entanto, que o aluno só deve começar a resolver problemas depois de dominar inteiramente a teoria é partilhar do erro de muitos professores que vêm a resolução de problemas como meros exercícios de aplicação dos conteúdos estudados. Como bem ressalta Kuhn (1987), também se aprende a teoria resolvendo problemas.

### 5.3 A PRÁTICA EXPERIMENTAL E INVESTIGATIVA NA VISÃO DE DEWEY E NO MÉTODO ABP.

Para Goldfarb e Toralles-Pereira (2004), embora os pioneiros de McMaster não citem explicitamente John Dewey, é possível detectar seus fundamentos conceituais na ABP.

Ribeiro (2008) também corrobora que a formulação inicial da ABP não expressa uma fundamentação teórica, pois é resultado de princípios teóricos de vários teóricos, Ausubel, Bruner, Dewey, Piaget Rogers, cada um com suas ideias distintas.

A ABP também proporciona desenvolver nos alunos, os hábitos de estudo e de planejar pelo método da experiência reflexiva, visando melhorar o desempenho escolar e, sobretudo, proporcionar a autossuficiência de aprendizagem e de trabalho em equipe, igualmente como ocorre na vida profissional.

O problema apresentado ao aluno para solução é o primordial na ABP, a ele o professor cria condições de perplexidade e em cima dessa questão ou situação problema leva o aluno a questionar-se com perguntas do tipo: Por quê? O quê? Como? (RIBEIRO, 2008)

Hoje nas escolas é notória a necessidade urgente de agentes transformadores do ensino e especialmente na metodologia de aplicação dos conteúdos nos diferentes níveis de aprendizagem. É evidente ainda, a tímida participação dos alunos na produção do conhecimento sem que satisfaça as suas expectativas. As atividades experimentais, quando aplicadas corretamente, favorecem muito a participação e a interação, pois deixam de ser espectadores e participam mais da construção desse conhecimento.

Guimarães (2009, p. 199), considera que:

O professor pode considerar, em aulas expositivas, as descobertas dos aprendizes para trabalhar significativamente os conteúdos pretendidos, pois ao trabalhar com as dificuldades e explicações dos alunos ao fenômeno, ele aliará as concepções prévias aos novos conhecimentos.

As atividades experimentais abrem espaço e possibilidades ao professor de considerar e reconsiderar algumas de suas ações. Um exemplo disso seria sua forma de avaliar.

Em seu livro *How we think* (Como pensamos), John Dewey faz uma análise no que diz respeito ao processo psicológico de solução de problemas descrito, que consistia de cinco etapas, como um guia para a ação inteligente:

[...] 1) dificuldade sentida; 2) definição e localização desta dificuldade; 3) sugestão de uma possível solução; 4) desenvolvimento pela argumentação das orientações de sugestão; e 5) posterior observação e experimentação levando à aceitação ou rejeição. (DEWEY apud RUDOLPH, 2002, p. 121)

Ainda para Dewey (1959) o segredo de uma emancipação intelectual, almejando a transformação da sociedade, está na numa reconstrução sucessiva do material e dos métodos escolares, de modo que as atividades desenvolvidas entre os alunos beneficiem ocupações ou vocações sociais contínuas e cumulativas. Ou melhor, para que os aspectos principais e mais firmes da sociedade sejam modificados, é necessário fornecer aos alunos condições para que na escola possam modelar o sistema de sociedade que desejam.

Nesse caso, a ABP configura como uma possibilidade de reestruturação dos métodos escolares devido a sua característica de problematizar situações cotidianas, numa dinâmica de grupo focada na resolução de problemas.

A ABP permite aos alunos familiarizar-se com a comunidade e o mundo exterior à sala de aula. “O destaque nos problemas reais do mundo leva os alunos para além dos manuais e os orienta para os recursos da sociedade” (DESLILE, 2000, pag. 20). Sua metodologia permite ao professor fazer uso de situações que desafiem os alunos contemplando o conteúdo programático e estimulando a autonomia de raciocínio em busca do próprio conhecimento.

Na teoria de John Dewey, encontra-se uma considerável inspiração para a ABP. A Pedagogia Ativa ou Pedagogia da Ação de Dewey, norteadas pelo princípio ativo de agir, o aluno assume uma postura ativa. A proposta é que, a aprendizagem se inicia a partir da proposição de problemas ou situações que favoreçam a dúvida e o descontentamento intelectual, pois os problemas nascem das experiências reais que estimulam a cognição para assim mobilizar práticas investigativa e resoluções criativas (CAMBI, 1999).

Sobre o problema a ser investigado, Olvera (apud Rodrigues 1995) sugere que seja definido conforme os interesses dos alunos. Rodriguez (1995), ao confrontar os diferentes autores, evidencia que, livre do problema ser formulado pelo aluno ou pelo professor, é necessário que eles (alunos) se interessem pelo problema a ser investigado, motivados a resolvê-lo.

Numa abordagem diferenciada, Gil-Perez e Castro (1996) salientam que as atividades investigativas devem abranger as seguintes propriedades:

- I- Expor aos alunos situações problemáticas abertas, adequando seu nível de dificuldade à zona de desenvolvimento potencial dos alunos;
- II- Propiciar a reflexão dos alunos sobre a importância das situações-problema apresentadas;
- III- Enunciar hipóteses como atividade indispensável à investigação científica;
- IV- Elaborar um planejamento da atividade experimental;
- V- Contemplar as implicações CTS (Ciências, Tecnologia e Sociedade) do estudo realizado;
- VI- Proporcionar momentos para o debate das atividades desenvolvidas;
- VII- Intensificar a dimensão coletiva do trabalho científico.

Diversos autores, como Rodriguez et al (1995), transcendem a apresentação de características e sugerem alguns momentos para as atividades investigativas. São eles:

- I. Elaboração do problema;
- II. Elaboração de hipóteses;
- III. Planejamento da investigação;

IV. Contato com novas fontes de informação, incluindo experimentos;

V. Leitura de materiais informativos;

VI. Visitas;

VII. Interpretação e conclusão dos resultados.

Após aplicar esses momentos o aluno deverá expressar ao grupo seus resultados e aplicar o conhecimento adquirido a novas situações.

Segundo Watson (apud Zômpero e Laburú, 2011), atividades investigativas necessitam propiciar o conhecimento dos processos da Ciência. O autor deixa claro que os alunos necessitam constatar evidências e que esse conceito deve ser desenvolvido entre eles, pois os procedimentos científicos são baseados nas próprias evidências.

A partir das atividades investigativas, mais precisamente das situações problema, os alunos podem desenvolver o planejamento de resolução, reunir evidências, elaborar conclusões. Além do mais, durante essas mesmas atividades, a argumentação também poderá ser desenvolvida pelos alunos.

Como é possível verificar, o ensino por meio de atividades investigativas, na visão dos autores citados acima usam, em grande parte, algumas características da Teoria de Dewey e da ABP.

Delisle (2000) e O'Grady et al. (2012) apontam Dewey como um dos inspiradores da ABP. Conforme esses autores, Dewey entendia que o pensamento de um aluno deve ser estimulado por um assunto de natureza não formal e sim do cotidiano dele.

Presume-se que grande parte dos professores, quando questionados, concordaria que uma das finalidades principais da educação é de potencializar nos alunos a compreensão e a habilidade na resolução de problemas.

Em vista disso, muitos textos oficiais, como os PCN (Brasil, 1997), por exemplo, sugerem a urgência em desenvolver o pensamento crítico e as competências na resolução de problemas. Os PCN também sofrem grandes influências do pensamento de Dewey. A ABP, como técnica de ensino voltada para o ensino de Ciências baseia-se na concepção de que a formulação de um problema possa desestabilizar e tirar o aluno do seu estado de inércia.

Após esse estímulo inicial, fica visível um momento de dúvida, que criará nos alunos uma mobilização dos aspectos cognitivos, para resolver o problema. Na perspectiva da ABP é notória a necessidade de que o professor esteja ciente que a formulação de um problema bem elaborado seja capaz de despertar a perplexidade nos alunos.

Alves (2003) afirma que uma das incumbências mais agradáveis de um professor é provocar no aluno a experiência do espanto. Um aluno espantado é um aluno presente e pensante, em resultado, mais questionador acerca da problemática apresentada. O método

científico pode fornecer aos alunos meios para analisar, de forma concreta e crítica, as hipóteses por eles levantadas verificando assim sua veracidade. Nesses casos, o “espanto” gera a necessidade de consolidação do aprendizado.

Na ABP, o problema utilizado, deve motivar o aluno a buscar auxílio, quando possível, na experimentação baseada no método científico ou diversos meios que auxiliem na resolução dos problemas propostos.

A combinação entre ABP e o método científico, nessa definição, é essencial como mecanismo mediador entre o que está nas entrelinhas do problema e o que o aluno pode fazer para redescobrir. Apesar dos alunos se desdobrarem em livros e por várias horas na internet as respostas para os problemas não se satisfazem de maneira clara, mesmo utilizando esses meios didáticos.

A experimentação possibilita ao grupo, como um todo, a possibilidade de construir os seus próprios caminhos, saindo do seu estado de inércia que o ensino tradicional estabelece e construindo assim seus próprios conhecimentos. Em outras palavras, os alunos estão preparados para aprender a aprender aplicando esse conhecimento a sua vida, significativamente.

Para Dewey (1979), o conhecimento tem início com um problema e se encerra com a sua solução, antes disso passa por um processo indagativo e reflexivo, por meio de ideias consecutivas e sequência ordenada. O ato de pensar se inicia com questionamentos, que fazem parte do pensamento reflexivo, e se encerra com respostas às indagações, realizadas através de uma pesquisa. O processo de investigação ocorre considerando os seguintes passos: Apresentação de um problema, identificação de um problema, sugestão de solução, experimentação e solução (TIBALLI, 2003).

A situação problema, que da início ao processo, o aluno encontrará uma situação próxima da realidade que encontrará no seu cotidiano, sem resposta pronta, causando assim a dúvida, que é um componente próprio da experiência reflexiva.

Dewey (1910) enfatiza os seguintes aspectos envolvidos na resolução de problemas:

- Um estado de dúvida, perplexidade cognitiva, frustração ou consciência da dificuldade.
- Uma tentativa para identificar um problema, para compreender o que se procura, isto é, o objetivo a ser alcançado.
- Relacionamento da resolução – problema à estrutura cognitiva do solucionador, ativando ideias de fundo relevante e soluções de problemas previamente alcançadas, que geram proposições de solução ou hipóteses.

- Comprovação sucessiva das hipóteses e reformulação do problema, se necessário.
- Incorporação da solução bem sucedida à estrutura cognitiva (compreendendo-a) e sua posterior aplicação ao problema em questão e a outros espécimes do mesmo problema.

Considerando os pressupostos da ABP, existe uma coerência direta com os apontamentos de Dewey, em especial quanto ao pensamento reflexivo e ao processo de investigação.

Nos Estados Unidos em meados do século XIX, na escola primária americana, surgiram dois tipos de métodos de Ensino de Ciências, o que contemplava o conhecimento e métodos científicos e o outro que enfatizava o desenvolvimento pessoal e a valorização da natureza.

No ensino secundário prevaleceu o método que contemplava o conhecimento e métodos científicos e se tornou muito popular. Dewey foi um crítico deste modelo, apontando que os métodos da ciência eram tão importantes como o seu conhecimento e deveriam incluir a investigação (BYBEE, 1993).

## **6 DA METODOLOGIA DA APLICAÇÃO AOS RESULTADO E DISCUSSÕES DOS DADOS**

A escola escolhida para a aplicação da proposta aqui descrita foi o CEJA LUCIA BAYMA, localizada na cidade de Codó-MA. A turma escolhida foi uma turma de 1ª Série do Ensino Médio, pelo seguinte motivo, em 15 anos de docência observa-se que essas turmas apresentam notas baixíssimas na disciplina de Física no primeiro bimestre de aula e a situação se agrava nos bimestres posteriores. Os professores sentem dificuldade de trabalhar tal situação e ressaltam que os alunos não sabem do assunto, não sabem da matemática e principalmente não sabem estudar, dificuldade essa também sentida por mim. Outro fator que podemos destacar, sendo isso o que mais preocupa, é a falta de interesse para com a disciplina de Física.

Todos os anos em encontros pedagógicos sempre são discutidos estratégias para minimizar tais problemas que circundam a disciplina de Física e a que mais se escuta é “a escola necessita de novas propostas e metodologias para conseguir promover um ensino-aprendizagem de qualidade”.

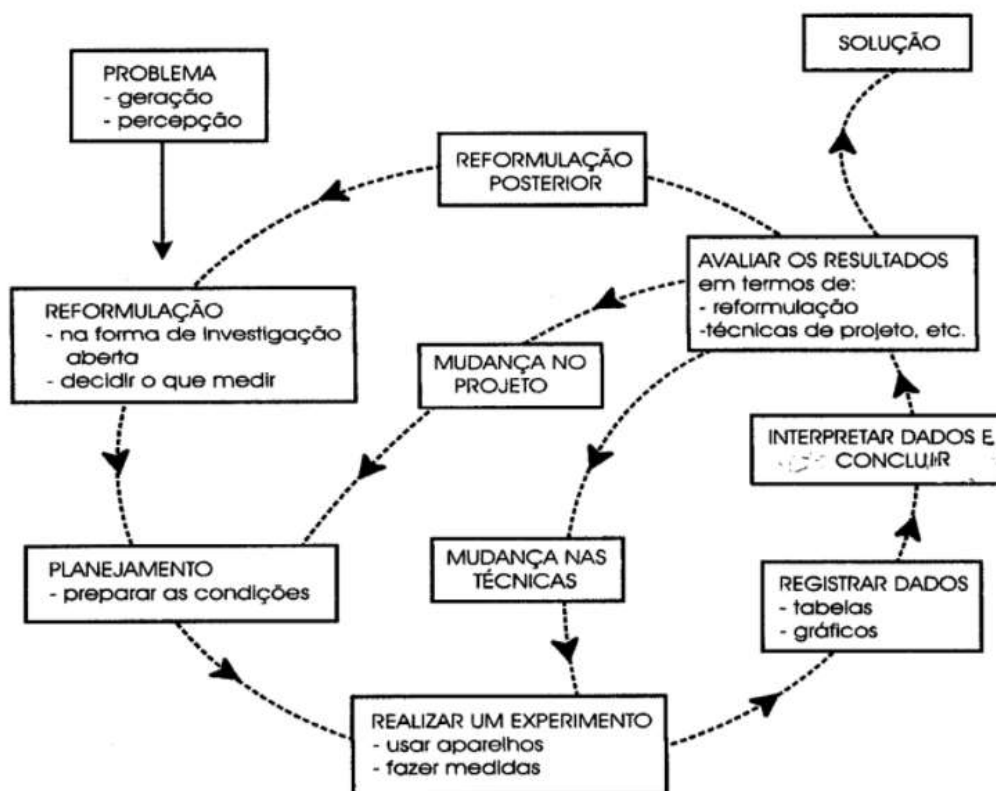
A elaboração do projeto de dissertação se fez presente em todas as etapas do plano de trabalho numa pesquisa aplicada. Segundo Prodonov (2013) objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. Quanto aos objetivos trata-se de uma pesquisa descritiva, Prodonov (2013) afirma que nessa pesquisa os fatos são observados, analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira sobre eles, visando descrever as características de determinada população e envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionários e observações sistemáticas assumindo assim a forma de levantamentos.

Usando essa metodologia de pesquisa o pesquisador buscou identificar e coletar o máximo de informações sobre o objeto de estudo, definindo os objetivos e hipóteses dessa pesquisa através de entrevistas e questionários avaliativos caracterizando o método como pesquisa qualiqualitativa.

Partindo do problema da pesquisa, buscou-se tentar minimizar tal problemática com a elaboração e aplicação de uma proposta didática em forma de SEI para experimentação em sala de aula, aplicado à turmas de 1ª Série do Ensino Médio, de modo a promover um ensino-aprendizagem de qualidade.

Na figura 21 mostra um esquema bem detalhado para a resolução de um problema baseado em experimentação.

Figura 21: Resolução de um problema



Fonte: Cad. Brás. Ens. Fís., v. 19, n.3: p.304, dez. 2002.

A proposta aponta para uma prática mais investigativa e esta é de suma importância dentro da sala de aula. Abaixo é descrita a proposta utilizada e suas etapas.

- a) **Motivar:** para iniciar essa etapa o aluno deve estar motivado. Logo a proposta utilizada aqui, envolvem situações cotidianas e que fazem sentido para o aluno;
- b) **Explicitar as perguntas e problemas:** A partir do diálogo entre professor e aluno ou entre eles mesmos, os problema apresentados foram introduzidos, sendo evidenciados os objetivos da proposta e seus propósitos;
- c) **Respostas intuitivas ou hipóteses:** Os conhecimentos prévios dos alunos, embora muitas vezes errôneos ou sem a compreensão e articulação dos conceitos físicos, mesmo assim foram de suma importância para a execução da proposta;
- d) **Determinar os instrumentos para a busca de informação:** Num determinado momento os instrumentos necessários, para a busca de informações foram esclarecidos, entre eles a proposta com textos e perguntas, além da prática experimental, previamente elaborada pelo professor;
- e) **Esboçar as fontes de informação e planejamento da investigação:** Planejar tem sido uma peça fundamental da presente pesquisa, pois na medida do possível pôde ser alterado, o que permitiu de fato investigar em sala de aula;



- f) **Coletar dados:** Os dados foram registrados utilizando fotos e gravações de áudio e vídeo para análises posteriores, observando os progressos nas habilidades e competências identificadas nas práticas;
- g) **Selecionar e classificar os dados:** Devido ao grande número de dados, uma seleção do que é mais necessário foi feita, nas falas dos alunos e nas discussões entre eles com intermédio do professor;
- h) **Concluir:** Após a prática, conclusões foram feitas e análise enumerada para uma maior compreensão;
- i) **Refletir toda a pesquisa:** As falas dos alunos, as discussões tanto entre eles quanto com o professor, fazem parte da reflexão e esse *feedback* se deu através de perguntas previamente estabelecidas problematizadas, e isso se mostrou essencial.

A partir dessas etapas, a prática foi organizada em encontros, os quais ocorreram uma vez por semana. Desse modo, o tempo disponibilizado para a promoção de cada encontro foi de 3 horas/aula, sendo que 1h/aula realizada em turno especial, almejando os momentos de relacionamento entre os alunos e a prática experimental nas aulas de Física.

Antes de apresentar a proposta de atividades aos alunos, em reunião com os gestores da escola, a proposta de intervenção pedagógica foi debatida e muito bem recebida. Por conseguinte realizado o primeiro encontro (Aula 1) o projeto foi então apresentado a 42 alunos presentes, dos 45 matriculados na 1ª Série do Ensino Médio através de uma conversa informal, deixando claro o interesse pelo tema, os objetivos, a metodologia da pesquisa e, por fim, o roteiro das atividades, considerando a intervenção dos alunos. Concluído essa etapa, um termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi destinado aos pais ou responsáveis dos alunos permitindo ou não a participação das atividades propostas e em seguida, aplicação do questionário inicial (pré-teste).

A sequência didática foi dividida em três momentos e subdividida em 30 aulas para diferentes conteúdos envolvendo cinemática, dinâmica e conservação de energia, de acordo com.

Uma situação problema (SP), ao invés de um exercício clássico, pode ser um problema sem solução imediata, que deverá ser discutido e averiguado. Sua resolução não pode ser obtida com a aplicação sistemática de alguns algoritmos. É uma situação que pode mobilizar diversas áreas do conhecimento e assim se torna desafiadora para o aluno, como já foi discutido e explanado no método ABP.

O objetivo é estudar os fenômenos na prática e não apenas comprovar leis e teorias. Não existe um compromisso com o resultado, o que não foi totalmente desprezado, mas sim

um compromisso com a investigação. O quadro 4 mostra uma comparativo entre laboratório tradicional e atividade investigativa.

**Quadro 4:** Comparativo entre Laboratório Tradicional e Atividade Investigativa.

<i>Aspectos</i>	<b>Laboratório Tradicional</b>	<b>Atividades Investigativas</b>
<i>Quanto ao grau de abertura</i>	Roteiro pré-definido Restrito grau de abertura	Variado grau de abertura Liberdade total no planejamento
<i>Objetivo da</i>	Comprovar leis	Explorar fenômenos
<i>Atitude do estudante</i>	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

**Fonte:** Cad. Brás. Ens. Fís., v. 19, n.3: p.304, dez. 2002.

Em um laboratório investigativo a coleta de dados pode ser feita simultaneamente e de forma rápida e real, podendo ser refeita inúmeras vezes se necessário. Em situações que a lentidão da coleta de dados é feita com material convencional, construir uma tabela, por exemplo, de posição em função do tempo para um dado movimento, pode ser muito interessante quando discutido em grupo e quando se usa instrumentos para medição baseada nas novas tecnologias sendo assim, grandezas podem ser medidas de forma rápida e fácil, com a aquisição automática desses dados.

Note que a todo instante a atividade e o projeto podem ser remodelados dependendo dos dados obtidos e da avaliação dos resultados. O quadro 4 se encaixa bem a teoria de Dewey quando se refere a experimentação e ao método ABP quando mostra os passos para resolução de problemas descrito na figura 21, pág 96.

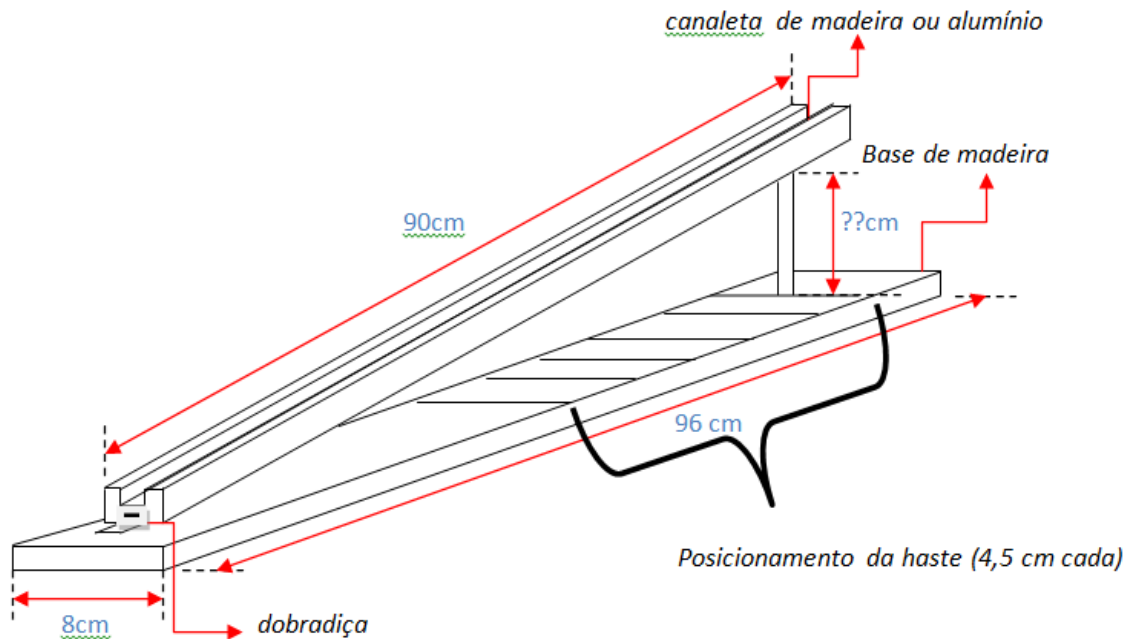
As atividades foram relatadas em subseções com três atividades propostas. Que será discutida na sub seção 6.2 .

## 6.1 MONTAGEM DO EXPERIMENTO

O autor optou por confeccionar um plano inclinado bem elaborado utilizando, porém, dimensões diferentes das utilizadas pelo próprio Galileu, a fim de ser possível uma maior mobilidade do aparato experimental.

Feito de madeira, ele possui 90 cm de comprimento e é apoiado numa base de sustentação, figura 22.

**Figura 22:** Ilustração do plano inclinado.

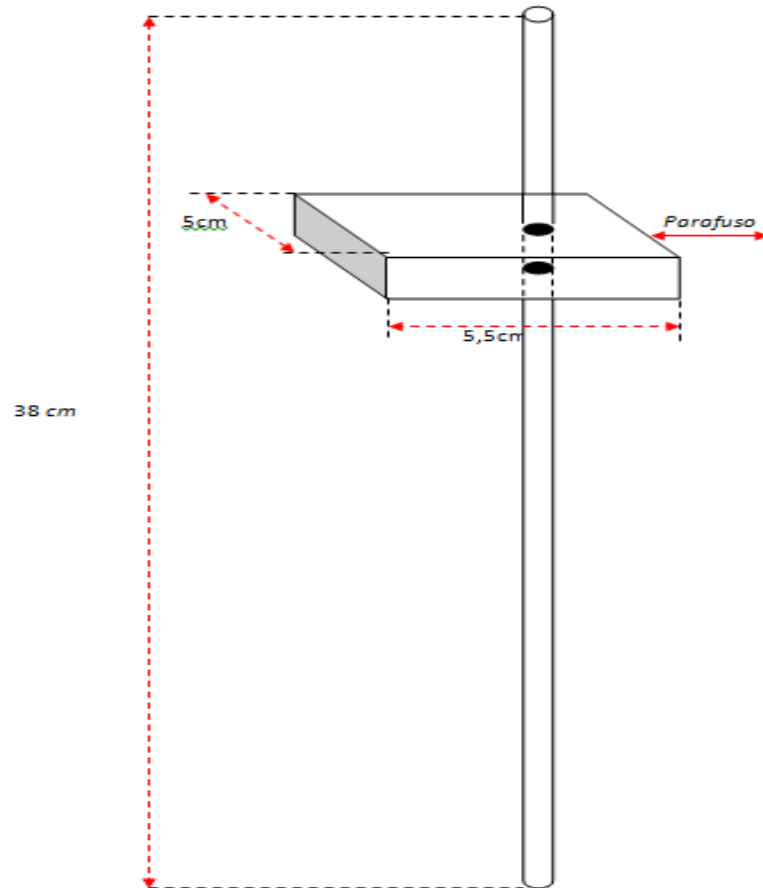


**Fonte:** o próprio autor

Devido ao sistema de encaixe entre o plano inclinado e a base de sustentação, a altura que este fica posicionado na vertical é totalmente regulável com o auxílio de uma haste de alumínio de 38 cm transpondo uma base de madeira de 5cm x 5,5cm ajustável, podendo ser colocada qualquer haste de qualquer altura, dependendo de sua vontade, por isso na figura não foi colocado valores e sim interrogações para o que o executor possa trabalhar com a medida que quiser. Na base de madeira foram feitos 8 furos no diâmetro da haste com o objetivo de variar o ângulo conseqüentemente a altura, sendo que a sua altura inicia-se com 18 cm de comprimento e pode ser aumentada em mais de 20 cm, como mostra na figura 23.

As hastes de alumínio foram obtidas retirando de uma velha antena de TV que estava em desuso, mas podem ser compradas em lojas do ramo de metalúrgica.

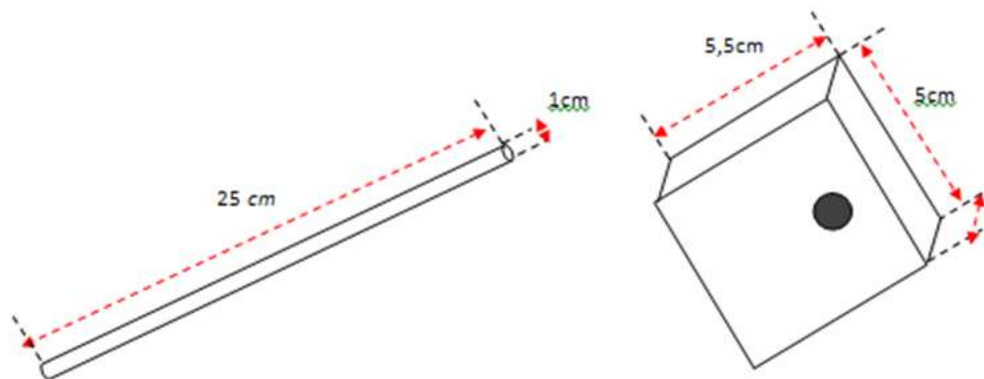
**Figura 23:** Haste de regulagem da altura e ângulo de inclinação.



Fonte: próprio autor

Em seguida eis os moldes de acoplamento para os sensores que obedecem as mesmas medições da base de madeira num total de três bases, sendo que uma delas deve ser totalmente vazada para que haja o deslizamento na haste de alumínio de 25 cm, como mostra a figura 24.

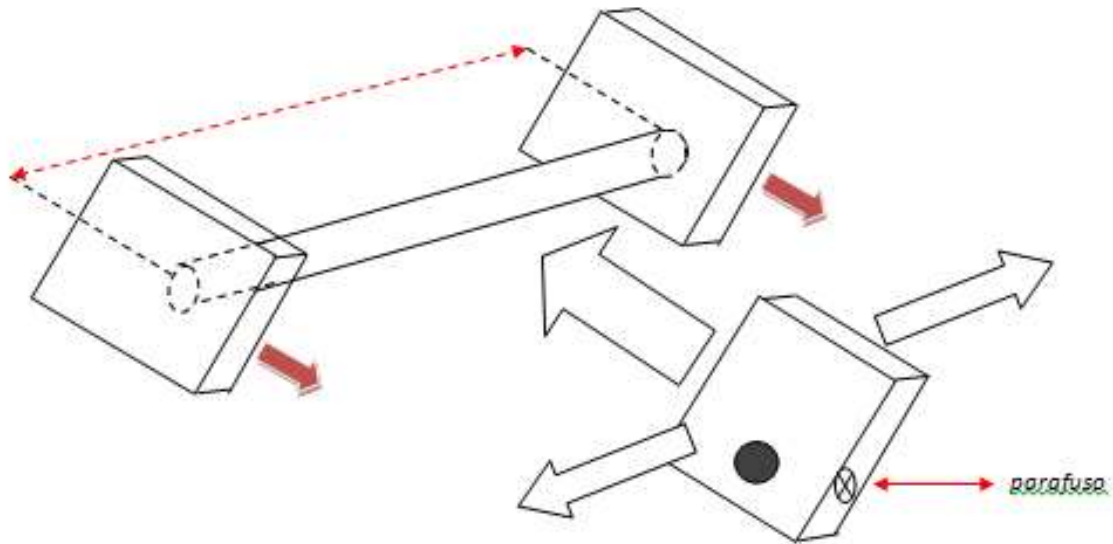
**Figura 24:** Moldes de acoplamento para os sensores.



Fonte: o próprio autor.

O esquema de encaixe e deslizamento para variação da posição dos sensores esta representado na figura 25.

**Figura 25:** Acoplamento e deslizamento para os sensores.



**Fonte:** o próprio autor.

Em seguida cole-as na canaleta do plano inclinado usando cola de madeira, cola instantânea ou fixe-as com parafusos, recomendo usar fita dupla face.

A seguir temos a figura 26, que mostra do plano inclinado já construído.

**Figura 26:** Plano inclinado montado



**Fonte:** próprio autor

Para determinação dos ângulos foi utilizado o aplicativo *Ilevel X* (figura 27) para IOS disponível no *APP STORE* cujo endereço eletrônico <https://itunes.apple.com/br/app/ilevel-protractor-level/id458980311?mt=8>.

**Figura 27:** Logotipo do aplicativo.



**Fonte:** o próprio autor.

Para os dispositivos android existe o aplicativo ON PROTRACTOR disponível no google play no endereço <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.potatotree.onprotractor>.

A canaleta foi cavada nas dimensões suficientes para o rolamento de uma bola de gude ou um móvel estilo *Hot wheels*<sup>®</sup> (é uma marca de carros de brinquedo americana da categoria *die-cast*, que engloba modelos em miniatura geralmente feitos de metal injetado). Escolhemos a bola de gude por ter uma superfície bastante lisa e polida e o móvel por ter as apenas duas rodas onde a superfície de contato é mínima e se adapta perfeitamente a canaleta, sendo que ambos os tamanhos são possíveis de serem utilizados neste plano inclinado após testes realizados no mesmo.

A Figura 28 nos mostra o sistema de deslizamento no plano inclinado.

**Figura 28:** Sistema de deslizamento.



**Fonte:** próprio autor

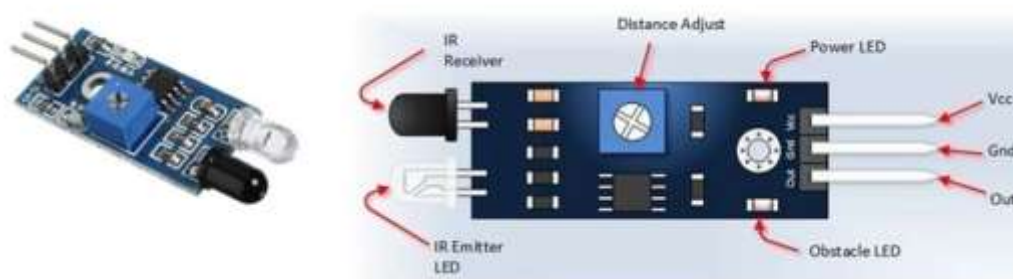
O próximo passo seria então realizar o experimento no plano inclinado. O objetivo do experimento é medir os deslocamentos efetuados pelo carrinho e seu respectivo tempo de descida, observando se o movimento no plano inclinado corresponde a um movimento uniformemente variado ou não, junto com os alunos, relacionar quais grandezas matemáticas

podem influenciar no movimento e ao final relatar se uma aula teórica aliada a prática é capaz de produzir uma aprendizagem bastante significativa.

É necessário selecionar instrumentos para medição de distância e de tempo. Para medir a distância foi usada uma fita métrica convencional quanto ao instrumento de medição de tempo, que foi um dos problemas encontrados por Galileu optei por usar dois sensores reflexivos IR (infra – red) posicionados ao longo do plano inclinado interligados a plataforma de prototipagem Arduino UNO .

Utilizamos os sensores IR da figura abaixo.

**Figura 29:** Sensor IR



**Fonte:** <http://www.piauino.com.br/pd-44342c-modulo-sensor-infravermelho-ir-obstaculo-refle-lm393.html>

O Sensor de Obstáculo Infravermelho (IR) é um circuito composto por um emissor e um receptor IR, mais o CI (circuito integrado) comparador LM393, que facilita sua conexão com Arduino®, visto que sua tensão é de 3,3-5V

Seu funcionamento é simples, quando algum obstáculo é colocado em frente ao sensor, o sinal infravermelho é refletido para o receptor. Quando isso acontece, o pino de saída *OUT* é colocado em nível baixo (0), e o led verde do módulo é aceso, indicando que algum obstáculo foi detectado.

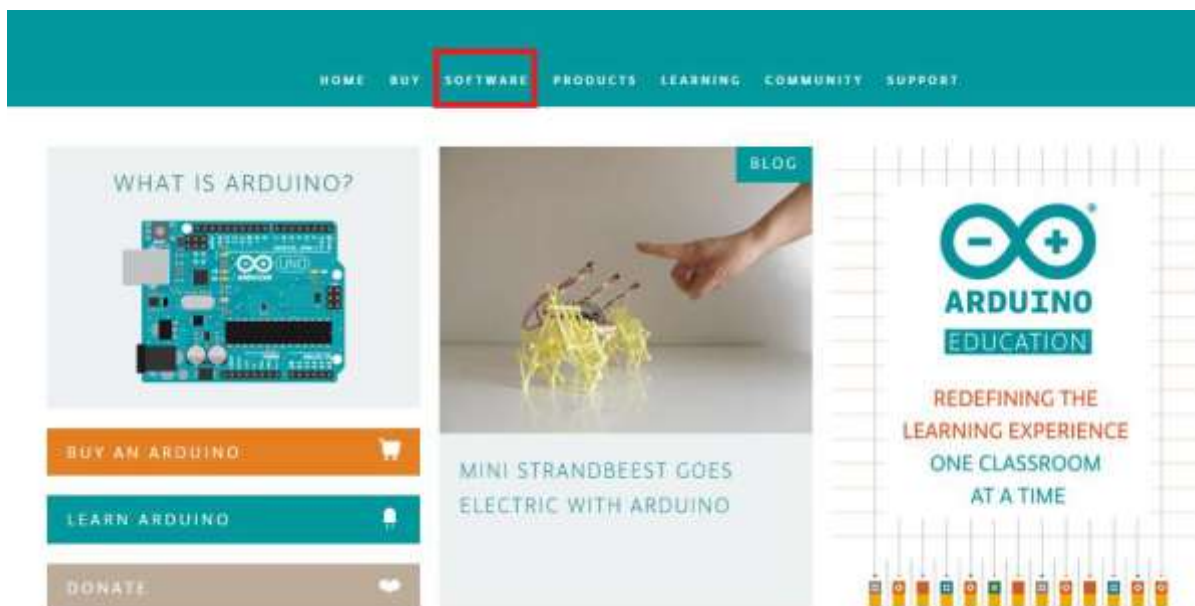
O alcance do sensor é de 2 a 30 cm, que pode ser ajustado por meio do potenciômetro na placa. O sensor de obstáculo é um ótimo componente para utilização em robôs, contadores, alarmes e projetos com Arduino®.

Para configurar o Arduino® é necessário baixar o programa IDE que faz a comunicação entre o PC e o Arduino através da porta USB.

Para executar o download do ambiente de programação (IDE) do Arduino, entre no site <https://www.arduino.cc/>, clique em “software” como apresentado na figura 30.



**Figura 30:** Site arduino.cc.



**Fonte:** o próprio autor.

Em seguida, faça o download de acordo com o sistema operacional do computador. Observe na figura 31.

**Figura 31:** Layout de download site arduino.cc.

## Download the Arduino IDE



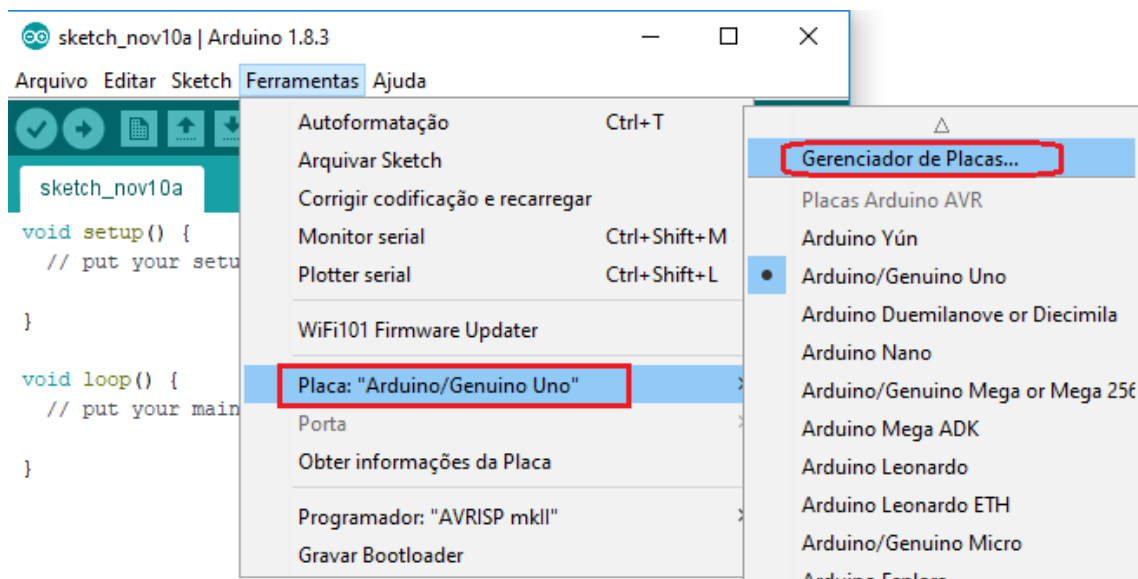
**Fonte:** o próprio autor.

Feito o download, instale o arquivo no seu computador. Você agora possui um ambiente de programação com linguagem baseada em C/C++, porém, o Arduino<sup>®</sup> não está reconhecido no IDE do Arduino<sup>®</sup>. Siga os passos a seguir obedecendo a ordem de execução para a correta configuração:

1. Abra a IDE do Arduino<sup>®</sup>, siga em seguida os passos apresentado na figura 32.



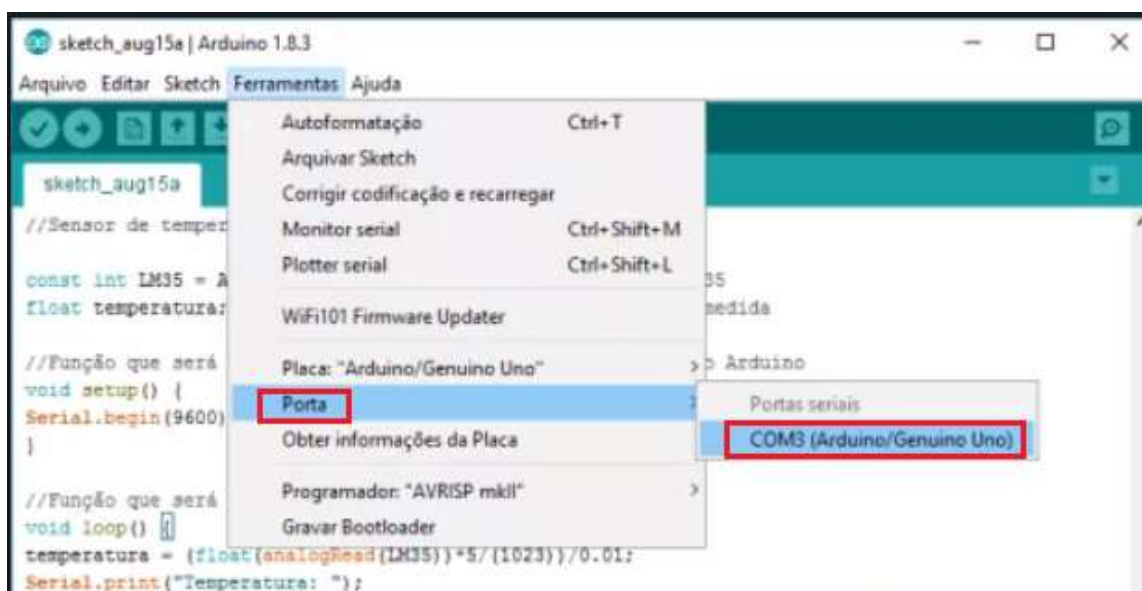
Figura 32: IDE do Arduino.



Fonte: o próprio autor.

Em Gerenciador de Placas escolha o Arduino<sup>®</sup> que estiver usando, para esse exemplo foi usado o Arduino<sup>®</sup> UNO.

2. Em seguida configure a porta como na figura 33.

Figura 33: IDE arduino<sup>®</sup> ferramentas.

Fonte: próprio autor,

Ainda na aba Ferramentas, escolha a opção Porta e em seguida clique na opção como mostrado na figura 33.

Feito essas duas etapas o Arduino<sup>®</sup> já está pronto para ser usado, restando agora apenas carregar os *sketchs*.

Em dois *sketchs*, um utilizando apenas um sensor cujo *sketch* chamado de “Radar Reflexivo” esta demonstrado na figura 34 e outro chamado de “Cronometro” usando um sensor como interruptor para ligar um “cronometro” programado na interface IDE do Arduino UNO, e outro para desligar o cronometro marcando o tempo de passagem. Os *sketchs* do código encontra-se no apêndice 3 e 4 dessa dissertação.

**Figura 34:** Sketch do programa “Radar Reflexivo” .

```
#include <LiquidCrystal.h>
//pinos que serão ligados o LCD ao arduino
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
// saída do sensor reflexivo( HIGH: sem objeto; LOW: detectado objeto)
bool PIR;
unsigned long tempo;
bool aContar = false;

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); // put your setup code here, to run once:
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(9, INPUT);
  analogWrite(6,50); //definição de contraste do LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("preparado...");
}

void loop() {
  if (digitalRead(9) == 0 && !aContar) {
    aContar = true;
    tempo = millis(); // tempo = millis(); tempo inicial da contagem ms
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("medindo..");
  }
  if (digitalRead(9) == 1 && aContar){
    aContar = false;
    unsigned long total = millis() - tempo;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("tempo = ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(total / 1000.0, 3);
    lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print("s");
  }
}
```

**Fonte:** o próprio autor.

**Figura 35:** Skeeth do programa “Cronômetro”.

```

//Mestrado Profissional em Ensino de Física.
//Produto educacional para construção e desenvolvimento de experiência para medição de velocidade
//Referencia http://arduinoescola.blogspot.com.br/
#include <LiquidCrystal.h>
//pinos que serão ligados o LCD ao arduino
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

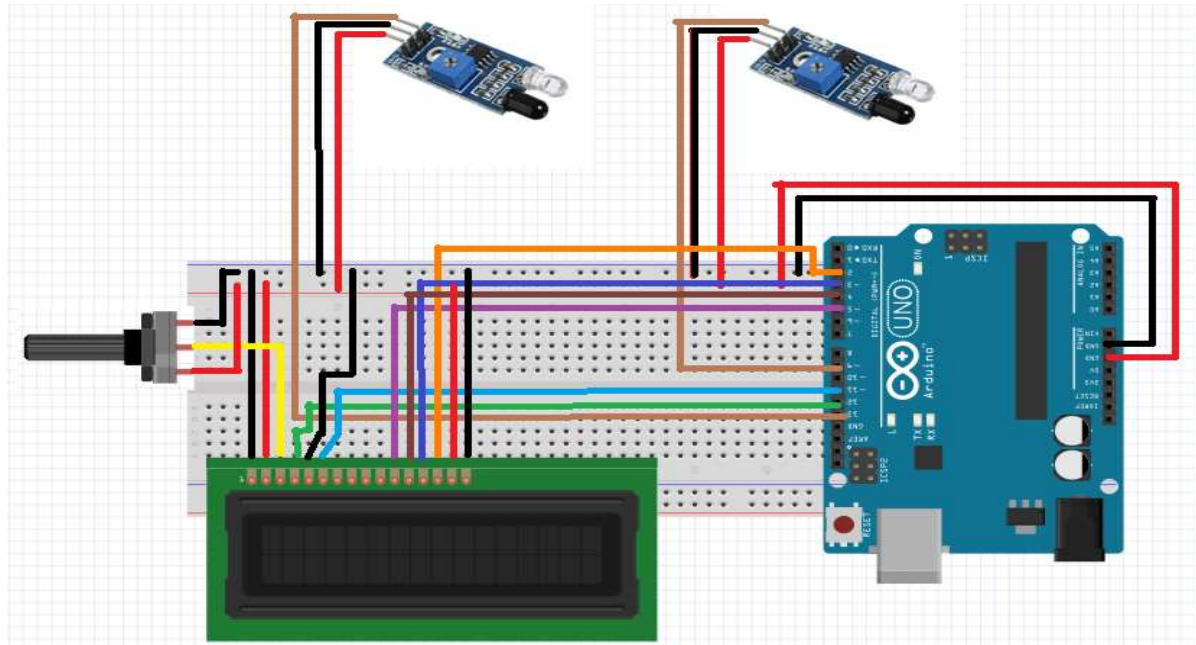
// saída do sensor reflexivo ( HIGH: sem objeto; LOW: detectado objeto)
bool PIR;
unsigned long tempo;
bool aContar = false;
void setup() {
  lcd.begin(16, 2); //LCD de 16 colunas, 2 linhas
  pinMode(13, INPUT); //Vout PIR
  pinMode(9, INPUT);
  analogWrite(6, 50); //definições de contraste do LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Preparando...");
}
void loop() {
  if (digitalRead(13) == 0 && !aContar) {
    aContar = true;
    tempo = millis(); // tempo inicial da contagem em ms
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Medindo...");
  }
  if (digitalRead(9) == 0 && aContar) {
    aContar = false;
    unsigned long total = millis() - tempo; //tempo de duração do impulso LOW (ms)
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Tempo = ");
    lcd.print(total / 1000.0, 3); // tempo em segundos usando 3 casas decimais
    lcd.setCursor(13, 0);
    lcd.print("s");
    delay(10000);
    lcd.clear();
    lcd.print("Preparado...");
  }
}
}

```

**Fonte:** o próprio autor,

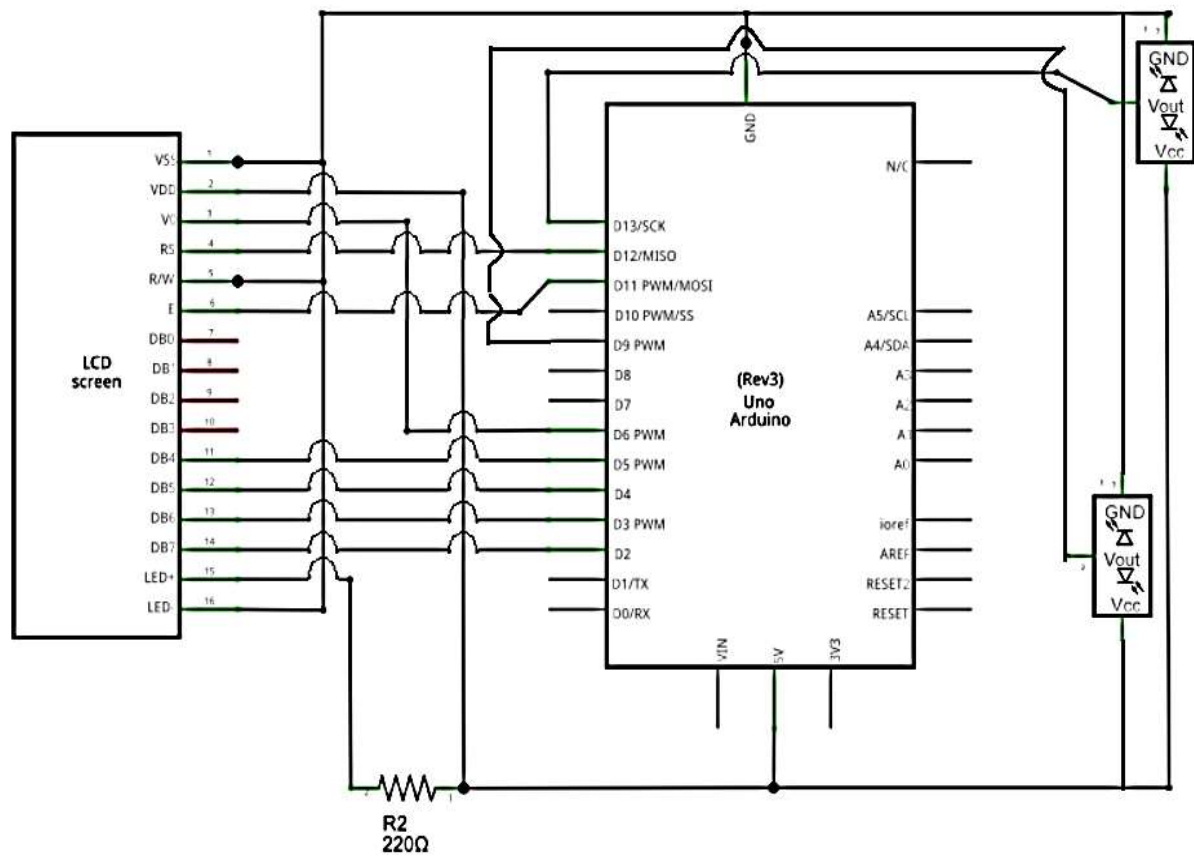
Para a montagem da parte eletrônica do experimento assim como a pinagem no LCD estão dispostos na figura 36 e no esquema eletrônico na figura 37. Lembrando que o resistor de  $220\Omega$  definido como R2 no esquema pode ser substituído por um potenciômetro variável de  $10\Omega$ .

Figura 36: Esquema de montagem.



Fonte: próprio autor

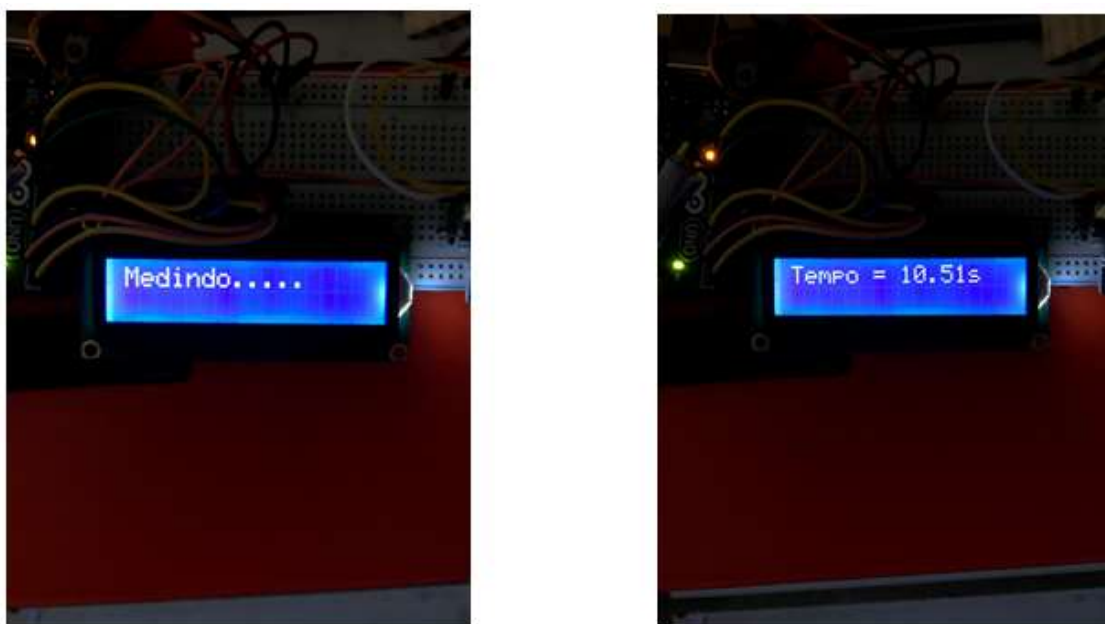
Figura 37: Diagrama esquemático.



Fonte: próprio autor

Um cronômetro progressivo será exibido no display de LCD 16x2 incluído no pacote do Arduino<sup>®</sup>, e mede o intervalo de tempo referente à passagem de um obstáculo pelos sensores que funcionam por reflexão. Como vemos na figura 38 o intervalo de tempo medido entre esses acontecimentos de foi de 10,51 s.

**Figura 38:** Exemplo de cronometragem.



**Fonte:** próprio autor

Observe que os sensores medem e o display LCD exibe com bastante precisão os intervalos de tempo, podendo ainda ser ajustados para décimos ou centésimos de segundos a passagem do móvel, mesmo que estes ocorram muito próximos uns dos outros, devido a grande precisão fornecida pelos sensores e o Arduino<sup>®</sup>. Favorecendo assim linguagem decimal na matemática e da parte introdutória da cinemática em algarismos significativos.

Na figura 39 encontra-se o registro do plano inclinado já construído e acoplado suas partes eletrônicas.

**Figura 39:** Experimento montado.

**Fonte:** próprio autor

Para observarmos os valores de intervalo de tempo do movimento do móvel, utilizamos o seguinte procedimento: elevamos suavemente o móvel no topo do plano inclinado, e o soltamos levemente na canaleta, passando pelo primeiro sensor esse aciona o cronometro gerando uma contagem de tempo. Já para o segundo sensor, quando o móvel passar e for detectada sua presença, esse encerra o cronometro, em seguida esse valor de tempo será exibido no display LCD.

A realização do experimento foi feita anteriormente pelo autor, e possibilitou elaborar de maneira mais adequada as situações de aprendizagem que aplicamos aos alunos, visto que tentamos vislumbrar antecipadamente algumas das dificuldades e limitações que a mesma poderia apresentar durante o decorrer de sua aplicação.

Inicialmente as medições foram feitas separando os sensores a 52 cm, dividimos um trecho do plano inclinado em 3 partes iguais de 18 cm cada uma. Consideramos para a medição, o tempo que a parte frontal do móvel leva para percorrer as distâncias de 18, 36, 54 cm, respectivamente. A intenção é medir o tempo que o móvel leva para percorrer referidas distâncias e encontrar uma relação matemática entre as distâncias percorridas e a inclinação que será de no máximo  $41^\circ$ .

Decidimos por bem estimar a incerteza na precisão do tempo utilizando, como sendo mais ou menos 0,05s, pois na leitura do tempo que efetuamos utilizando o mesmo, qualquer mínima variação da posição do cronômetro gerava uma variação cerca de 0,03s no tempo medido. O instrumento de medida do deslocamento foi uma régua cuja menor divisão é 1 mm.

Utilizamos, porém, uma incerteza no valor de 0,3cm na distância dos sensores, de 0,4cm na altura e de  $0,7^\circ$  na inclinação, foi elaborado um quadro para anotação dos dados que servirão como base para coletas posteriores dos alunos.



Uma tabela feita em planilha eletrônica esta demonstrada abaixo com valores apenas para distancia entre sensores de 52 cm:

**Tabela 2:** Tabela de obtenção de dados experimentais para distancia de 52 cm entre sensores.

<b>θ (Graus)</b>	Tempo Δt (s) (±0.05 s)	Tempo médio Δt (s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )	Velocidade (m/s)	Velocidade ao quadrado V <sup>2</sup>	Altura (m)
<b>5</b>	1,596-1,696	1,641	0,38	0,144	0,0207	0,06
<b>10</b>	0,834-0,934	0,884	1,33	1,175	1,3806	0,10
<b>15</b>	0,593-0,693	0,643	2,51	1,613	2,6017	0,15
<b>20</b>	0,512-0,612	0,562	3,29	1,848	3,4151	0,18
<b>25</b>	0,481-0,571	0,521	3,846	2,00	4,00	0,204
<b>25,3</b>	0,466-0,566	0,516	3,76	1,94	3,7636	0,28
<b>28,2</b>	0,438-0,538	0,488	4,21	2,05	4,2025	0,30
<b>30</b>	0,414-0,514	0,464	4,81	2,23	4,9729	0,31
<b>31</b>	0,419-0,509	0,459	4,93	2,26	5,1076	0,37
<b>35</b>	0,386-0,486	0,436	5,45	2,37	5,6169	0,350
<b>35,6</b>	0,380-0,480	0,430	5,60	2,406	5,7884	0,36
<b>40</b>	0,358-0,458	0,408	6,23	2,54	6,4516	0,39
<b>41</b>	0,353-0,453	0,403	6,38	2,57	6,6049	0,43

**Fonte:** próprio autor

Sabemos que o movimento num plano inclinado é um movimento uniformemente variado, com velocidade inicial igual a zero, a distância percorrida é proporcional ao quadrado do tempo gasto para percorrê-la, obedecendo a lei matemática  $S = kt^2$ , onde  $S$  é a distância percorrida,  $t$  o tempo gasto e  $k$ , uma constante que depende do tipo de movimento, conforme Galileu demonstrou em seu livro *Diálogo Sobre Duas Novas Ciências*, utilizando, porém, argumentos geométricos.

O objetivo foi reproduzir de forma moderna os procedimentos adotados por Galileu na elaboração da hipótese que o movimento no plano inclinado, quando consideramos pequenas inclinações, é do tipo uniformemente variado.

Então verifica-se que as distâncias percorridas pelo carrinho são proporcionais ao quadrado do tempo gasto para percorrê-las durante todo o trajeto do plano inclinado e com isso associar a outros conceitos físicos e nessa mesma inclinação testar os conceitos de velocidade média e instantânea e ver se são equivalentes.

Como já foi dito anteriormente o objetivo é estudar os fenômenos na prática e não apenas comprovar leis e teorias. Não existe um compromisso com o resultado, o que não foi totalmente desprezado, mas um compromisso com a investigação.

## 6.2 REGISTRO DAS ATIVIDADES EM SALA

A coleta dos dados, ou o registro das atividades realizadas nesta pesquisa aplicada descritiva foi feita com algumas gravações de áudio e vídeo, transcrições escritas quando surgiram alguns questionamentos, discussões, além de fotos.

Devido a natureza do presente trabalho não há necessidade e possibilidade de expor aqui todos os métodos, mas apenas apresentar aqueles resultados mais relevantes e significativos.

O pensamento aristotélico, foi resgatado no andamento de toda a proposta. Diferenciar a Cinemática da Dinâmica (na própria obra de Galileu há uma fala registrando que a preocupação ali não é com a causa, e, sim, com o deslocamento local mesmo), conceitos como inércia, velocidade instantânea, teorema da velocidade média e a diferença entre queda livre e queda no plano inclinado fizeram parte de todas as etapas.

Como foram desconsideradas certas grandezas como força de atrito e inércia de rotação, ocorreram casos em que os valores obtidos na experimentação não condizem com dados teóricos e existe uma margem de erro devido a esses fatores causando assim, uma espécie de constrangimento entre os alunos, mas com a explicação do professor os resultados se mostraram bastante consistentes.

As respostas dos alunos aos questionamentos encontrados e colocados durante a experimentação foram registradas em áudio e por escrito. No transcorrer da pesquisa, desde as primeiras discussões, passando pela revisão bibliográfica, pelo planejamento e execução da proposta, fez-se necessário uma teoria da aprendizagem que melhor auxiliasse a prática, a interpretação dos resultados de cada passo, a identificação dos personagens e seus papéis em cada momento.

Portanto, no anseio de um referencial teórico compatível com a pesquisa elegeu-se a teoria da aprendizagem de John Dewey e o método da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), já que seus elementos teóricos melhor se enquadram na significação da ação aqui presente.

### 6.2.1 Aula 1: Aplicação Do Questionário Inicial

Essa atividade ocorreu num único encontro, em 2 horas/aula, iniciada com explicação sobre a metodologia de trabalho. Seguimos a estrutura de uma aula tradicional, foi aplicado um questionário inicial, com intuito de verificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação a situações cotidianas e conceitos básicos de física.



A turma foi dividida em pequenos grupos, num total de 9 grupos com 5 integrantes cada, no objetivo de manter a colaboração entre os membros e promover a discussão entre eles.

Os exercícios foram resolvidos individualmente apesar de estarem separados em grupos. Os alunos seguiram a leitura e gravaram os áudios dos questionamentos, inclusive instigados a observarem outras SP encontradas no transcorrer da atividade e enviados para o e-mail do professor, para posterior análise.

Todos os dados coletados nessa pesquisa foram analisados de acordo com classificação das respostas apontadas pela turma.

Desde já, contudo, cabe ressaltar que uma dada estratégia, independentemente de como seja estruturada e de como seja utilizada, não pode ser vista como uma receita padrão para a solução de qualquer problema por qualquer pessoa. A intuição, a perspicácia, a criatividade, ansiedades e até mesmo as frustrações interferem nessa atividade.

O quadro 5 relaciona as principais dificuldades encontradas pelos alunos.

Quadro 5: Análise das dificuldades dos alunos na resolução do questionário inicial de cada momento de aprendizagem.

1-ANÁLISE DO PROBLEMA	2-PLANEJAMENTO DO PROCESSO DE RESOLUÇÃO	3- EXECUÇÃO DE OPERAÇÕES DE ROTINA	4- CONFERÊNCIAS DAS RESPOSTAS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não fazem uma boa leitura.</li> <li>• Não conhecem exatamente qual é a variável.</li> <li>• Começam rapidamente a resolução.</li> <li>• Não tentam imaginar possíveis imagens da situação problema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não trabalham sistematicamente, confundem-se.</li> <li>• Falta de conhecimento do assunto estudado</li> <li>• Falta de relação entre o assunto e o problema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocorrência de muitos erros, principalmente nas operações fundamentais.</li> <li>• Não sabem usar as transformações de unidades de medida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não conferem as respostas.</li> <li>• Não relacionam as respostas encontradas com o que pode ser "real".</li> <li>• Ausência de unidades do S.I. nas respostas.</li> </ul>

Fonte: próprio autor

Os resultados dessa aplicação serão discutidos na seção 6.3 desse trabalho.

### 6.2.2 Aula 2: Momento De Aprendizagem 1

Neste momento da proposta diferentemente do passo anterior, totalizando 8 h/aula, tem início com a exposição do conteúdo seguindo o Momento de Aprendizagem 1 na página 13 do produto educacional (Apêndice 4) , que aqui trata-se de Cinemática, com enfoque na

Velocidade Média e Velocidade Instantânea sem deixar de explicar os conceitos sobre os movimentos.

Um questionário, em grupo, composto por duas SPs, foi aplicado com a intenção de identificar as ideias prévias e o senso comum tendo em vista o estudo geral de velocidade escalar média e instantânea. Logo, e de forma aberta os dados foram coletados e analisados a partir dessas SP.

Aqui destacamos respostas de alguns grupos quanto as SP1 e SP2 do momento de aprendizagem 1.

O texto da SP1 do momento de aprendizagem 1 foi retirado de um portal de notícia digital relatando como um físico calculou a velocidade média do carro de um cantor sertanejo morto na época devido a uma acidente sendo que a pergunta pede para descrever como esse perito conseguiu estimar essa velocidade.

Figura 40: SP1 do momento de aprendizagem 1.

## SITUAÇÃO PROBLEMA 1.

Leia a seguinte notícia retirada do portal G1 relacionada à morte do cantor sertanejo Cristiano Araújo. Ao final responda a pergunta.

### Físico analisa velocidade média de carro de sertanejo antes do acidente

Segundo profissional, percurso foi feito a uma média de 162 km/h. Entretanto, número não representa velocidade no momento da saída de pista.

Do G1 GO

O físico Reges Guimarães analisou a velocidade média feita pelo carro de Cristiano Araújo, que morreu em um acidente na BR-153, momentos antes da saída de pista. O cálculo foi feito com base no horário das imagens de uma câmera de segurança de um posto de combustíveis que fica a 57 km do local do acidente. No vídeo, o motorista e o empresário do cantor Cristiano Araújo entram na lanchonete do estabelecimento e deixam o local 21 minutos antes do acidente. "Ele fez uma velocidade média de 162 km/h".

As imagens foram obtidas com exclusividade pela TV Anhanguera. O horário da câmera que fez o registro marca 2h49 de quarta-feira e, segundo a direção do posto de combustível, estava correto. Segundo informou ao G1 o inspetor da (PRF), Fabrício Rosa, a saída de pista que provocou a morte do casal ocorreu às 3h10.

Entretanto, esse valor não serve para determinar qual a velocidade do carro no momento do acidente. "Eu posso ter uma velocidade alta em um determinado momento e ter reduzido muito em outro ponto, até mesmo para muito abaixo do limite permitido. Essa conta é para determinar uma média entre o carro passar de um ponto a outro", explicou Guimarães.

"Esse horário foi registrado com base no relato do motorista e testemunhas aos policiais que atenderam à ocorrência", explicou o inspetor. Rosa explica que o posto de combustíveis está situado no Km 670, enquanto o acidente ocorreu no Km 612,6 da rodovia."

As imagens mostram quando o motorista Ronaldo Miranda e o empresário Victor Leonardo, que sobreviveram ao acidente e já tiveram alta do hospital, entram no estabelecimento, compram um lanche e vão embora (veja vídeo). Após pegarem pastéis e cural, eles pagam a conta e vão embora. Cristiano Araújo e Allana não aparecem na filmagem, pois haviam ficado no carro...

Fonte: <http://g1.globo.com/goias/musica/noticia/2015/06/fisico-analisa-velocidade-media-de-carro-de-sertanejo-antes-do-acidente.html>

Com suas palavras descreva como esse perito Físico conseguiu estimar essa velocidade média?

---



---



---



---

Fonte: próprio autor

Abaixo destacamos algumas respostas.

**Grupo 2:** "Utilizando a distância e dividindo pelo tempo ele encontra 162km/h."

Utilizando a distância e dividindo pelo tempo ele encontra 162km/h

Nessa resposta há uma dedução lógica sobre o que o físico da questão fez, mas não evidenciaram valores que estão disponíveis no texto. Apenas uma resposta lógica sem uma devida análise.

**Grupo 5:** "Usando a distância e multiplicando pelos minutos encontra 162km/h."

Usando a distancia e multiplicando pelos minutos encontro 362 km/h

Destaca-se nessa resposta a descrição do possível cálculo usando a fórmula da velocidade média ela não será multiplicada pelos “minutos” e sim dividida. Aqui também demonstra o baixo conhecimento científico, pois o grupo não conseguiu relacionar a palavra minutos com a grandeza tempo. A resposta se enquadra como deficitária.

**Grupo 7:** “Utilizando as imagens do circuito de TV de um posto de gasolina.”

Utilizando as imagens do circuito de TV de um posto de gasolina.

No primeiro contato com o texto já houve reclamação quanto ao tamanho, pois na palavra dos grupos “dá preguiça de ler” evidenciando a falta de interesse em leitura. Observa-se que os grupos apenas retiraram trechos do texto de forma resumida e não interpretaram a situação.

Numa leitura mais apurada o texto da questão é um “retrato” de uma investigação, como determinar a velocidade de um carro utilizando as “variáveis” disponíveis. O texto trás a resposta de duas formas diferente não evidenciada pelos alunos nesse primeiro contato.

Analisando agora a SP2 na figura 41. O texto da questão fala sobre que questionamentos físicos você deve “tomar” para atravessar uma rua sem semáforo ou sinaleiro quanto também existe uma carro que se movimenta em velocidade considerável.

Essa questão mostra o cotidiano e o que chamamos de conhecimento popular ou senso comum, um conhecimento imposto pela sociedade, não deixa de ser conhecimento, aquilo que foi observado ou passado de geração em geração através da educação informal ou baseado em imitação ou experiência pessoal assim também já dizia Dewey (1979) em sua teoria.

Conforme Trujilo Ferrari (1974), o conhecimento popular (senso comum) é dado pela convivência que temos com alguma coisa, sendo resultado de experiências pessoais ou suposições, ou seja, é uma informação íntima que não foi suficientemente refletida para ser reduzida a um modelo ou uma formula geral, dificultando, assim sua transmissão de uma pessoa a outra, de forma fácil e compreensível.

Figura 41: SP2 momento de aprendizagem 1.

17

## SITUAÇÃO PROBLEMA 2

Ao atravessarmos uma rua, sem semáforo ou sem faixa de pedestres, sempre fazemos um cálculo de física quase que instantaneamente e não percebemos, a única pergunta que respondemos é “será que dá tempo passar?”. Por ventura você quer atravessar uma rua assim e em uma determinada distância você vê um carro a uma velocidade considerável, que questionamentos você usa para poder atravessar essa rua sem problemas e que nada lhe aconteça?



Fonte: <https://www.vix.com/pt/bdm/de-carona/direitos-do-pedestre-que-nem-todo-mundo-lembra-e-as-infracoes-relacionadas-a-elas>

---



---



---

Fonte: próprio autor

**Grupo 2:** “Devemos correr mais rápido que o carro.”

*Devemos correr mais rápido que o carro*

---



---

A resposta do grupo 2 depende de muita interpretação, pois “correr mais rápido” que o carro é impossível cientificamente e de forma prática, mas analisando o intuito de atravessar a rua sem correr risco, aumentar a velocidade de travessia seria uma opção, pois assim dependendo do referencial o pedestre seria mais rápido que o carro. Aqui também existe uma forte influência do conhecimento popular.

Dewey (1979) enfatiza a importância da aquisição da linguagem como fator de adaptação social que permite compreender os significados e sentidos do mundo. A linguagem não é, portanto, sinônimo de pensamento, mas instrumento necessário a ele e à comunicação.

**Grupo 5:** “O tempo para atravessar a rua tem que ser menor que o do carro.”

O tempo para atravessar a rua tem que ser menor que o do carro

Nessa resposta o grupo analisou o tempo de travessia, que é uma grandeza essencial quando se fala em velocidade. Para que haja um choque mecânico o tempo em percursos diferentes tem que ser igual, então se diminuir o tempo significa aumentar a velocidade então a pessoa atravessaria antes do carro oferecer risco. Essa resposta mostra um conhecimento científico em afloramento.

**Grupo 7:** “Devemos esperar o carro passar e depois atravessar com uma velocidade constante.”

Devemos esperar o carro passar e depois atravessar com uma velocidade constante.

A resposta do grupo 7 é a que mais coincide com o conhecimento popular observa-se o mínimo de conhecimento científico e uma forte influência do conhecimento popular apenas no final da frase onde fala “velocidade constante” é que chama atenção.

Segundo Andrade e Cunha (2011), Dewey não rejeitava a existência de um mecanismo biológico na formação do indivíduo, mas enfatizava o poder da relação social e os vínculos socialmente estabelecidos na vida prática.

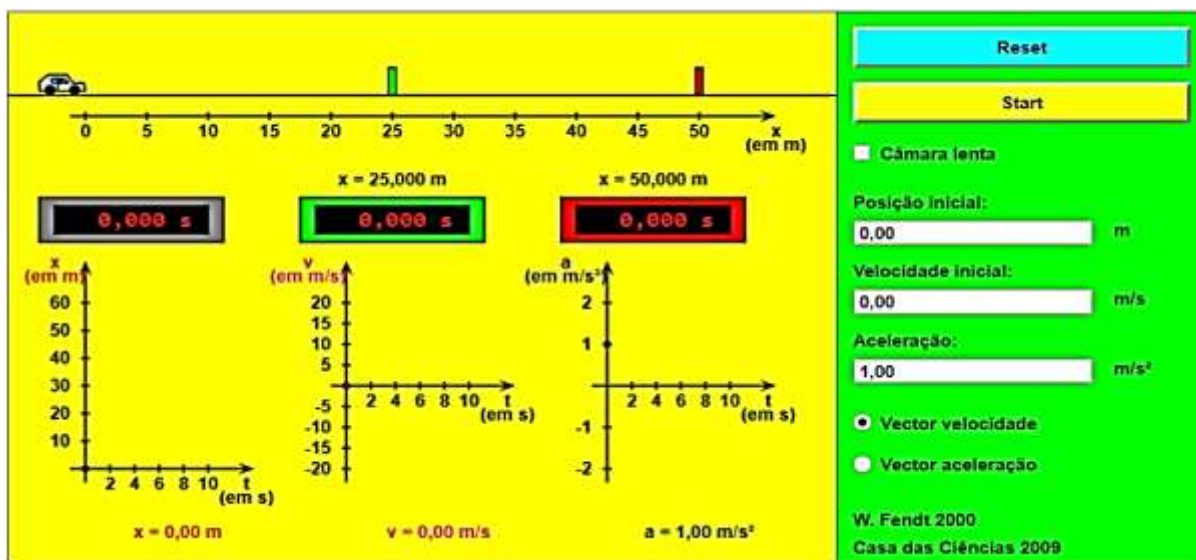
Schmidt (1983 apud DEELMAN; HOEBERIGS, 2009) descreve uma estratégia de etapas chamada de “sete passos” com o objetivo de auxiliar os estudantes na resolução de um determinado problema, foco central da ABP, a partir do levantamento de causas, buscando analisar os processos ou princípios subjacentes dos fenômenos descritos. Dentre eles podemos citar inicialmente três: 1. Esclarecer frases e conceitos confusos na formulação do problema; 2. Definir o problema: descrever exatamente que fenômenos devem ser explicados e entendidos; 3. Chuva de ideias (*Brainstorming*): usar conhecimentos prévios e senso comum próprio.

Após a aplicação das SP1 e SP2 iniciamos a aula nos moldes tradicionais com a explanação dos conceitos de Cinemática, desenvolvendo toda a teoria a respeito dos movimentos. O que aconteceu em 6 h/aula.



O professor então avançou para as aulas tradicionais, lembrando que esse método não pode ser totalmente descartado, podendo apenas ser remodelado. Para essas aulas foi utilizado um simulador online no endereço [https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration\\_pt.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration_pt.htm) que serviu de complemento para compreensão e discussão do conteúdo estudado, já que esse recurso tecnológico recai bem na elaboração de uma SEI.

Figura 42: Simulador acceleration.



Fonte: o próprio autor.

Já com o exercício aplicado na aula anterior (o material em posse dos alunos) com perguntas desafiadoras e informações que revelam um caráter mais realístico da natureza do conhecimento científico, principalmente referentes ao estudo do movimento, descrevendo como este mesmo conhecimento vem evoluindo, passando por diferentes estágios.

O tema tornou-se motivador e nesse momento é apresentado o arranjo experimental do “Radar reflexivo” integrado ao plano inclinado de Galileu. Onde os alunos tiveram o primeiro contato com o equipamento projetado e com suas palavras descreveram e discerniram sobre o que eles deveriam fazer com o que eles chamaram de “aquilo” (plano inclinado).

Objetivando alcançar uma possível aprendizagem significativa dos conceitos e aplicações de Velocidade média e Velocidade Instantânea por intermédio de práticas experimentais, os alunos teriam que realizar a experimentação obedecendo as etapas da investigação: coletar, explorar e dissertar sobre os dados encontrados causando uma espécie de revolta, pois relataram que nunca tinham feito isso na vida e não sabiam nem por onde começar.

Partindo para a realização da primeira prática seguindo o roteiro de experimentação exposto na SEI no apêndice 6 as equipes foram organizadas de forma aleatória totalizando 9 grupos de 5 estudantes como mostra a figura 43. Suas mesas e cadeiras foram agrupadas em

formato de bancadas e em seguida, cada grupo se responsabilizou e trazer recursos, tais como: papel, régua, borracha, lápis, e sobre uma mesa, disponibilizamos o equipamento projetado (plano inclinado) e o *sketch* do programa cronômetro Arduino<sup>®</sup> (Figura 34).

**Figura 43:** Primeiro grupo a usar o experimento.



**Fonte:** próprio autor

Em momento seguinte, os alunos ficaram livres para desenvolver a prática, sob a tutela do professor, que teve por objetivos vivenciar as etapas da experimentação. Além disso, uma explanação oral dos procedimentos foi repassada: Um aluno é responsável por abandonar o carrinho do topo da base móvel do plano inclinado. Outro determina o menor ângulo possível para que o carrinho esteja em eminência de movimento. Outro observará a cronometragem do deslizamento do carrinho ao longo do plano, informando ao outro colega o valor que aparecerá no visor de LCD como mostra as figuras 44 e 45. Cada grupo realizará o experimento pelo menos cinco vezes, caso haja necessidade, o procedimento poderá ser repetido. De posse dos tempos  $t$  (segundos) e posições  $x$  (centímetros), correspondentes, um quadro com todos os dados do experimento será elaborado. Por fim, o modelo matemático e o gráfico da função devera ser construído.



**Figura 44:** Alunos observando o deslizamento do carrinho com uma mínima inclinação.



**Fonte:** o próprio autor

**Figura 45:** Grupo 1 realizando as primeiras medidas.



**Fonte:** o próprio autor.

Durante a experimentação, os grupos perceberam que a velocidade do carrinho na descida não aumentava permanecendo praticamente constante, com isso o fenômeno físico refletia as características do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) quando o ângulo de inclinação é muito pequeno.

Como o conteúdo de cinemática já havia sido estudado, os alunos foram estimulados a rememorar os conhecimentos adquiridos e manipular as expressões aprendidas calculando a velocidade média e instantânea do carrinho usando os dados armazenados provenientes da atividade experimental e da investigação.

Para relembrar esse estudo de movimento, em laboratório aberto, novamente o simulador *acceleration* foi utilizado favorecendo a fixação dos resultados encontrados na investigação. Dialogando entre si e entre os grupos todos os dados empíricos extraídos, permitiram a transição a partir dos dados físicos ao entendimento das relações e grandezas que envolvem o modelo algébrico.

Utilizando a equação da velocidade média, os grupos encontraram valores diversos para as medições de tempo, essa variação dependeria do ângulo estabelecido pelos grupos, sendo sempre menor que 5°.

O que demonstraremos aqui é apenas um exemplo de vários valores encontrados, mas o que vale realmente é como os alunos desenvolveram o cálculo numa situação real como expresso no texto da SP1. Tomando como exemplo os valores encontrados pelo grupo 9, fizemos a média aritmética dos cinco tempos encontrados:  $t_1 = 1,553 \text{ s}$ ,  $t_2 = 1,555 \text{ s}$ ,  $t_3 = 1,560 \text{ s}$ ,  $t_4 = 1,561 \text{ s}$ ,  $t_5 = 1,653 \text{ s}$

$$\bar{t} = \frac{1,553 + 1,555 + 1,560 + 1,561 + 1,653}{5} = 1,5764 \text{ s}$$

Como  $t_0 = 0$  e  $\Delta S = 520,52 \text{ m}$  usamos:

$$V_m = \frac{\Delta S}{t - t_0}$$

Portanto:

$$V_m = \frac{0,52}{1,5764}$$

$$V_m \cong 0,3298 \text{ m/s}$$

Em unidades do SI, fazendo a conversão para  $km/h$ ,  $0,3298 \text{ m/s} \cdot 3,6$  encontramos  $1,1872 \text{ km/h}$ . Isso foi feito pelos demais grupos em valores distintos de ângulos, comparando-se as velocidades encontradas pelos outros grupos observou-se que esses valores eram bastantes próximos um dos outros e que no decorrer do movimento o objeto permanecia praticamente com velocidade constante. Foi explicado que isso acontecia devido ao atrito entre as rodas do carrinho e o plano inclinado, junto com a resistência do ar, deixando claro que o movimento aparentava ser uniforme devido a essas variáveis.

Vale salientar que a dificuldade com os cálculos envolvendo valores decimais foi uma das grandes dificuldades encontrada pelos alunos, já que na própria palavra de um desses alunos “o professor de matemática da série anterior não ensinou isso pra gente”, outro fator notável é a necessidade massiva do uso da calculadora, pois ouvindo relatos, os alunos não sabem realizar os cálculos efetivamente.

Para endossar a atividade, quando indagados sobre qual tempo usar, já que havia uma variação nos tempos medidos, todos os grupos tiveram dificuldade em responder e não atentaram ao cálculo da média aritmética entre os valores encontrados. Para dirimir tal dificuldade, uma breve explicação sobre como proceder ao cálculo foi exposta. Notou-se também a dificuldade em se trabalhar com números decimais, com as variáveis envolvidas no fenômeno e também suas unidades.

Ao final, foi utilizada uma planilha eletrônica com auxílio do professor, para arquivamento e tabulação dos dados para isso, utilizaram nove netbooks disponibilizados pela escola. Um relatório da prática se fez necessário, assim, orientações foram repassadas e a entrega estipulada em três dias a partir da data de realização. Em relação a isso, os PCNs do Ensino Médio (BRASIL, 2008, p. 87 – 89) afirmam que:

[...] programas de computador que servem para manipular tabelas cujas células podem ser relacionadas por expressões matemáticas. Mesmo não sendo ferramentas que não foram pensadas para propósitos educativos, também pode ser utilizadas como recurso tecnológicos úteis à aprendizagem matemática. [...] oferecem um ambiente apropriado para trabalhar com análises de dados extraídos de situações reais. É possível organizar atividades em que os alunos têm oportunidade de lidar com as diversas etapas de análise de dados reais: tabular, manipular, classificar, obter medidas como média e desvio padrão e obter representações gráficas variadas.

Vale salientar que ao final de cada encontro, todo material era recolhido e posteriormente analisado para diagnóstico de resultados.

Após aplicação de toda prática experimental seguindo a SEI, foi reaplicado as SP1 e SP2 e obteve-se as seguintes respostas para os mesmos grupos. Na SP1 as respostas após todo o procedimento da SEI explanado esta destacada abaixo. Os resultados se mostraram satisfatório.

**Grupo 2:** “O cálculo foi feito a partir de uma câmera de segurança de um posto de combustível que fica a 57km do local do acidente. No vídeo o motorista deixa o local 21 minutos antes do acidente.”

O cálculo foi feito a partir de uma câmera de segurança de um posto de combustível que fica a 57 km do local do acidente. No vídeo o motorista passa o local 21 minutos antes do acidente.

$$V_m = \frac{AS}{\Delta T} \quad V_m \approx 162,8 \text{ km/h}$$

$$V_m = \frac{57}{7}$$

$$V_m = \frac{20}{57 \cdot \frac{20}{7}}$$

tempo

$$1 \text{ h} \text{ --- } 60 \text{ minutos}$$

$$x \text{ --- } 21 \text{ minutos}$$

$$60x = 21$$

$$x = \frac{21}{60} = \frac{7}{20} \text{ h}$$

O grupo 2 retirou trecho do texto e reproduziu em cálculos para demonstrar realmente se o físico da notícia estava correto e encontraram o valor aproximado de 162,8 km/h enquanto a reportagem informa 162 km/h, mas houve um convencimento dos participantes por causa do arredondamento no método empírico, também utilizado na experimentação. É nítida a evolução do conhecimento científico nesse grupo, pois houve uma complementação da resposta.

Segundo Souza e Dourado (2015) todos admitem que a ABP promove a aquisição de conhecimento, desenvolvimento de habilidades, de competências e atitude em todos os processos de aprendizagem, além de favorecer a aplicação de seus princípios em outros contextos da vida cotidiana como aprender a trabalhar em grupo cooperativo.

A ABP foi concebida realmente para que o aluno desenvolva habilidades e capacidades para proceder a investigação complementando sua aprendizagem individual.

**Grupo 5:** o grupo demonstrou o cálculo feito pelo perito físico.

media: 2h 48min

0 → 3h 10min

km 670      AS = 57,4 km      km 612,6

---


$$V_m = \frac{AS}{\Delta T}$$

$$V_m = \frac{57,4}{7}$$

$$V_m = \frac{57,4 \cdot 20}{7} = 164 \text{ km/h}$$

1h - 60min

x - 21min

$$60x = 21$$

$$x = \frac{21}{60} = \frac{7}{20} \text{ h}$$

O grupo 5 conseguiu depois de uma pequena intervenção do professor, interpretando os dados disponíveis no texto, mas questionaram muito e debateram muito entre si sobre o resultado diferenciava do valor encontrado pelo físico no texto, chegando a conclusão de que o valor da distância disponibilizado sofreu um arredondamento para 57 km, e o valor encontrado pelo grupo foi de 57,4 km mostrando assim um valor diferenciado na resposta.

A ABP contempla como ponto fundamental a relação entre o professor o aluno e o conteúdo a ser estudado e aprendido. Nessa relação o professor posiciona-se como um mediador, um guia que estimula o aluno a descobrir interpretar e aprender desempenhando esse papel.

**Grupo 7:** “de acordo com o texto o físico Reges Guimarães utilizou a fórmula da velocidade média.”

De acordo com o texto o físico Reges Guimarães utilizou a fórmula da velocidade média.

$$v = \frac{d}{t}$$

$$d = 57 \text{ Km}$$

$$t = 21 \text{ minutos} = \frac{21}{60} = \frac{7}{20} \text{ h}$$

$$v = 57 \cdot \frac{20}{7} = 162,8 \text{ Km/h}$$

Da mesma forma o grupo 7 também interpretou bem a questão usando o valor arredondado da distancia encontrando o mesmo valor de velocidade que o grupo 2.

Fica então bastante evidente a evolução desses grupos e o quanto houve discussão entre eles quanto as respostas encontradas, observando alunos que antes eram dispersos colaborarem um com outros favorecendo a interação social e enriquecendo seu letramento científico.

Para Dewey o conhecimento é função de inferências dedutivas e indutivas de dados e hipóteses visando a solução de problemas específicos que surgem na dinâmica entre a experiência humana e seus objetivos. A ênfase do pensar como solução de problemas é talvez tanto uma característica da filosofia educacional de Dewey como é do pensamento moderno em geral.

Que fique bem claro entende-se como letramento científico a capacidade de empregar o conhecimento científico para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões científicas.

Observando agora as repostas para a SP2 após a experimentação.

**Grupo 2:** “Fisicamente o tempo do percurso do carro não pode ser igual ao tempo de percurso para atravessar a faixa, se os tempos do movimento forem iguais haverá um acidente.”

*Provavelmente o tempo de percurso do carro não pode ser igual ao tempo de percurso para atravessar a faixa, se os tempos de movimento forem iguais haverá um acidente.*

O grupo 2 fez análise do tempo de percurso feito pelo carro e pedestre, como o carro viaja a uma velocidade maior se o tempo for pequeno a distância percorrida é maior e em comparação com o movimento do pedestre que está com uma velocidade bastante menor a distância percorrida seria menor no mesmo intervalo de tempo do carro, então se os tempos forem iguais provavelmente haverá um acidente, esse argumento é bastante plausível classificando essa resposta como bom.

Como já foi citado nessa pesquisa, Hodson (1994a, 1996) possui diferentes ideias para o domínio cognitivo e dividiu em doze procedimentos sendo que um desses procedimentos se encaixa a resposta do grupo 5, ficando evidenciado o procedimento 6. Modificar e refinar suas ideias para assegurar uma melhor adaptação com a observação.

**Grupo 5:** “devemos nos questionar se o tempo para atravessar a rua seria igual ao tempo de deslocamento do carro para que se atravessasse com segurança devemos correr pois assim aumentando a velocidade o tempo diminui.”

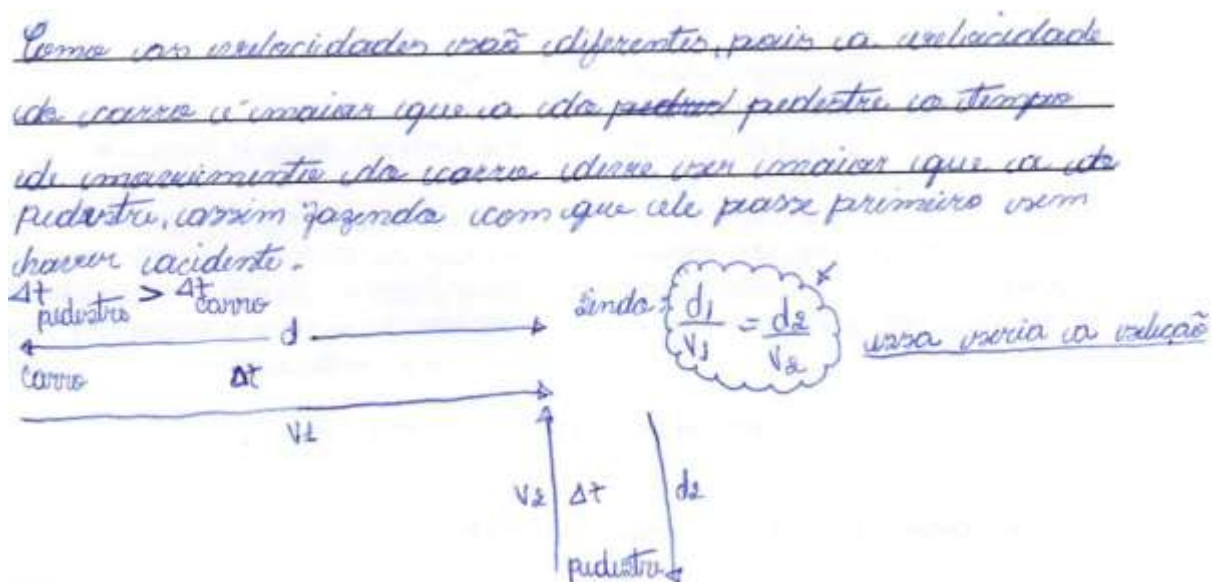
*Devemos nos questionar se o tempo para atravessar a rua seria igual ao tempo de deslocamento do carro para que se atravessasse com segurança devemos correr pois assim aumentando a velocidade o tempo diminui.*

O grupo 5 usou o mesmo argumento do grupo 2 usando o tempo como argumento para justificar cientificamente a resposta. O que diferencia é a escrita e a solução dada, onde afirmam que o tempo de travessia deve ser diminuído aumentando a velocidade de travessia.

Uma das características da ABP é a capacidade de argumentar e solucionar problemas.

**Grupo 7:** “Como as velocidades são diferentes, pois a velocidade do carro é maior que a do pedestre o tempo de movimento do carro deve ser maior que a do pedestre, assim fazendo com que ele passe primeiro sem haver acidente.”





Chama muita atenção nessa resposta é a forma com que o grupo foi capaz de deduzir uma fórmula matemática para o possível encontro ou acidente entre o carro e a pessoa, determinando uma velocidade mínima, dependendo das distancias, para as partes envolvidas no problema. Essa resposta é classificada como ótima. Segundo Hodson (1994a , 1996), fazer com que os alunos usem suas ideias teóricas para explicar as observações.

Nessa questão é nítida a evolução do pensamento científico demonstrando que o momento de aprendizagem foi realmente significativo.

### 6.2.3 Aula 3: Momento Da Aprendizagem 2

Nessa proposta, num total de 10h/aula, os participantes responderam ao questionário com SP1 e SP2 do momento de aprendizagem 2 e gravaram os áudios quando necessários, como nas etapas anteriores, para uma posterior análise das falas.

A figura 46 mostra a SP1 que retrata as possíveis aplicações do plano inclinado em situações cotidianas

**Figura 46:** SP1 momento de aprendizagem 2.

**SITUAÇÃO PROBLEMA 1**

O texto anterior foi adaptado de um artigo e descreve com riqueza de detalhes o diálogo entre Sakurai e Segredo sobre o problema do plano inclinado, que hoje é uma das peças principais no mundo de trabalho braçal. Com base nesse texto observe as figuras abaixo:



Fonte: google imagens

Uma rampa é um exemplo típico de plano inclinado e usamos constantemente e não percebemos. Os portadores de necessidades especiais são os principais beneficiados com esse recurso, assim como os carregadores que trabalham em indústrias e centros de distribuição de cargas. Na academia de ginástica os aparelhos também usam muito esse princípio. Qual a importância de uma rampa ou plano inclinado para as pessoas hoje em dia?

**Fonte:** o próprio autor

Destacamos as respostas dos grupos 3,4 e 7 como respostas antes da aplicação da SEI.

**Grupo 1:** “Serve de apoio para a movimentação dos objetos.”

*Serve de apoio para a movimentação dos objetos*

Novamente, em relação ao momento de aprendizagem 2, o grupo apenas retratou o que observa nas figuras assim como os outros grupos do momento de aprendizagem, sem nem ao menos justificar tal resposta. Isso mostra que o grupo tem privação desse conhecimento classificando a resposta como deficitário.

**Grupo 6:** “Com o plano inclinado cria-se uma inclinação onde o deslizamento é “mas” (mais) fácil”.

*Com o plano inclinado cria-se uma inclinação onde o deslizamento é mais fácil.*

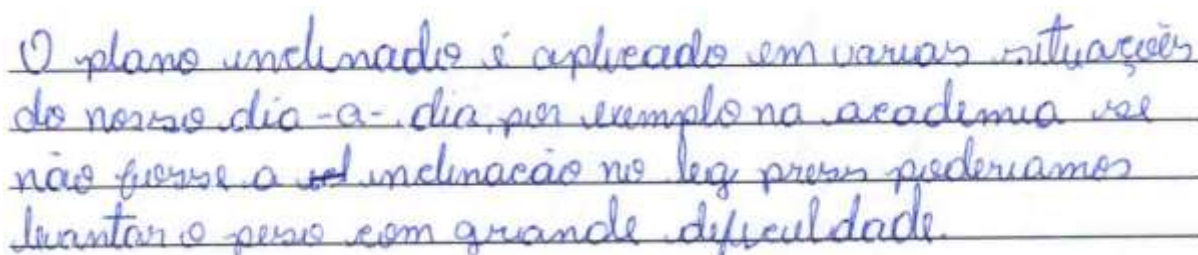
O grupo 6 relacionou o deslizamento com a inclinação, mas utilizando o conhecimento popular. Como seria esse processo de deslizamento? Subindo ou descendo? Puxando ou empurrando? Com atrito ou sem atrito?



Podemos classificar essa resposta também como insuficiente, pois tem certo indutivismo, mas ao meu modo de ver está incompleta. Seria um caso de senso comum, o conhecimento do senso comum é pautado principalmente nas credences populares.

O conhecimento do senso comum não é questionador, ou seja, apenas determina o motivo, mas não traça os caminhos que levaram a determinada conclusão.

**Grupo 8:** “O plano inclinado é aplicado em muitas situações do nosso cotidiano. Por exemplo na academia se não fosse a inclinação no leg press poderíamos levantar o peso com grande dificuldade.”



O plano inclinado é aplicado em várias situações do nosso dia-a-dia, por exemplo na academia se não fosse a inclinação no leg press poderíamos levantar o peso com grande dificuldade.

O grupo 8 usou uma das figuras para exemplificar sua resposta mas sem explicar o porquê. Também podemos classificar como insuficiente, mas o interessante que o grupo associou o aparelho de ginástica, citando o nome, de que a inclinação facilita a movimentação. Também exemplo de senso comum, pois isso está no cotidiano desse grupo e pode ser repassado.

Agora faremos a análise das respostas para a SP2 do momento de aprendizagem 2 da figura 47.

Figura 47: SP2 momento de aprendizagem 2.

**SITUAÇÃO PROBLEMA 2**

Admita que o plano inclinado mostrado na figura, tenha altura igual a 3,0 m e comprimento da base sobre o solo igual 2,0 m. Uma pequena esfera é colocada, a partir do repouso, no topo deste plano inclinado e desliza praticamente sem atrito até à base. Em seguida, esta mesma esfera é colocada, nas mesmas condições, no topo de um plano inclinado, cuja o comprimento da base sobre solo é variado para 3,0 m, com base em suas considerações, o que você acha que acontece com a velocidade de deslida da esfera?



Fonte: <https://akabrua.blogspot.com/2015/07/questao-de-fisica-gabio-4.html>

1-Ainda com base na situação problema, se mantivermos a base inalterada e aumentássemos a altura o que aconteceria com a velocidade?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2-Quais são as principais variáveis relacionadas com o Plano Inclinado?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3-Com o aumento do ângulo formado entre a pista e o chão, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

\_\_\_\_\_

4-Com o aumento da massa, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fonte: o próprio autor.

### Grupo 1:

1-Ainda com base na situação problema, se mantivermos a base inalterada e aumentássemos a altura o que aconteceria com a velocidade?

*Aumenta*

Nessa questão o grupo apenas observou o possível movimento do objeto utilizando o pensamento aristotélico.

2-Quais são as principais variáveis relacionadas com o Plano Inclinado?

*Altura e força*

Variáveis são funções das grandezas das quais dependem, nessa questão poderiam ser descritas mais variáveis, mas até o momento essas duas foram as mais relatadas nas respostas.

3-Com o aumento do ângulo formado entre a pista e o chão, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

*Sim, porque o deslizamento fica mais fácil.*

4-Com o aumento da massa, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

*Sim, o mais pesado chega primeiro*

Para responder essa pergunta o grupo utilizou o pensamento aristotélico.

Essa sumária exposição das ideias aristotélicas nos leva, de um lado, a perceber o desenvolvimento de conceitos e teorias bem elaborados e sofisticados, sempre apoiados no senso comum. Essa é, possivelmente, uma das razões pelas quais a Física Aristotélica permaneceu no pensamento do homem ocidental por tantos séculos.

Dessa forma ainda fica evidenciado a prática do senso comum

#### Grupo 6:

1-Ainda com base na situação problema, se mantivermos a base inalterada e aumentássemos a altura o que aconteceria com a velocidade?

aumenta

2-Quais são as principais variáveis relacionadas com o Plano Inclinado?

velocidade, tempo, força

3-Com o aumento do ângulo formado entre a pista e o chão, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

sim, o objeto ganha mais velocidade.

4-Com o aumento da massa, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

sim, o mais pesado chega primeiro.

As respostas desse grupo se assemelham muito aos do grupo 1 da mesma SP1, no caso as respostas podem ter sido compartilhadas e não discutidas entre eles.

#### Grupo 8:

1-Ainda com base na situação problema, se mantivermos a base inalterada e aumentássemos a altura o que aconteceria com a velocidade?

aumenta

2-Quais são as principais variáveis relacionadas com o Plano Inclinado?

velocidade, tempo

3-Com o aumento do ângulo formado entre a pista e o chão, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

sim

4-Com o aumento da massa, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

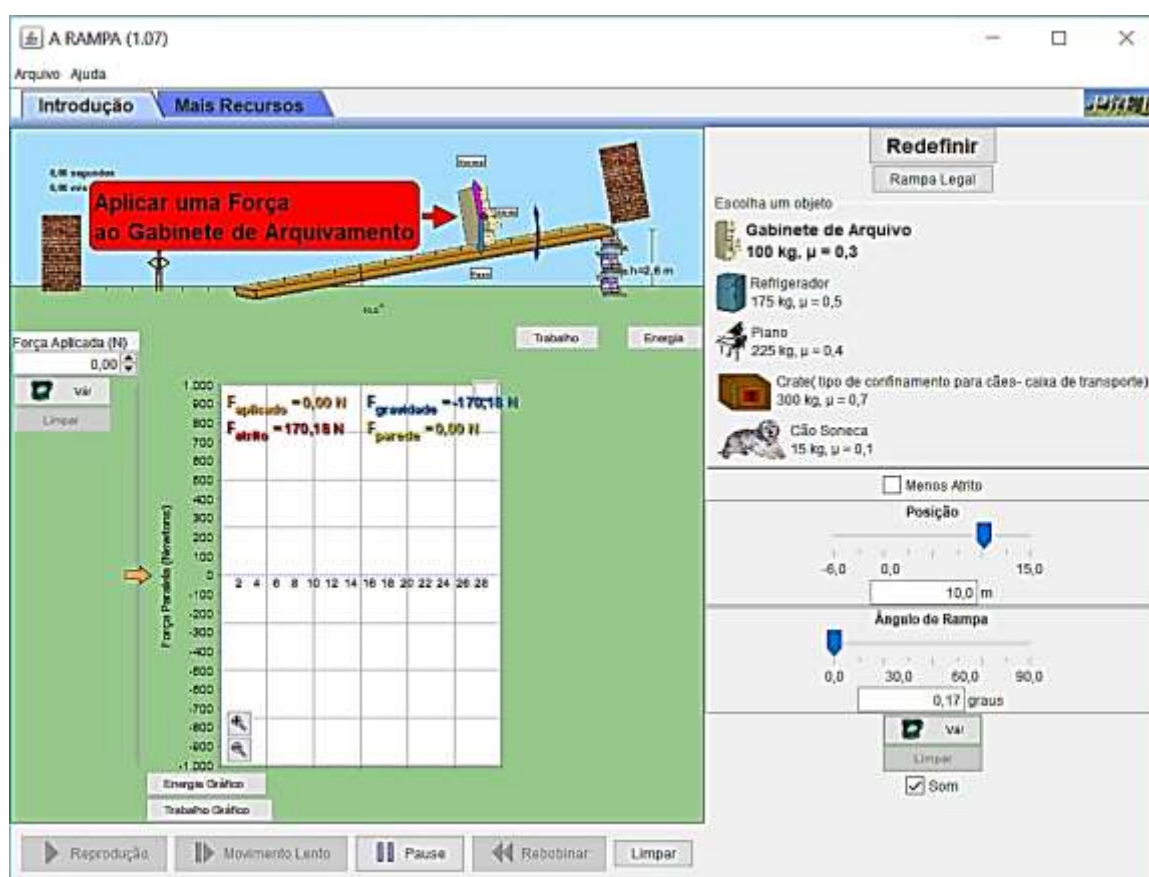
sim, porque o objeto mais pesado ganha mais velocidade

Analisando as respostas desses três grupos é evidente a semelhança, no caso um compartilhamento de ideias.

As respostas desses grupos classificam-se como bom apesar da falta de justificativa em algumas questões, principalmente na primeira e na terceira questão.

Partindo para a aula propriamente dita, no momento experimental, os estudantes foram confrontados com as problemáticas do movimento no plano inclinado, vivenciando assim algumas dificuldades e descobertas feitas por Galileu, no século XVII. Um trecho do livro o Diálogo de Duas Novas Ciências, de Galileu Galilei servirá como guia para verificar os resultados encontrados pelo pensador. Em momento anterior foi exibida uma simulação virtual com o simulador PHET para entender na prática o funcionamento do plano inclinado.

**Figura 48:** layout simulador PHET



**Fonte:** O próprio autor.

Novamente os elementos do grupo foram mantidos e os recursos para experimentação também: carrinho, régua, borracha, lápis o equipamento projetado e o cronômetro Arduino<sup>®</sup> (figura 49)

**Figura 49:** Alunos observando a inclinação e experimentando.



**Fonte:** O próprio autor

Diferente da aula 1, os alunos receberam os procedimentos já impresso e já agrupados seguiram as instruções e procedimentos a serem tomados: Um aluno é responsável por abandonar o carrinho do topo da base móvel do plano inclinado. Quatro alunos observarão a cronometragem do deslizamento do carrinho ao longo do plano, informando ao outro colega o valor que aparecerá no visor de LCD. Cada grupo realizará o experimento pelo menos cinco vezes, caso haja necessidade, o procedimento poderá ser repetido. De posse dos dados, tempos  $t$  (segundos) e posições  $s$  (centímetros), o grupo elaborará um quadro contendo essas informações e as posições A ( $S_1 = 18$  cm), B ( $S_2 = 36$  cm) e C ( $S_3 = 52$  cm). Construção do gráfico da função obedecendo as leis de newton e comparando os valores já tabelados anteriormente. 6) Elaboração do relatório de atividade experimental.

Nessa dinâmica experimental um aluno ficou responsável por abandonar o carrinho e quatro “cronometristas” dentre eles um seria responsável pela anotação dos instantes em que o carrinho passou pelas marcações indicadas. No decorrer da pratica experimental, numa forma de dinamizar a aula, os alunos preferiram não variar a distância entre os sensores, mantendo-os em 52cm, como já previa a figura 21 na pág. 97, onde demonstra que a prática de resolução de problemas pode ser reformulada numa mudanças das técnicas antes que se chegue na solução.

Depois de algumas tentativas, sempre a mais do que o previsto, os alunos perceberam que o movimento em questão se tratava de um MRUV segundo vários integrantes dos diversos grupos: “a velocidade muda à medida que o carrinho desce já que não se inicia com movimento uniforme”. Nesse sentido, as noções das grandezas que envolvem o experimento foram lembrado, novamente evidenciando o conhecimento adquirido em aulas anteriores.

Realizar os cálculos, ainda com dificuldade mediana, continuou como uma barreira no bom desenvolvimento do estudo. Orientações do professor serviram de base para os grupos e



assim, foram convidados a refletir e debater entre si acerca dos dados encontrados e estabelecidos em tal fenômeno físico. Estabelecer relações entre as grandezas envolvidas e o movimento estudado também foi uma dificuldade encontrada.

Após esse momento de discussão de ideias, os grupos esboçaram o modelo físico do experimento em suas próprias anotações e as relações de forças específicas desse fenômeno na exploração dos conceitos de Dinâmica e as três leis de Newton. A ênfase maior foi a 2ª lei de Newton ( $F_r = m \cdot a$ ). Após essa etapa, novamente recomendou-se a elaboração de um relatório com prazo de entrega de três dias.

Os grupos realizaram esta atividade com um pouco de receio, isso ocorreu devido a dificuldade dos alunos com a matemática, após alguns cálculos os alunos demonstraram entusiasmo e debateram muito entre eles dispensando em certo ponto o auxílio do professor.

Vamos exemplificar para uma inclinação de 20°, para calcular a aceleração usamos a função horária do espaço do M.U.V:

$$\Delta S = \frac{a}{2} t^2 \quad (110)$$

$$0,52 = \frac{a}{2} (0,562)^2$$

$$1,04 = a \cdot 0,31512$$

$$a = \frac{1,04}{0,31512}$$

$$a \cong 3,30 \text{ m/s}^2$$

Vale salientar que nesse exemplo o valor encontrado foi aproximado. Os cálculos da velocidade foram executados com a orientação do professor e comparados com os cálculos de Galileu utilizando a função horária da velocidade

$$v = at \quad (111)$$

Vamos exemplificar ainda com a inclinação de 20°;

$$v = 3,29 \cdot 0,562$$

$$v \cong 1,84 \text{ m/s}^2$$

Em seguida explanamos o possível valor da gravidade local através da segunda lei de Newton;

$$F_r = ma \quad (112)$$

Sendo que a Força Resultante ( $F_r$ ) do movimento é calculada pelo valor da componente do peso ( $P_x$ ) no eixo x imaginário. Confesso que foi um pouco difícil explicar

esses valores, pois as forças não podem ser observadas pelos alunos, mas com auxílio do plano inclinado essa dificuldade foi amenizada.

$$P_x = P \text{sen } \theta \quad (113)$$

Substituindo a equação 9 na equação 8 deduzimos que:

$$a = g \cdot \text{sen } \theta \quad (114)$$

Substituindo os valores temos:

$$3,29 = g \cdot \text{sen } 20^\circ$$

$$g = \frac{3,29}{\text{sen } 20}$$

$$g \cong 9,61 \text{ m/s}^2$$

O valor encontrado para a aceleração da gravidade local se mostrou muito satisfatório, com um acerto aproximado de 97% já que o valor aproximado de  $9,81 \text{ m/s}^2$  e arredondado mais ainda para  $10 \text{ m/s}^2$  no ensino médio é o satisfatório para o valor da gravidade.

Claro que o valor encontrado não condiz com o real por causa de algumas constantes físicas como o atrito e a inercia de rotação entre as rodas do carrinho e a madeira do plano, mas esse atrito se mostrou mínimo.

Quando comparado com os valores teóricos em condições ideais de experimentação os alunos se impressionaram com os valores encontrados que se aproximaram muito dos valores reais valoriza a experimentação.

Daí surgiu a pergunta mais interessante de todo esse trabalho, “professor, aumentando o ângulo a altura também aumenta, certo? Isso quer dizer que aumentando a altura a velocidade também aumenta? Indaga o aluno com isso, esboçamos o gráfico para o Ângulo x Aceleração, com ajuda dos próprios alunos e para o espanto de todos o gráfico elaborado em EXCEL teve a forma esboçado na tabela 3.

Levando em consideração o máximo de inclinação de  $90^\circ$  o valor não ultrapassa o valor 10 do eixo Y que corresponde ao valor máximo da aceleração da gravidade terrestre.

Utilizando a equação 114 e adotando  $9,8 \text{ m/s}^2$  para o valor de aceleração de gravidade com o valor da aceleração em cada inclinação o gráfico “perfeito” comungado também, na figura 50.

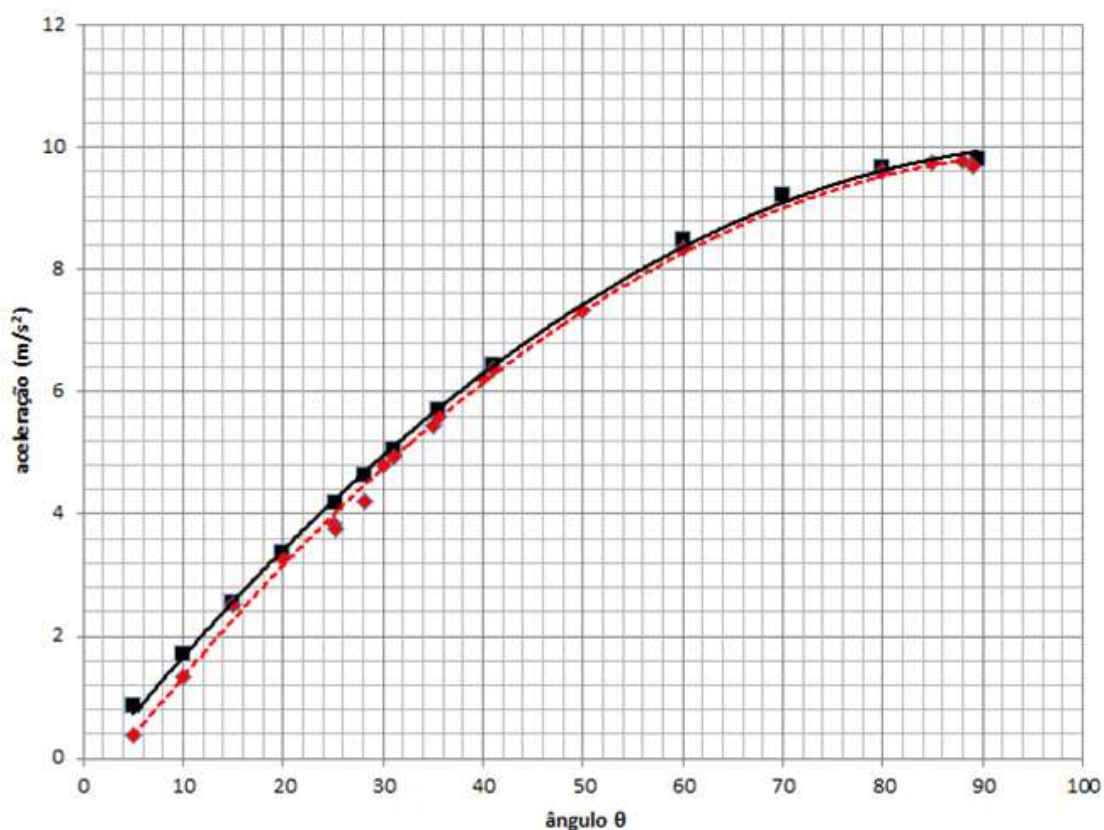
**Tabela 3:** Tabela de obtenção de dados experimentais para distancia de 52 cm entre sensores.

$\theta$ (Graus)	Espaço $\Delta x$ (cm)	Tempo $\Delta t$ ( $\pm 0.05s$ )	Tempo médio $\Delta t(s)$	Velocidade (m/s)
5	52	1,596-1,696	1,641	0,144
10	52	0,834-0,934	0,884	1,175

15	52	0,593-0,693	0,643	1,613
20	52	0,512-0,612	0,562	1,848
25	52	0,481-0,571	0,521	2,00
30	52	0,414-0,514	0,464	2,23
31	52	0,419-0,509	0,459	2,26
35	52	0,386-0,486	0,436	2,37

Fonte: o próprio autor.

Figura 50: Gráfico utilizando valores encontrados pelos alunos.

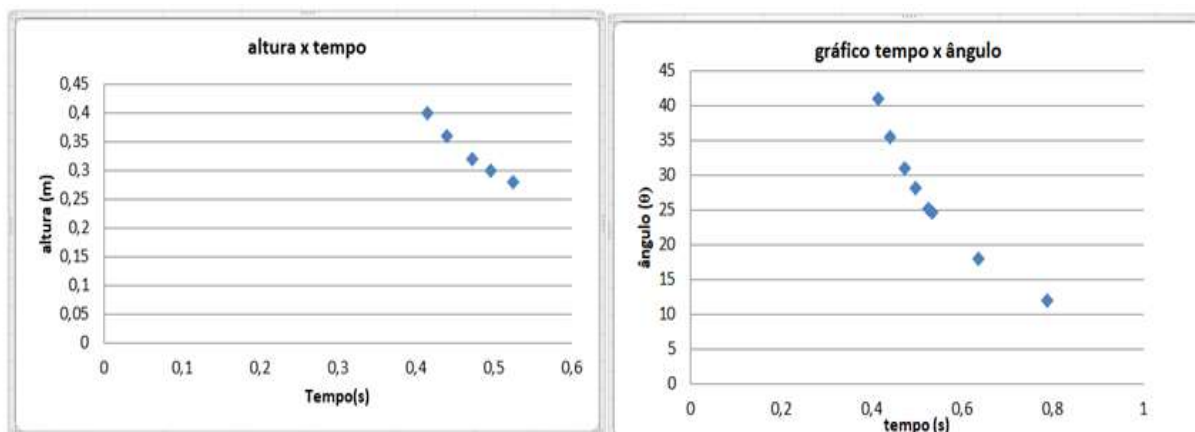


Fonte: o próprio autor.

O que deixou os alunos ainda mais intrigados e cheios de questionamento. Partindo desses questionamentos vários alunos deram ideias de gráficos exemplificados na figura 51 e construídos com intermédio do professor, não são gráficos perfeitos, mas demonstra com clareza a interatividades dos alunos com a aula prática caracterizando uma atividade investigativa.



**Figura 51:** Exemplo de gráficos construídos pelos alunos com auxílio do professor.



**Fonte:** o próprio autor.

Após a atividade experimental os alunos receberam novamente a SP1 e SP2 para a aplicação da teoria desenvolvida. Nesse momento já foi evidente que os grupos se disponibilizaram de uma pesquisa anterior, isso é fato relatado ao professor.

Uma curiosidade sobre esses grupos, o motivo da escolha para análise das respostas é que são grupos mistos, segundo Palma (2005), a heterogeneidade de um grupo possibilita troca de experiências, argumentações, informações e choques com diferentes pontos de vista, permitindo que as situações de conflito cognitivo contribuam para a formação do aluno.

Para a SP1.

**Grupo 1:**

A força peso influencia no movimento e no atrito, usando planos inclinados quanto menor a inclinação mais difícil é o exarregamento e mais fácil é a subida pois diminui a ação do peso devido a altura.



No deslizamento quem provoca o movimento é  $P_x$  no primeiro caso é menor e no segundo caso é maior, o deslizamento é maior no segundo caso.

Se for para subir uma força deve ser aplicada maior que  $P_x$  nos dois casos devendo ser muito maior no segundo caso por isso cansamos mais rápido.

#### Grupo 6:

Nas situações cotidianas o plano inclinado é bastante utilizado para subida pois cansamos menos. A força aplicada para subir é bem menor quando o ângulo de inclinação é bem pequeno pois,



também devido altura final.

#### Grupo 8:

Numa rampa ou plano inclinado a intenção é diminuir o esforço físico, pois com uma pequena inclinação a força aplicada dependendo do atrito é muito pequena devido a decomposição do peso na direção do eixo  $x$ . Para que exista movimento  $F > P_x + F_{at}$ .

Para a SP2 observamos as seguintes respostas, as quais podem destacar:

#### Grupo 1:

1-Ainda com base na situação problema, se mantivermos a base inalterada e aumentássemos a altura o que aconteceria com a velocidade?

A velocidade aumenta pois de acordo com as leis de Newton aumentando a velocidade a aceleração aumenta  $F = m \cdot a$

2-Quais são as principais variáveis relacionadas com o Plano Inclinado?

Existem várias variáveis algumas delas são:  
força, peso, aceleração da gravidade, atrito.

3-Com o aumento do ângulo formado entre a pista e o chão, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

Sim, pois a força de atração aumenta (P) na direção do eixo do plano catenário imaginário assim a aceleração aumenta na descida.

4-Com o aumento da massa, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

Sim, considerando o plano sem atrito aumentando a massa o objeto se movimenta mais facilmente pois aumenta o peso. Sendo o plano inclinado com atrito quanto maior a massa maior o atrito mas a decomposição das forças fazem com que o objeto também deslize dependendo do coeficiente de atrito.

#### Grupo 6:

1-Ainda com base na situação problema, se mantivermos a base inalterada e aumentássemos a altura o que aconteceria com a velocidade?

A velocidade aumenta porque pela equação  $a = g \cdot \sin \theta$  aumentando a altura aumenta o ângulo o valor do seno aumenta logo a aceleração aumenta e a velocidade.

2-Quais são as principais variáveis relacionadas com o Plano Inclinado?

força, peso, aceleração, atrito, gravidade, ângulo.

3-Com o aumento do ângulo formado entre a pista e o chão, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

Sim. Pois  $a = g \cdot \sin \theta$  aumentando o ângulo aumenta a altura e maior é a velocidade.



4-Com o aumento da massa, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

Dependendo do tipo do plano inclinado, mas analisando as equações do plano inclinado a massa não aparece por isso a massa não influencia.

### Grupo 8:

1-Ainda com base na situação problema, se mantivermos a base inalterada e aumentássemos a altura o que aconteceria com a velocidade?

A velocidade aumenta

$$\text{sendo: } v = v_0 + a \cdot t \text{ e } a = g \cdot \sin \theta$$

$(v = g \cdot \sin \theta \cdot t)$  aumentando a altura o ângulo também varia, aumentando o valor da velocidade.

2-Quais são as principais variáveis relacionadas com o Plano Inclinado?

Peso, aceleração, atrito, força, gravidade, ângulo, velocidade, força de atrito

3-Com o aumento do ângulo formado entre a pista e o chão, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

Sim. Pois com o aumento do ângulo o peso na direção de x aumenta fazendo o objeto mais facilmente.  $P_x = P \cdot \sin \theta$

4-Com o aumento da massa, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

Se o plano for sem atrito o objeto desliza sem influência da massa pois:

$$a = g \cdot \sin \theta$$

Se o plano for com atrito também não depende da massa.

$$a = g(\sin \theta - \mu \cdot \cos \theta)$$

De um modo geral, analisando todas as respostas dos grupos a evolução dos conceitos se fez presente, de modo que o senso comum ou conhecimento popular deu lugar ao conhecimento científico e ao aprendizado. Nítida a evolução sem necessidade de comentários adicionais.

Zabala (1998) afirma que as atitudes podem ser aprendidas em diferentes graus, sendo a primeira por simples aceitação do conhecimento, o segundo por reflexão e conformidade e o terceiro por base na sociedade em que se vive. A participação ativa do aluno exige o compromisso que o leve a ser o protagonista de sua própria aprendizagem e agente na formulação de propostas de convivência, participando do controle dos processos e resultados.

Para findar, ainda nesses encontros, os alunos registraram suas próprias concepções a cerca das atividades realizadas, ocorrida por meio de auto avaliação..

#### 6.2.4 Aula 4: Momento De Aprendizagem 3

Penúltima etapa da proposta didática, total de 8 h/aulas, aproxima-se de uma intervenção pedagógica, onde o papel do professor é fundamental e indispensável, pois ele está entre os extremos dos “conhecimentos alternativos” e “conhecimentos científicos” estabelecendo uma relação entre ambos, possibilitando uma aprendizagem mais efetiva.

Nesse caso foi o momento de organizar os conhecimentos dos participantes e resgatar aquilo que foi discutido nas atividades anteriores (figura 52), enfatizando o que ficou mais confuso e embaraçoso para o aluno, por meio da discussão.

**Figura 52:** SP1 momento de aprendizagem 3.

**SITUAÇÃO PROBLEMA 1**

Um dos esportes olímpicos praticados em piscina é o Salto Ornamental, em que o atleta precisa descer/evoluir um salto a partir de uma plataforma fixa que fica a alguns metros acima da piscina. Assim como em todo esporte, o atleta iniciante sempre apresenta dificuldades e, no caso do Salto Ornamental, uma dessas dificuldades é o próprio modo de saltar. Em algumas pessoas, a altura certa a respeito de que, ao sair com muita velocidade no salto ou não manter o movimento continuamente poderá sofrer um grave acidente.

No Brasil, antes e através deste programa televisivo *Caldeirão do Huck* transmitido \_as rede Globo, o público pode se familiarizar, em parte, com este esporte sempre pouco divulgado aqui no Brasil. A cada etapa vencedora neste programa, a dificuldade imposta aos concorrentes aumenta sucessivamente, aumentando a altura da plataforma que eles deverão saltar (2m, 3m, 7,5m, 10m) e alguns acidentes são inevitáveis.

Figura: Arvid Svanberg, medalhista de ouro na prova de plataforma alta em 1908.



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Salto\\_ornamental](https://pt.wikipedia.org/wiki/Salto_ornamental)

1-Em sua opinião, qual seria o principal acidente que poderia acontecer nos saltos? E de qual altura seria mais prejudicial?

\_\_\_\_\_

2-Quando o atleta salta da plataforma, a força da gravidade atua sobre ele, imprimindo uma aceleração constante e igual a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , de modo a aumentar sua velocidade continuamente até atingir a superfície da água, basta como saber o valor da velocidade do atleta, ao atingir a água, sabendo o tempo de queda? Explique.

\_\_\_\_\_

3-So por curiosidade, qual seria o \_valor aproximado se a altura do salto fosse de 5m?

\_\_\_\_\_

**Fonte:** o próprio autor.

#### **Grupo 3:**

1-Em sua opinião, qual seria o principal acidente que poderia acontecer nos saltos? E de qual altura seria mais prejudicial?

*A pessoa cair de costas ou de peito. Prejudicaria mais de uma altura de 10 m.*

2-Quando o atleta salta da plataforma, a força da gravidade atua sobre ele, imprimindo uma aceleração constante e igual a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , de modo a aumentar sua velocidade continuamente até atingir a superfície da água. Teríamos como saber o valor da velocidade do atleta, ao atingir a água, sabendo o tempo de queda ? Explique.

Sim. Determinado tempo de queda. Para substituir na equação  $v = g \cdot t$

3-Só por curiosidade, qual seria o valor aproximado se a altura de salto fosse de 5m?

$$5 = \frac{10}{2} \cdot t^2 \quad v = 10 \cdot 1$$

$$t^2 = 1 \quad v = 10 \text{ m/s}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

Analisando o conjunto de respostas, todas foram respondidas acertadamente, mas ainda existe uma linguagem coloquial principalmente na primeira questão com relação a expressão “de peito”.

#### Grupo 4:

1-Em sua opinião, qual seria o principal acidente que poderia acontecer nos saltos? E de qual altura seria mais prejudicial?

Um salto mal dado. Deixando cair de energia, a energia potencial é convertida em energia cinética. 10m

2-Quando o atleta salta da plataforma, a força da gravidade atua sobre ele, imprimindo uma aceleração constante e igual a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , de modo a aumentar sua velocidade continuamente até atingir a superfície da água. Teríamos como saber o valor da velocidade do atleta, ao atingir a água, sabendo o tempo de queda ? Explique.

Sim, pois pelo tempo bastaria multiplicar pela gravidade na equação  $v = g \cdot t$

3-Só por curiosidade, qual seria o valor aproximado se a altura de salto fosse de 5m?

$$v^2 = 2gh$$

$$v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 5$$

$$v = \sqrt{100}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

Nessa questão o grupo destacou-se por utilizar a equação de Torricelli para o movimento de queda livre, onde não há a necessidade de tempo sendo uma ótima alternativa



de resolução. Dessa forma o grupo utilizou outro artifício de resolução, buscando alternativas para a resolução do problema.

**Grupo 9:**

1-Em sua opinião, qual seria o principal acidente que poderia acontecer nos saltos? E de qual altura seria mais prejudicial?

Um comeco ou um salto mal executado. Proporciona uma altura de 10m.

2-Quando o atleta salta da plataforma, a força da gravidade atua sobre ele, imprimindo uma aceleração constante e igual a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , de modo a aumentar sua velocidade continuamente até atingir a superfície da água. Teríamos como saber o valor da velocidade do atleta, ao atingir a água, sabendo o tempo de queda? Explique.

Sim. Pois usamos a equação  $v = g \cdot t$  para determinar a velocidade.

3-Só por curiosidade, qual seria o valor aproximado se a altura de salto fosse de 5m?

$$v^2 = 2g \cdot h$$

$$v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 5$$

$$v^2 = 100$$

$$v = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$$

Para a SP2 podemos faremos análise das respostas dos mesmos grupos, também com a finalidade de analisarmos os seus conhecimentos prévios.

Abaixo destacamos a SP2:

Figura 53: SP2 momento da aprendizagem 2

**SITUAÇÃO PROBLEMA 2**

Observe a tirinha abaixo:



Fonte:

1-Por que você acha que a água está machucando o sujeito da tirinha? Será que isso se aplica aquele velho ditado popular: “Quanto mais alto for, maior é a queda!”?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2-A menina da tirinha fala que o princípio é usada nas turbinas das hidrelétricas, sendo assim fornecendo energia elétrica a nossas casas. Quais formas de energia você conhece?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3-A figura ilustra uma usina de geração de energia elétrica. Você sabe qual o nome deste tipo de usina? No Brasil, a forma predominante de geração de energia elétrica é a que ocorre neste tipo de usina. Discuta com seus colegas de grupo, procurando lembrar o que os meios de comunicação têm divulgado sobre a questão energética no país e elabore uma breve explicação sobre “as bases de funcionamento” deste tipo de usina.

Fonte:



Fonte:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fonte: o próprio autor.

### Grupo 3:

1-Por que você acha que a água está machucando o sujeito da tirinha? Será que isso se aplica aquele velho ditado popular: “Quanto mais alto for, maior é a queda!”?

por causa da velocidade da água. Sim quanto maior for a altura, maior é a velocidade de descida.

2-A menina da tirinha fala que o princípio é usada nas turbinas das hidrelétricas, sendo assim fornecendo energia elétrica a nossas casas. Quais formas de energia você conhece?

Energia elétrica, solar, do vento



3-A figura ilustra uma usina de geração de energia elétrica. Você sabe qual o nome deste tipo de usina? No Brasil, a forma predominante de geração de energia elétrica é a que ocorre neste tipo de usina. Discuta com seus colegas de grupo, procurando lembrar o que os meios de comunicação têm divulgado sobre a questão energética no país e elabore uma breve explicação sobre “as bases de funcionamento” deste tipo de usina.

A água passa da barragem para a ~~turbin~~ turbina fazendo girar e gerando energia.

#### Grupo 4:

1-Por que você acha que a água está machucando o sujeito da tirinha? Será que isso se aplica aquele velho ditado popular: “Quanto mais alto for, maior é a queda!”?

A velocidade de queda é maior por causa da altura da cachoeira. Sim maior é a velocidade de descida.

2-A menina da tirinha fala que o princípio é usada nas turbinas das hidrelétricas, sendo assim fornecendo energia elétrica a nossas casas. Quais formas de energia você conhece?

Energia Elétrica, Solar, eólica, da luz etc.

3-A figura ilustra uma usina de geração de energia elétrica. Você sabe qual o nome deste tipo de usina? No Brasil, a forma predominante de geração de energia elétrica é a que ocorre neste tipo de usina. Discuta com seus colegas de grupo, procurando lembrar o que os meios de comunicação têm divulgado sobre a questão energética no país e elabore uma breve explicação sobre “as bases de funcionamento” deste tipo de usina.

É um processo difícil, mas a água acumulada passa pela turbina com uma grande velocidade fazendo girar e gerando energia elétrica.

#### Grupo 9:

1-Por que você acha que a água esta machucando o sujeito da tirinha? Será que isso se aplica aquele velho ditado popular: “Quanto mais alto for, maior é a queda!”?

Sim, quanto maior a altura maior é a velocidade adquirida na queda, acontece o mesmo na cachoeira.

2-A menina da tirinha fala que o principio e usada nas turbinas das hidrelétricas, sendo assim fornecendo energia elétrica a nossas casas. Quais formas de energia você conhece?

Energia Elétrica, Solar, Eólica

3-A figura ilustra uma usina de geração de energia elétrica. Você sabe qual o nome deste tipo de usina? No Brasil, a forma predominante de geração de energia elétrica é a que ocorre neste tipo de usina. Discuta com seus colegas de grupo, procurando lembrar o que os meios de comunicação têm divulgado sobre a questão energética no país e elabore uma breve explicação sobre “as bases de funcionamento” deste tipo de usina.

A água é convertida em energia elétrica quando passa pela turbina e depois distribuída para as cidades e estados.

De maneira geral os grupos não erraram nenhuma das perguntas, pois como o professor já vinha demonstrado em aplicações anteriores e os alunos já haviam se familiarizado com a metodologia da aplicação foi fácil para eles fazer uma leitura antecipada do conteúdo. Nessa parte fica também evidente um dos últimos passos da abordagem investigativa que é a atitude.

Como atividade final, a intervenção pedagógica seguiu os mesmos moldes das aulas 2 e 3. Novamente foram distribuídos os procedimentos de forma impressa a cada grupo. Um aluno é responsável por abandonar o carrinho do topo da base móvel do plano inclinado. Outro determina o ângulo do plano inclinado medindo também a altura em que se encontra o carrinho. Quatro alunos observarão a cronometragem do deslizamento do carrinho ao longo do plano, informando ao outro colega o valor que aparecerá no visor de LCD e em seguida comparando os valores de velocidade já encontrados em experimentações anteriores. O grupo deverá realizar o experimento 5 vezes, podendo ser repetido, caso haja necessidade. Por fim, o modelo matemático devera ser construído. Elaboração do relatório de atividade experimental.

O material utilizado nessa atividade de experimentação: carrinho, régua, lápis, folhas de papel, o equipamento projetado (plano inclinado) e o cronômetro Arduino.

Depois de lida as instruções, novamente o professor exibiu uma simulação virtual, o mesmo do momento de aprendizagem 2, agora exibindo as abas “trabalho” e “energia” no próprio simulador como mostra a figura 54 circulado em vermelho.

**Figura 54:** layout do simulador PHET.



**Fonte:** o próprio autor.

Os alunos realizaram o experimento com o intuito de vivenciarem as seguintes etapas: identificar o modelo matemático representado na prática desenvolvida e mostrar a relação entre a velocidade adquirida no final do plano inclinado e o ângulo de inclinação observando que para cada ângulo existe um correspondente em altura.

Antes de realizarem toda sequência um integrante do grupo 4 lembrou que todos os dados já estavam armazenados em atividades anteriores, analisando os arquivos, essa etapa de coleta de dados se fez desnecessária. A fim de relacionar os valores de Energia Cinética e Energia Potencial e se posteriormente se houve conservação de energia a ação dos grupos resumiram-se apenas às apurações dos dados e explicitação do modelo matemático



**Figura 55:** Alunos ajustando a altura e testando o equipamento.



**Fonte:** o próprio autor.

No decorrer da ação envolvendo essa última atividade experimental ocorreu com maior desenvoltura sendo nítida a participação efetiva, o interesse, a busca pelo saber, a competição sadia entre os integrantes do grupo e até mesmo a cooperação entre eles. Os caminhos que os alunos percorreram para modelar tal fenômeno físico foram similares à segunda atividade prática.

Realizaram operações matemáticas para determinar os valores de energia cinética e potencial sendo algumas vezes auxiliados pelo professor. Quando indagado se a massa influenciava na conservação de energia e se cada vez que aumenta a inclinação muda a altura e a velocidade, nesse momento foi possível observar que o aluno começou a “raciocinar” e elaborar os próprios conceitos para depois confrontar com o conhecimento sistematizado, enfatizado por Dewey em sua teoria e um dos critérios da ABP.

Alguns alunos chegaram a declarar que “aula pratica é muito mais interessante que essas aulas que apenas copiamos e não entendemos nada, hoje gosto mais da física do que das outras matérias”. Ênfase que o uso da tecnologia e da experimentação na aprendizagem do método científico e de conceitos físicos foram valorizados e se mostrou um verdadeiro aliado do processo educativo para efetivação de uma aprendizagem significativa.

Na tabela 4 observam-se os valores utilizados pelos alunos para desenvolver os cálculos de energia.

**Tabela 4:** Tabela de obtenção de dados experimentais para distancia de 52 cm entre sensores.

$\theta$ (Graus)	Espaço $\Delta x$ (cm)	Aceleração ( $m/s^2$ )	Velocidade (m/s)	Velocidade ao quadrado $V^2$	Altura (m)
5	52	0,38	0,144	0,0207	0,06
10	52	1,33	1,175	1,3806	0,10
15	52	2,51	1,613	2,6017	0,15
20	52	3,29	1,848	3,4151	0,18
25	52	3,846	2,00	4,00	0,2040
30	52	4,81	2,23	4,9729	0,31
31	52	4,93	2,26	5,1076	0,37
35	52	5,45	2,37	5,6169	0,350
40	52	6,23	2,54	6,4516	0,39

Fonte: o próprio autor.

Expressão para o cálculo da Energia Cinética ( $E_c$ ), equação 115:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (115)$$

Nessa expressão o professor salientou que a energia cinética depende da massa do objeto que foi medida em 37 g ou 0,037 kg e exclusivamente da velocidade ao quadrado do objeto.

Expressão para o calculo de Energia Potencial ( $E_p$ ), equação 116:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (116)$$

Nessa expressão o valor da energia potencial depende da massa e da altura em que se encontra o objeto.

Ao fixar o carrinho na posição inicial o professor pergunta aos alunos que tipo de energia o carrinho se encontrava naquele momento. Alguns alunos foram capazes de observar que naquele ponto a única energia do sistema era a energia potencial, já na posição final foi questionado novamente que tipo de energia existiria naquela posição, a resposta foi unanime: “As duas!”.

Foi explicado que na posição final não existe altura então a energia resultante naquela posição seria apenas a energia cinética.

Por conseguinte, a energia potencial no início do movimento foi convertida em energia cinética no final do movimento, surgindo uma dúvida e logo em seguida a pergunta: “professor, como isso acontece? E como a gente vê isso?”.

Para que o sistema seja conservativo, ou seja, para que haja uma conversão total de energia cinética em potencial é necessário que o valor numérico de  $E_c$  seja igual ao valor de  $E_p$ . Ou seja:

$$E_{M_A} = E_{M_B} \quad (117)$$

Como a energia mecânica em A é apenas a energia potencial e no ponto B teremos a energia cinética, substituindo na equação 8 temos:

$$E_P = E_C \quad (118)$$

Então escolhemos três ângulos para calcular as energias, sem se esquecer de fazer uma medição manual, com uma trena, da altura de localização em relação ao plano da posição inicial do carrinho.

Como exemplo usei o ângulo de 30° para calcular o valor de  $E_C$  e  $E_P$  e compará-las com relação as equações 115 e 116:

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot 0,037 \cdot (2,23)^2 \quad (119)$$

$$E_C = 0,0919 \text{ J}$$

$$E_P = 0,037 \cdot 9,81 \cdot 0,31 \quad (120)$$

$$E_P = 0,1125 \text{ J}$$

A ideia inicial foi tentar determinar se o sistema é conservativo ou não, para que o sistema seja conservativo a energia mecânica total deve ser constante depois de feita uma série de cálculos os valores encontrados não se mostraram satisfatórios causando certa “frustração” nos alunos, a pergunta foi unânime: “Por que os valores não são iguais? ”.

A intervenção do professor se mostrou necessária, uma das causas é o atrito entre o móvel e o plano assim como, a incerteza das medições da altura e ângulo do plano inclinado o que caracteriza dizer que o sistema não é conservativo, um vídeo disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=JcmqfzGFhqQ> foi exibido para demonstrar um sistema conservativo e que a ideia de Galileu com relação à queda dos corpos era verdadeira, o que tornou a aula muito mais interessante e com participação maciça da maioria dos alunos presentes.

Perguntas foram lançadas, umas com sentido e outras não, mas todas respondidas dentro do possível.

Após a explanação da aula as SP1 e SP2 foram respondidas novamente.

### Grupo 3:

1-Em sua opinião, qual seria o principal acidente que poderia acontecer nos saltos? E de qual altura seria mais prejudicial?

*um salto mal executado pode causar um grave acidente dependendo da altura, a altura mais prejudicial seria a de 10 m. Pois a velocidade*

de impacto seria muito grande e sua energia cinética aumenta.

$$E_{pa} = E_{cb}$$

$$mgh = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v^2 = 2gh$$

2-Quando o atleta salta da plataforma, a força da gravidade atua sobre ele, imprimindo uma aceleração constante e igual a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , de modo a aumentar sua velocidade continuamente até atingir a superfície da água. Teríamos como saber o valor da velocidade do atleta, ao atingir a água, sabendo o tempo de queda? Explique.

Sim, pois determinando o tempo podemos substituir em  $v = g \cdot t$ , mais não há necessidade pois a conservação de energia pode determinar uma velocidade.

3-Só por curiosidade, qual seria o valor aproximado se a altura de salto fosse de 5m?

$$v^2 = 2gh$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5}$$

$$v = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$$

#### Grupo 4:

1-Em sua opinião, qual seria o principal acidente que poderia acontecer nos saltos? E de qual altura seria mais prejudicial?

Um salto mal dado a energia potencial é convertida em energia cinética.  $E_c = E_p$  aumenta altura velocidade aumenta.

2-Quando o atleta salta da plataforma, a força da gravidade atua sobre ele, imprimindo uma aceleração constante e igual a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , de modo a aumentar sua velocidade continuamente até atingir a superfície da água. Teríamos como saber o valor da velocidade do atleta, ao atingir a água, sabendo o tempo de queda? Explique.

Sim. Pois substituímos o tempo na equação da queda livre  $v = g \cdot t$

3-Só por curiosidade, qual seria o valor aproximado se a altura de salto fosse de 5m?

$$v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 5$$

$$v = \sqrt{100}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

#### Grupo 9:



1-Em sua opinião, qual seria o principal acidente que poderia acontecer nos saltos? E de qual altura seria mais prejudicial?

*Um salto mal colado poderia causar um grave acidente pois a energia potencial de uma grande altura seria convertida em energia cinética aumentando a velocidade e consequentemente o impacto.*

2-Quando o atleta salta da plataforma, a força da gravidade atua sobre ele, imprimindo uma aceleração constante e igual a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , de modo a aumentar sua velocidade continuamente até atingir a superfície da água. Teríamos como saber o valor da velocidade do atleta, ao atingir a água, sabendo o tempo de queda? Explique.

*Sim. Substituindo na equação  $V = g \cdot t$ . Por exemplo:  $V = 9,81 \cdot 3$   
 $V = 29,43 \text{ m/s}$*

3-Só por curiosidade, qual seria o valor aproximado se a altura de salto fosse de 5m?

$$\begin{aligned} E_{ma} &= E_{mb} \\ E_p &= E_c & V^2 &= 2 \cdot 10 \cdot 5 \\ m \cdot g \cdot h &= \frac{mv^2}{2} & -V^2 &= 100 \\ & & V &= \sqrt{100} = 10 \text{ m/s} \\ V^2 &= 2 \cdot g \cdot h \end{aligned}$$

Para SP2 obtivemos as seguintes respostas.

### Grupo 3:

1-Por que você acha que a água está machucando o sujeito da tirinha? Será que isso se aplica aquele velho ditado popular: "Quanto mais alto for, maior é a queda!"?

*Quanto mais alto maior a energia potencial consequentemente a energia cinética aumentando a velocidade. Sim pois  $V^2 = 2gh$ .*

2-A menina da tirinha fala que o princípio é usada nas turbinas das hidrelétricas, sendo assim fornecendo energia elétrica a nossas casas. Quais formas de energia você conhece?

*Energia cinética, potencial, elétrica, solar, luminosa, térmica, mecânica.*

3-A figura ilustra uma usina de geração de energia elétrica. Você sabe qual o nome deste tipo de usina? No Brasil, a forma predominante de geração de energia elétrica é a que ocorre neste tipo de usina. Discuta com seus colegas de grupo, procurando lembrar o que os meios de comunicação têm divulgado sobre a questão energética no país e elabore uma breve explicação sobre "as bases de funcionamento" deste tipo de usina.



A água represada armazena energia potencial, a energia potencial da água é convertida em energia cinética. O processo consiste numa conversão de energia cinética em elétrica.

#### Grupo 4:

1-Por que você acha que a água está machucando o sujeito da tirinha? Será que isso se aplica aquele velho ditado popular: "Quanto mais alto for, maior é a queda!"?

Por causa da energia cinética convertida devido a altura da cachoeira. Sim pois pela equação  $v^2 = 2gh$  quanto maior a altura maior a velocidade.

2-A menina da tirinha fala que o princípio é usado nas turbinas das hidrelétricas, sendo assim fornecendo energia elétrica a nossas casas. Quais formas de energia você conhece?

Energia Elétrica, Solar, eólica, cinética, potencial, térmica (calor).

3-A figura ilustra uma usina de geração de energia elétrica. Você sabe qual o nome deste tipo de usina? No Brasil, a forma predominante de geração de energia elétrica é a que ocorre neste tipo de usina. Discuta com seus colegas de grupo, procurando lembrar o que os meios de comunicação têm divulgado sobre a questão energética no país e elabore uma breve explicação sobre "as bases de funcionamento" deste tipo de usina.

A água represada na barragem armazena energia potencial quando a água é liberada para passar na turbina é convertida em energia cinética fazendo a turbina girar convertendo energia cinética em elétrica.

#### Grupo 9:

1-Por que você acha que a água está machucando o sujeito da tirinha? Será que isso se aplica aquele velho ditado popular: "Quanto mais alto for, maior é a queda!"?

Uma cachoeira existe uma grande massa de água. Dependendo da altura de queda, essa massa de água adquire energia cinética por causa da conservação de energia. Sim pois substituindo na equação encontramos  $v^2 = 2g.h$ .

2-A menina da tirinha fala que o princípio é usada nas turbinas das hidrelétricas, sendo assim fornecendo energia elétrica a nossas casas. Quais formas de energia você conhece?

Energia Elétrica, Solar, Eólica, Cinética, potencial, mecânica  
energia térmica.

3-A figura ilustra uma usina de geração de energia elétrica. Você sabe qual o nome deste tipo de usina? No Brasil, a forma predominante de geração de energia elétrica é a que ocorre neste tipo de usina. Discuta com seus colegas de grupo, procurando lembrar o que os meios de comunicação têm divulgado sobre a questão energética no país e elabore uma breve explicação sobre “as bases de funcionamento” deste tipo de usina.

A água presa na barragem adquire energia potencial  
quando a água é liberada passa pela turbina com  
uma grande energia cinética fazendo-a gerar conver-  
tendo esse movimento em energia elétrica.

Ao final de toda a aplicação a evolução dos grupos sempre se fez presente, a medida que absorvem o conteúdo, o nível das respostas também se eleva. O nível de resposta dar um salto e isso leva a classificá-la como ótimo, devido aos detalhes das justificativas e dos cálculos apresentados.

O conhecimento científico ocupou o lugar do senso comum já que esse se destina a decifrar e entender todos os processos e etapas de uma ideia ou teoria, a partir do uso de métodos científicos.

O aprendizado autodirecionado e o desenvolvimento autônomo do aluno são fundamentais no desenvolvimento da ABP. Sendo assim, não cabe ao professor o papel de “metodizar” o conhecimento necessário à análise ou resolução do problema, mas o de acompanhar o aluno intervindo com informações e estabelecendo uma ponte entre os conhecimentos prévios do estudante e o novo conteúdo a ser aprendido, desafiando o aluno a pensar de forma crítica.

### 6.2.5 Aula 5: Aplicação Do Questionário Final

Nesta última etapa, total de 2 h/aula, da proposta foi dividida em dois momentos os alunos responderam a um questionário final (Apêndice 2), contendo 11 questões selecionadas com o propósito de verificar se os conceitos de Cinemática, Dinâmica e Conservação da

Energia se de fato, foram assimilados pelos estudantes, em detrimento de todos os passos anteriores, ou seja, foi o último momento de aprendizagem para efetivar a aprendizagem dos participantes.

Já o segundo momento, também em grupo, destinou-se a uma avaliação geral da intervenção pedagógica (Apêndice 5). Houve, pois, destaques para pontos positivos, negativos e sugestões para melhoras futuras nas atividades pedagógicas envolvendo o uso de atividades experimentais nas aulas de Física. A pesquisa, que segue tem o propósito de contribuir para os conceitos de Física no Ensino Médio.

Os resultados desse momento serão discutidos na seção 6.3 desse trabalho.

### 6.3 RESULTADOS E DICUSSÕES

Nessa seção serão apresentados os resultados da aplicação dos testes (Questionário Inicial, Questionário final, Momentos de Aprendizagem) e a avaliação da aula experimental. Os testes estão disponíveis nos Apêndices 1, 2 e 6 deste trabalho.

A ferramenta utilizada para confecção e obtenção dos resultados foi a criação de um questionário simples e subjetivo sendo que na avaliação da aula experimental o questionário é de múltipla escolha podendo o aluno marcar apenas uma alternativa e justificar se caso necessário favorecendo assim, uma análise quali-quantitativa.

Com base, em parte da teoria de Ausubel, na aula 1 foi aplicado um questionário inicial (pré-teste) para verificação dos conhecimentos prévios e científicos dos alunos, constando de 12 questões subjetivas justamente para análise.

Inicialmente, no questionário inicial, as perguntas de 1 a 5 envolvem conhecimentos sobre cinemática, mas especificamente em velocidade, rapidez, métodos de medição e relação entre grandezas, os alunos foram estimulados a responderem sem usar métodos de pesquisa, ou seja, respostas pessoais e caso não saibam essas respostas foram orientados a deixar em branco e sem identificação evitando assim, certo constrangimento.

Os grupos de trabalho foram divididos num total de nove, com cinco integrantes cada, a análise consiste em resposta individuais mas que não se mostraram muito satisfatórios.

As respostas analisadas foram catalogadas e classificadas seguindo a legenda abaixo:

- Ótimo – questões respondidas certas e com ótimo grau de conhecimento científico.
- Bom – questões respondidas certas, mas com baixo grau de conhecimento científico.
- Insuficiente – questões respondidas certas, mas sem complementação ou complementação sem sentido.
- Deficitário - questões não respondidas ou respondidas errada.

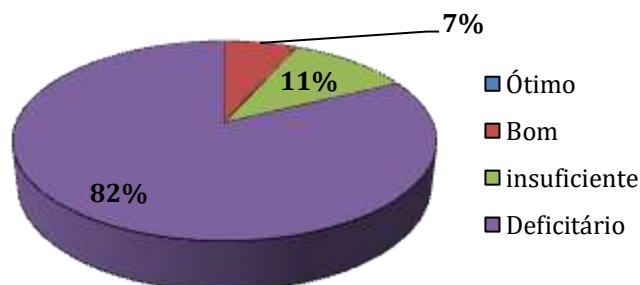
Em momento anterior à aula expositiva com o produto educacional, os alunos foram motivados, seguindo a teoria de John Dewey e o método ABP; logo após, foi aplicada um questionário subjetivo de respostas abertas, tanto para detectar o conhecimento prévio dos alunos como também observar as suas deficiências em relação à temática abordada.

Após esta aplicação, no final do processo, um questionário similar com alterações de enunciado, contudo com o nível de dificuldade um pouco maior, mostrou, em seus resultados, uma considerável evolução no aprendizado dos alunos.

### 6.3.1 Questionário Inicial (QI)

Quanto a questão 1, relacionada aos conceitos de velocidade e noção de rapidez instantânea, aplicada aos grupos de trabalho, os resultados obtidos estão expostas na figura 56.

**Figura 56:** Resultado em porcentagem questão 1 QI.

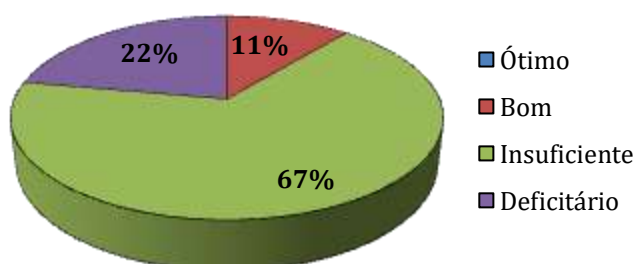


**Fonte:** o próprio autor.

É nítido que 80% dos alunos possuem um nível de conhecimento científico deficitário, pois não sabem a diferença entre velocidade e rapidez, ou não responderam e 11% definiram rapidez como uma grandeza relacionado a velocidade “alta”, ou seja, o quão rápido o móvel está. O restante (7%) respondeu, generalizando, que a velocidade é a medida da rapidez de um móvel, a resposta correta seria que a rapidez é uma grandeza escalar e a velocidade é uma grandeza vetorial.

A questão 2 também faz parte do grupo que relaciona conceitos de movimento e velocidade e diz respeito ao conhecimento sobre que instrumento é usado para medir velocidade pedindo como complementação a descrição do instrumento. A figura 57 mostra os resultados obtidos.

**Figura 57:** Resultado em porcentagem questão 2 QI.

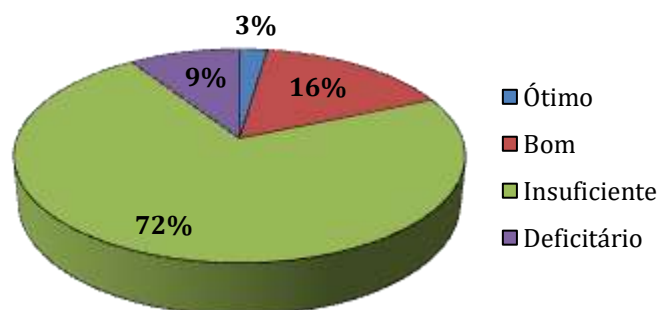


**Fonte:** o próprio autor.

Analisando os resultados e as respostas dos alunos, 67% possuem um nível insuficiente, pois conhecem o instrumento, mas não sabem descreve-lo. 3% possuem nível deficitário por que não responde a pergunta ou simplesmente escreveram “não sei”.

A questão 3 do questionário inicial ainda faz relação entre velocidade e rapidez, de forma que para se ter velocidade é necessário ser rápido? Com a complementação de um por que. Os resultados obtidos estão de acordo com a figura 58.

**Figura 58:** Resultado em porcentagem questão 3 QI.



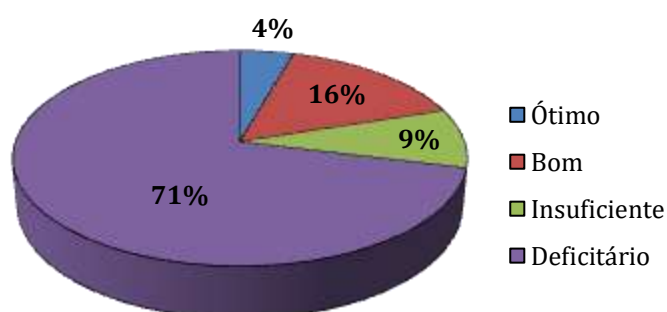
**Fonte:** próprio autor.

De posse dos dados referentes a essa questão, 72% foram classificados com respostas insatisfatórias por saberem responder corretamente que “não”, mas não sabem explicar o porquê dessa relação. Em contrapartida, essa questão também faz associação a questão um, mostrando como os alunos não estão atentos a leitura, ou não assimilam suas respostas.

Destaca-se, os 7% classificados como ótimo, pois afirmaram que a velocidade pode ter valor numérico baixo mas não é necessário ser rápido e que para ser rápido é necessário que o objeto adquira velocidades altíssimas, por exemplo, acima de 80 km/h.

A questão 4 diz respeito a definição de intervalo de tempo e instante: Com suas palavras defina intervalo de tempo e instante. Os resultados obtidos com a análise dessa questão estão representados na figura 59.

**Figura 59:** Resultado em porcentagem questão 4 QI.



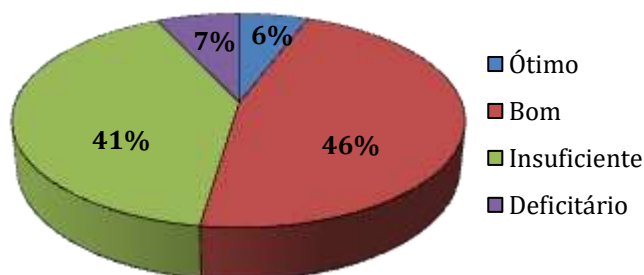
**Fonte:** o próprio autor.



Nesse resultado podemos destacar os alunos que tiveram um desempenho ótimo (4%), pois, com suas palavras souberam explicar com um nível alto essas grandezas físicas, afirmando que o intervalo de tempo é a subtração entre dois instantes. Já o nível deficitário (71%) ainda continua alto, pois não sabem de forma alguma ou nem escreveram o que seriam essas grandezas.

A questão 5 verifica o conhecimento dos alunos quanto ao tempo e como ele pode interferir na velocidade. Os resultados obtidos estão expostos na figura 60.

**Figura 60:** Resultado em porcentagem questão 5 QI.



**Fonte:** o próprio autor.

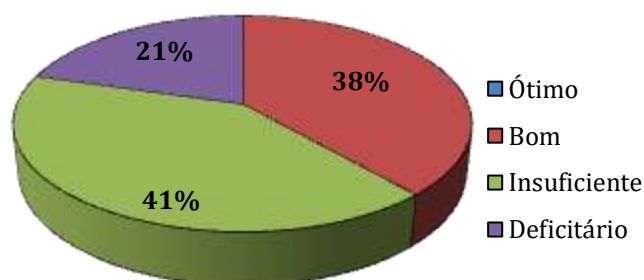
Fazendo um comparativo as respostas classificadas como insatisfatório e bom estão equilibrados e quanto ao nível ótimo houve um aumento, pois os alunos enquadrados nessa categoria definiram quanto a proporcionalidade do tempo, se é diretamente ou inversamente proporcional mas, os valores ainda são preocupantes.

A análise dos alunos quanto a interferência do tempo no cálculo de velocidade e na própria velocidade para os enquadrados em insuficiente e deficitário juntos correspondem a quase metade da turma. Suas respostas foram muito parecidas afirmando que o tempo “manda” na velocidade.

Pode-se analisar mais profundamente que os alunos não fazem, ou não relacionam, velocidade à sua própria unidade.

A questão 6 do questionário inicial já diz respeito a Dinâmica quando se pergunta: Ao colocarmos um objeto numa inclinação, sendo essa bem lisa, esse objeto permanece parado? Sim ou não? Por quê?

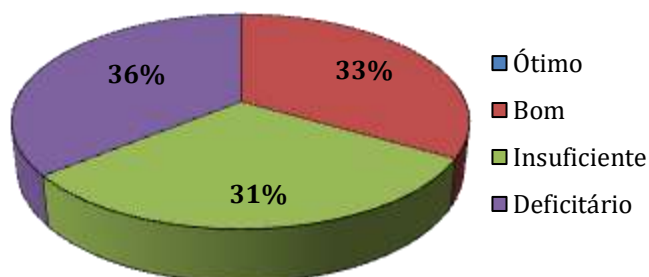
A intenção é fazer uma relação entre movimento e causa. Os resultados obtidos estão expostos na figura 61.

**Figura 61:** Resultado em porcentagem questão 6 QI.

Fonte: o próprio autor.

Na análise dos resultados 41% da turma responderam insatisfatoriamente, pois sabem a resposta correta, que no caso dessa questão é sim, mas não sabem explicar o porquê. Muitas respostas não faziam a mínima relação com a física ou não responderam certo e por incrível que pareça, alguns responderam “NÃO SEI” classificado então como deficitário, na casa dos 21%.

A questão 7 do exercício faz uma relação entre ditos populares e a física bastando destacar que grandezas físicas que podem ser analisadas quanto ao movimento dos corpos, em destaque a queda livre, ou qualquer outro tipo de movimento. A figura 62 expõe os resultados.

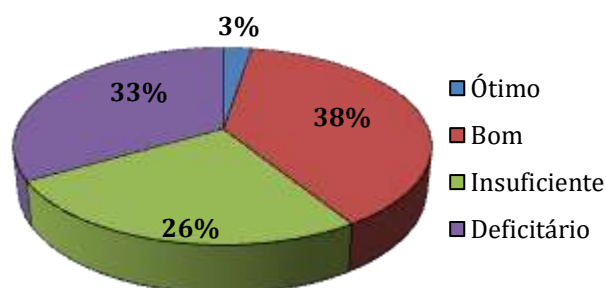
**Figura 62:** Resultado em porcentagem questão 7 QI.

Fonte: o próprio autor.

Surpreendentemente 33% dos alunos destacaram grandezas como, a altura relacionado a velocidade, gravidade, força peso. O resultado da aplicação dessa questão se mostrou muito satisfatório visto que mais de um terço da turma relacionou tais grandezas.

A questão 8 consta de duas figuras indicando planos inclinados que possuem a mesma altura mas, inclinações diferentes com o objetivo de mostrar aos alunos qual o grau de dificuldade para levantar um bloco nessas inclinações e justificativa da resposta. Essa questão tenta fazer uma relação com as leis de Newton e trabalho de uma força. Os resultados obtidos estão expostos na figura 63.

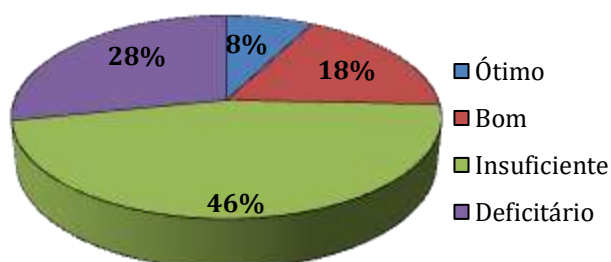


**Figura 63:** Resultado em porcentagem questão 8 QI

**Fonte:** o próprio autor.

Observou-se que nessa questão que os alunos confundiram muito inclinação com a dificuldade em movimentar o bloco muitos afirmaram que o bloco seria melhor movimentado numa inclinação maior, pois a distância até o ponto mais alto é menor. Sendo nesse caso classificados como deficitários (33%), alguns outros sabiam qual o tipo de inclinação, mas não justificaram suas respostas e 38% responderam satisfatoriamente relacionando a inclinação com a força aplicada. Esse teste se mostrou muito equilibrado.

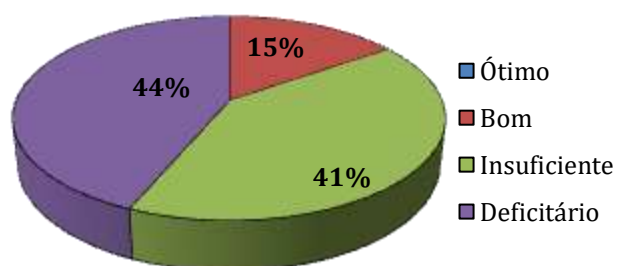
A questão 9 diz respeito a uma inclinação e por que cansamos ao subirmos essa tal inclinação, relacionando esforço com trabalho mecânico e energia.

**Figura 64:** Resultado em porcentagem questão 9.

**Fonte:** o próprio autor.

Um valor correspondente a 46% dos total de alunos relacionaram o cansaço com a força aplicada aos pedais da bicicleta, mas não explicaram fisicamente o motivo do cansaço. Uma minoria (8%) relacionaram satisfatoriamente força peso e trabalho realizado pela força e também com a inclinação. Um dado interessante é que essa questão, faz também uma relação com a questão anterior e novamente os alunos não perceberam essa relação.

A questão 10 é uma complementação da questão 9 mas com uma diferença, relaciona subida de uma bicicleta sem que o ciclista caia, relacionando mais velocidade e inclinação e anulação da força peso. Vejamos o resultado na figura 65.

**Figura 65:** Resultado em porcentagem questão 10.

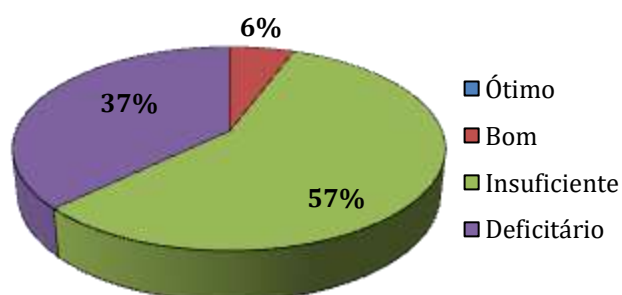
**Fonte:** o próprio autor.

Pela análise do gráfico, 44% dos alunos não souberam responder ou responderam equivocadamente, 41% responderam, mas relacionaram poucas grandezas e 15% responderam certo a questão relacionando a principal grandeza, velocidade, ou “zigue zagueando”.

Reforçando que, nessa questão dentro dos “deficitários” podemos destacar também os alunos que nitidamente não entenderam a pergunta e por isso responderam errado ou nem responderam.

A questão 11 é apenas uma modificação da questão 10 e possui a mesma resposta apenas o texto foi modificado com a intensão de instigar a atenção dos alunos quanto a leitura.

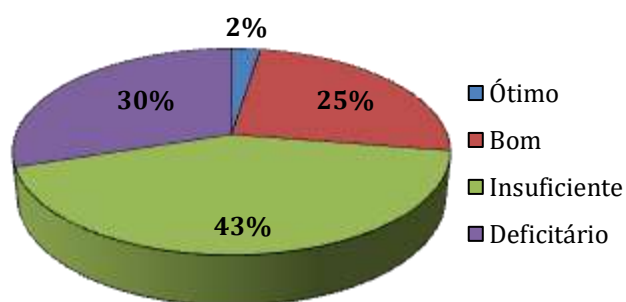
Analisemos os dados correspondentes a esta questão na figura 66.

**Figura 66:** Resultado em porcentagem questão 11.

**Fonte:** o próprio autor.

Os resultados obtidos mostram semelhança com os da questão 10, em destaque 57% classificados como insuficientes vale salientar que é a mesma interpretação para a questão anterior muitos responderam que é questão apenas de equilíbrio.

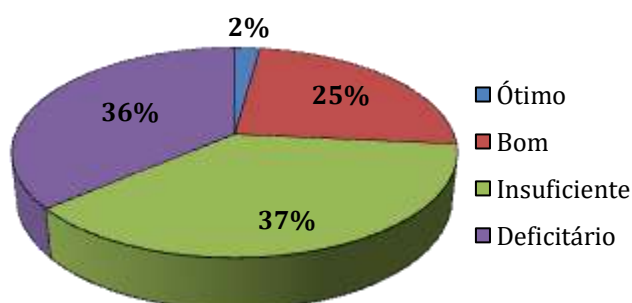
A questão 12, finalizando esse questionário inicial, também é uma pergunta relacionada com a questão 6 apenas modificada o texto. A intensão dessa questão também é relacionar movimento e causa, mas pode ser facilmente respondida. Os resultados aparecem na figura 67.

**Figura 67:** Resultado em porcentagem questão 12.

**Fonte:** o próprio autor.

Fazendo um comparativo com a questão 6, o nível insuficiente (43%) continuou praticamente o mesmo (43%), mas o nível deficitário (30%) aumentou em relação aos dados da questão 6 (4%), um dos motivos pode ser falta de motivação ou simplesmente não responderam por causa do tempo e o descompromisso com a avaliação, mas houve um aumento com relação ao nível bom, isso mostra que dentro do questionário o aluno deve ter encontrado meios ou percebeu complementos para adequar sua resposta.

Ao final dessa aplicação uma amostragem para o resultado geral obtido analisando todas as perguntas e todas as respostas e a classificação dos níveis de respostas está descrito no gráfico da figura 68.

**Figura 68:** Resultado geral em porcentagem.

**Fonte:** o próprio autor.

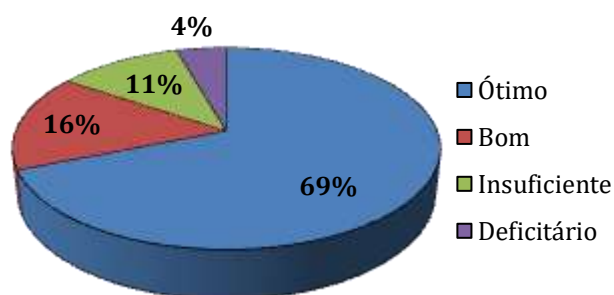
### 6.3.2 Questionário Final (QF)

Após a aplicação de todo produto educacional um teste contendo dez questões em um nível mais elevado em relação ao questionário inicial para avaliação dos conceitos aprendidos e obtenção de dados para ver realmente se houve uma aprendizagem significativa.

Os resultados se mostraram muito satisfatório em media aproximadamente 70% da turma realmente demonstrou absorção dos conceitos aprendidos , como configura os gráficos abaixo para uma maior demonstração dos dados.

A questão um desse questionário pergunta como calcular a velocidade de um carrinho ao passar por uma célula fotoelétrica. O que também corresponde à primeira situação problema do momento de aprendizagem – passo1, presente na pagina 15 do produto educacional no apêndice 4. Os resultados obtidos estão de acordo com o gráfico da figura 69.

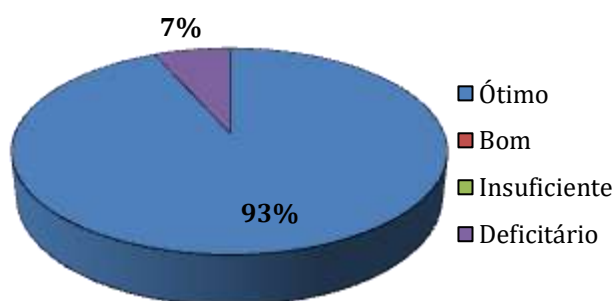
**Figura 69:** Resultado geral em porcentagem questão 1QF.



**Fonte:** o próprio autor.

A questão dois menciona o que é registrado no velocímetro de um automóvel, se é a rapidez média ou a rapidez instantânea, relacionada também com a questão dois e três do questionário inicial (Apêndice 1) que antes da aula teve como resultado, 83% com nível insuficiente na questão 2 e 77% na questão 3 desse mesmo questionário. Os resultados se mostraram bastante satisfatório como mostra a figura 70.

**Figura 70:** Resultado geral em porcentagem 2QF.



**Fonte:** o próprio autor.

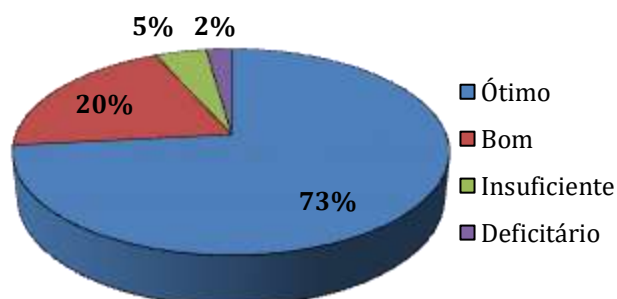
Observamos que o nível ótimo teve um salto enorme com 93% dos alunos respondendo satisfatoriamente bem e fisicamente correto. Ainda com menção a esses dados os conceitos bom e insuficiente tivemos 0%.

A questão 3 relacionada com a Dinâmica da partícula especial ao Trabalho de uma força quando um bloco percorre um plano inclinado, lembrando que o plano inclinado foi

bem explanado no Sequencia didática no Momento de Aprendizagem – passo 2 (Apêndice 4). A questão focaliza o trabalho da força normal e tenta fazer uma relação com o trabalho do peso para fazer o bloco descer.

Os resultados obtidos estão demonstrados no gráfico da figura 71.

**Figura 71:** Resultado geral em porcentagem questão 3QF.



**Fonte:** o próprio autor.

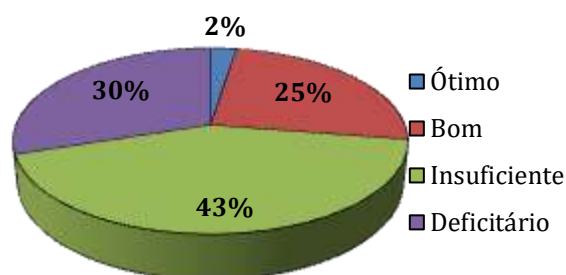
Os alunos foram capazes de discernir o trabalho realizado no deslizamento do bloco sendo bem observado e comentado pelos alunos quando afirmam que o trabalho realizado pela força normal é nulo. E que o peso através da componente da força peso no eixo imaginário  $x$  ( $P_x$ ) é responsável por esse deslizamento. Para o movimento inverso, ou seja, na subida para que o bloco suba é necessária uma força maior que  $P_x$  realizado um maior trabalho do tipo resistente.

Observamos então que 73% dos alunos alcançaram um nível ótimo.

A questão 4 faz referência ao próprio experimento de plano inclinado quando se pergunta a que ângulo o objeto começa a deslizar, enfatiza a investigação a que propõe a questão. O objetivo aqui é fazer com que o aluno experimente o maior numero de vezes possível a fim de determinar o ângulo, ao final todos os dados encontrados foram confrontados afim de chegar a um denominador comum.

Todos encontraram valores bem próximos de  $5^\circ$  estabelecendo-se assim que o objeto “começaria” o movimento a partir dessa inclinação, a questão foi muito discutida entre eles que já haviam feitos essas medidas anteriormente como foi demonstrado na tabela 3.

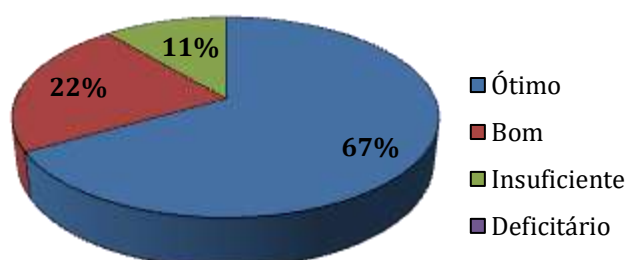
A avaliação dos dados para essa questão se deu na interatividade e na capacidade dos grupos discutirem os conhecimentos adquiridos, o que se mostrou muito interessante. Os resultados estão destacados na figura72.

**Figura 72:** Resultado geral em porcentagem questão 4 QF.

Fonte: o próprio autor.

A questão 5 corresponde ao cálculo propriamente dito, destacando o cálculo da aceleração do móvel no plano inclinado mas, aliado a prática do plano inclinado como destacado na situação problema 2 do Momento de Aprendizagem- passo 2.

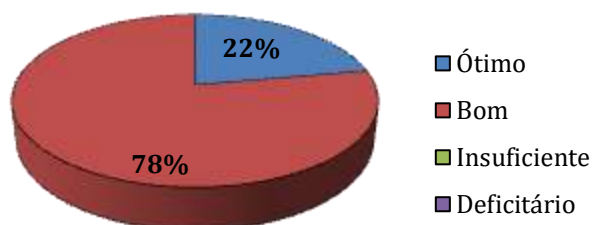
Duas possíveis respostas foram encontradas, uma usando a própria função horária da velocidade e outra com relação ao ângulo fazendo a substituição na segunda lei de Newton destacando assim a relação entre a aceleração e o ângulo. Aqueles que utilizaram a função horária da velocidade tiveram mais dificuldade em encontrar esses valores por não possuírem dados sobre a velocidade final de descida, mas os valores foram bem lembrados pelos alunos na tabela 2 e 3 facilitando um pouco mais o cálculo. Observe os resultados na figura 73.

**Figura 73:** Resultado geral em porcentagem questão 5 QF.

Fonte: o próprio autor.

A questão 6 tenta fazer a relação entre a velocidade adquirida na descida e a massa do carrinho, sendo que a massa do objeto no plano inclinado não interfere na aceleração e na velocidade final como a massa é muito pequena, apenas 36g, praticamente não interfere.

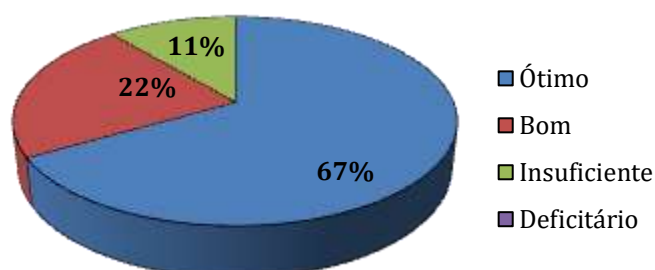
As respostas também foram as mais variadas, mas a grande maioria analisou de forma aristotélica causando assim uma grande discussão entre os grupos. Na tentativa de explicar que a massa não influencia na velocidade foi um pouco complicado, mas bem explicada com o auxílio de um vídeo na plataforma de vídeos YOUTUBE no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=JcmqfzGFhqQ>. Os resultados obtidos estão no gráfico da figura 74.

**Figura 74:** Resultado geral em porcentagem questão 6 QF.

Fonte: o próprio autor.

Devido a essa pequena confusão, as respostas adquiridas foram boas, fugindo em pouquíssima parte do contexto físico, 22% dos alunos tiveram esse pensamento.

A questão 7 envolve a parte de Energia, relacionando a velocidade e a energia cinética. É claro e evidente que com o aumento de velocidade a energia cinética aumenta mostrando a dependência da energia cinética com a velocidade. Essa questão também é relacionada com o Momento de Aprendizagem – Passo 3 da sequência didática. Os dados obtidos estão de acordo com a figura 75.

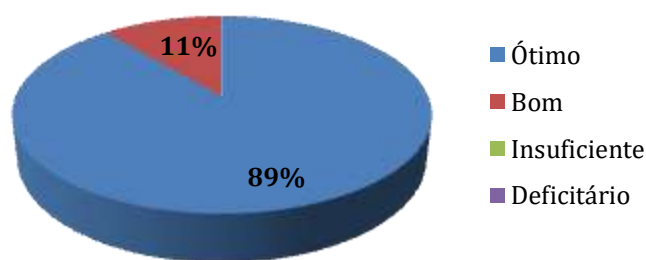
**Figura 75:** Resultado geral em porcentagem questão 7 QF.

Fonte: o próprio autor.

Tiveram como desempenho ótimo 67% dos alunos, respondendo satisfatoriamente que se a velocidade do móvel ao quadrado varia a energia cinética sendo essa a justificativa na maioria das questões.

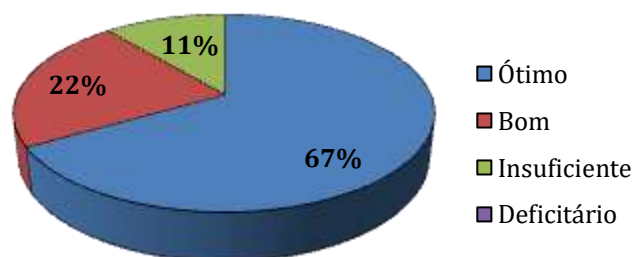
A questão 8 pede a determinação dos valores da energia cinética e quais as grandezas envolvidas nesse cálculo, claro que a energia cinética quando calculada isoladamente necessita da massa do objeto, como a massa foi medida em gramas forçando a transformação para quilograma, muitos grupos erraram inicialmente, mas com a intervenção do professor essa dificuldade foi amenizada.

Após a intervenção os alunos, com o auxílio da tabela 2 escolheram algumas velocidades finais e determinaram os valores da energia cinética. Resultados estão de acordo com a figura 76.

**Figura 76:** Resultado geral em porcentagem questão 8 QF.

**Fonte:** o próprio autor.

A questão 9 relaciona a energia cinética e a inclinação do plano inclinado e sus resultados relacionados ao gráfico da figura 77.

**Figura 77:** Resultado geral em porcentagem questão 9 QF.

**Fonte:** o próprio autor.

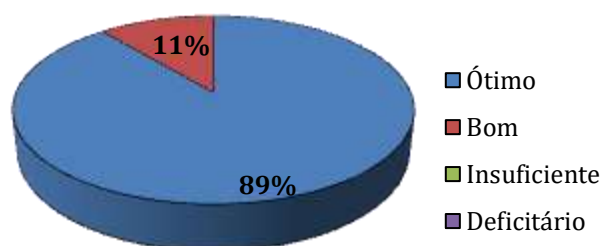
Observa-se que 67% dos alunos obtiveram conceito ótimo respondendo que a energia cinética depende da inclinação e justificaram essa relação satisfatoriamente afirmando que quanto maior a inclinação seria a altura aumentando assim a velocidade.

Várias justificativas foram descritas e todas envolvendo os conceitos físicos adequadamente. Vale destacar também os 22% com conceito bom onde conseguiram observar a relação entre altura e velocidade, mas não conseguiram justificar satisfatoriamente.

A questão 10 tenta fazer uma relação entre a altura e a velocidade do objeto e induz o aluno a tentar descobrir uma equação para essa relação. Claro que a relação já existe, mas o intuito é mostrar ao aluno que a relação é idêntica a Equação de Torricelli mostrando que a conservação de energia em grande parte, resolve todas as situações problemas da cinemática.

Abaixo, na figura78, encontram-se os dados obtidos após a resolução da questão.

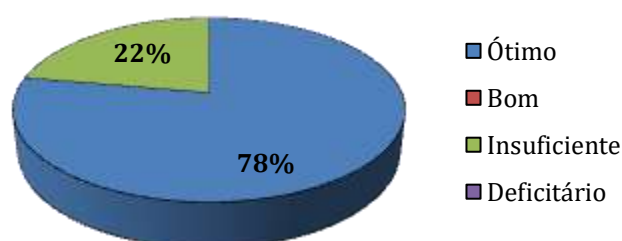


**Figura 78:** Resultado geral em porcentagem questão 10 QF.

Fonte: o próprio autor.

Durante esse exercício observou-se que os alunos, já de posse de alguns dados e da relação entre algumas grandezas como velocidade, altura e inclinação os alunos não tiveram muita dificuldade para encontrar os valores e a equação que as relacionam. O mais importante foi o relato de alguns alunos com relação à igualdade entre a equação de Torricelli o que demonstrou total absorção do conteúdo, realmente uma aprendizagem bastante significativa.

Por fim a questão 11 retrata umas das experiências de Galileu onde mostra duas esferas de massa iguais deslizando de alturas iguais e planos com inclinações diferentes. Galileu mostrou e descreveu em seu livro O diálogo de duas ciências essa questão, com algumas ressalvas quanto a explicação, mas tentar explicar isso para os alunos o que se torna mais evidente é a visão aristotélica desse movimento e que ainda causa muita controvérsia, mas com a ajuda de um vídeo também disposto na plataforma digital YOUTUBE, no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=DCMQRPQS9T4> fica mais evidente o espanto causado por tal descoberta. Os resultados estão dispostos na figura 79.

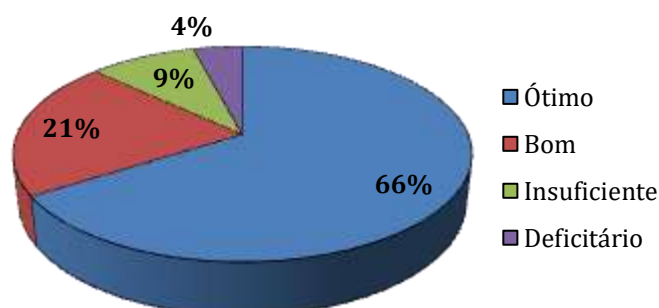
**Figura 79:** Resultado geral em porcentagem questão 11 QF.

Fonte: o próprio autor.

Nesse caso devemos desprezar o atrito e observar com relação à inclinação, lógico que numa maior inclinação maior a aceleração isso é, maior o aumento de velocidade por unidade de tempo então quem tiver maior inclinação o objeto cai primeiro, mas as velocidades são iguais. Foi isso que observou 78% dos alunos.

Numa amostra geral da aplicação do questionário final destacamos o gráfico da figura 80.

**Figura 80:** Resultado geral em porcentagem.



**Fonte:** o próprio autor.

O gráfico mostra uma evolução significativa após a aplicação do produto educacional, 66% dos alunos tiveram essa evolução.

Da análise comparativa entre os índices de acertos e erros dos alunos, no sentido de responder aos objetivos propostos, foi observada a melhoria da compreensão do tema abordado, e isso deve-se ao fato de que foi utilizado um material potencialmente significativo.

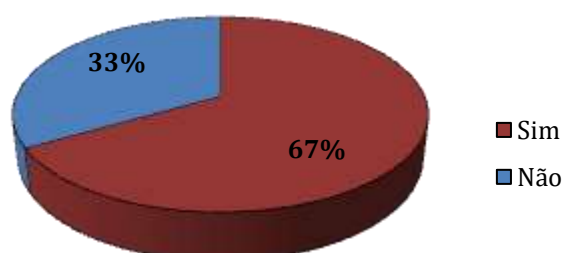
### 6.3.3 Avaliação do Produto Educacional

A avaliação do produto educacional bem como a aplicação de todos os seus procedimentos foi avaliado através de questionário de múltipla escolha (Apêndice 2) após todos os procedimentos aplicados de forma individual.

Os resultados obtidos catalogados e organizado em gráfico de pizza como descrito na figura 81.

A primeira pergunta diz : Você já havia realizado atividades experimentais antes?

**Figura 81:** Resultado geral em porcentagem 1

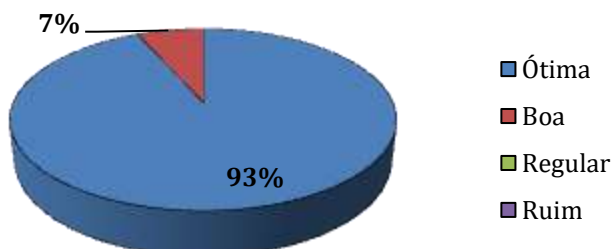


**Fonte:** o próprio autor.

Note que pouquíssimos alunos tiveram atividades experimentais, dos 45 apenas 10, configurando assim 33% do restante grande maioria não tiveram essas atividades caracterizando 67%.

A segunda pergunta diz: Como você define nossa aula experimental? Seus resultados encontram-se na figura 82.

**Figura 82:** Resultado geral em porcentagem 2

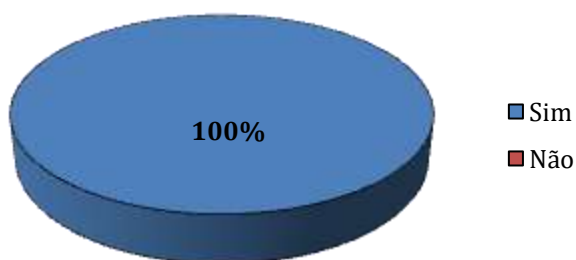


**Fonte:** o próprio autor.

Surpreendentemente 93% dos alunos avaliaram a aula experimental como ótima, demonstrando assim que esse método provoca uma maior interatividade dos alunos tornando a aula muito mais prazerosa.

A pergunta 3 diz: Os temas abordados na aula, foram úteis e produtivos? A figura 83 representa os resultados obtidos.

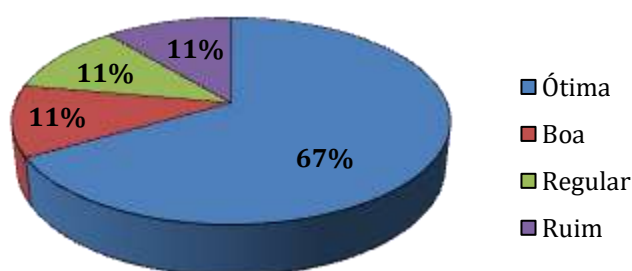
**Figura 83:** resultado geral em porcentagem 3



**Fonte:** o próprio autor.

Consideravelmente todos os alunos foram unânimes e responderam sim para essa questão, o que deixou o aplicador bastante satisfeito.

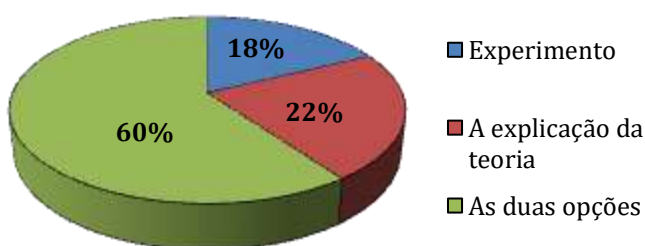
A pergunta 4 diz: A sua participação no decorrer da atividade experimental foi? Resultados expostos na figura 84.

**Figura 84:** Resultado geral em porcentagem 4

**Fonte:** o próprio autor.

Nessa pergunta, auto avaliativa, destaca-se a sinceridade dos alunos, mas as vistas do professor houve uma participação maciça dos alunos tanto quanto perguntas sobre a experimentação ou na discursão das respostas entre si.

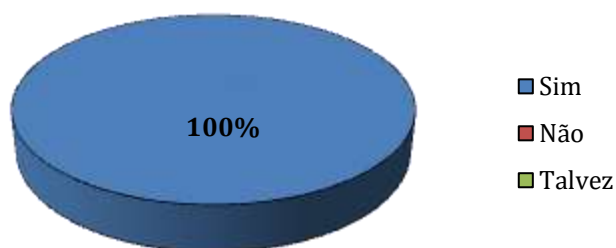
A pergunta 5 diz: o que deixou mais curioso na aula de hoje? A figura 85 demonstra esses resultados.

**Figura 85:** Resultado geral em porcentagem 5

**Fonte:** o próprio autor.

Essa pergunta causou duvida nos alunos, mas grande parte, 60% dos alunos responderam as duas opções, já que julgaram tanto o experimento e a explicação da teoria foram de suma importância para a aprendizagem. Nas palavras dos alunos “as duas coisas foram muito importantes, entendi a teoria por causa da experiência”.

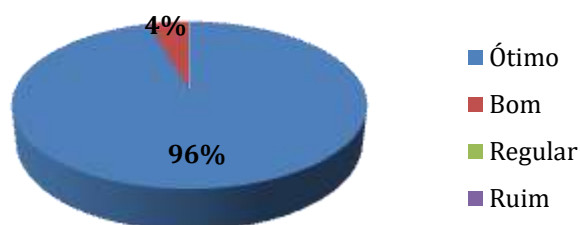
A pergunta 6 diz: Você gostaria de ter mais aulas de Física assim? E seus resultados estão no gráfico da figura 86.

**Figura 86:** Resultado geral em porcentagem 6

**Fonte:** o próprio autor.

Fica bem claro que com mais aulas práticas e atividades experimentais ilustrativas provoca no aluno um maior interesse e dinamismo da aula por isso a experimentação se torna indispensável no ensino aprendizagem.

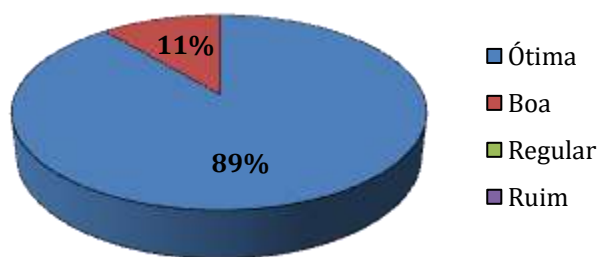
A pergunta 7 diz: Como avalia o experimento do plano inclinado? Resultados na figura 87.

**Figura 87:** Resultado geral em porcentagem 7

**Fonte:** o próprio autor.

Como é mostrado no gráfico, a maioria dos alunos 96% avaliaram o experimento como ótimo. Parafrazeando as palavras dos alunos sugeriram que esse tipo aula fosse administrado com frequência e questionaram a falta de um laboratório tanto de física quanto de química e biologia, questionando também as ações de políticas públicas quanto a educação.

A pergunta 8 diz: O material disponibilizou informações e elementos suficientes para a realização do experimento? Resultados na figura 88.

**Figura 88:** Resultado geral em porcentagem 8

**Fonte:** o próprio autor.

Essa é uma pergunta que relaciona bem o a utilidade do produto educacional como as aplicações de situações cotidianas e o ensino e aprendizagem. É notória a evolução dos alunos comprovando assim as teorias de John Dewey e o método ABP , a prática e a experimentação se sobressaem a teoria e isso foi avaliado como ótimo por 89% dos alunos, mas 11% deles admitem que o material aplicado foi bom mas a justificativa para tal resposta é afirmar com bastante convicção que não sabem física e que não tem interesse em aprender, deixando o autor um pouco assustado com tal comentário, sendo como uma das causas, a deficiência em matemática.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar essas atividades em sala de aula e considerando os objetivos dessa pesquisa pode-se observar a importância da aplicação e construção do produto educacional abordando a experimentação e prática investigativa. Em particular, tive que me preocupar com detalhes os quais muitas vezes são considerados como “desprezíveis” na física teórica, como fatores que influenciam bastante em um resultado, as dificuldades que existem em uma aula de laboratório, a elaboração de um relatório técnico de experimento e a importância de um bom trabalho em equipe.

A análise da metodologia da pesquisa aos olhos de Dewey e do método ABP para a resolução de um problema como dificuldade sentida, definição e localização dessa dificuldade, sugestão de uma possível solução, desenvolvimento pela argumentação das orientações de sugestão e posterior observação e experimentação levando à aceitação ou rejeição. Tudo isso foi percebido na prática, durante a pesquisa, inclusive a construção do conhecimento através da valorização do conhecimento anterior, das atividades em grupo e uma importante mudança na postura do aluno, estimulado a participar das pesquisas e atividades práticas.

Analisando a prática experimental e a investigação científica destacamos o papel do professor no planejamento dos mínimos detalhes da metodologia de ensino através da SEI e do aluno, peça principal no EI como ser pensante e ativo. Durante a aplicação os alunos desenvolveram atitudes científicas na resolução das situações problemas.

Quanto aos critérios de avaliação quantitativa e qualitativa a SEI se mostra particularmente útil ao ensino e aprendizagem em física, uma forma diferente de avaliação, já que a atividade proporcionou ao aluno raciocinar e elaborar os próprios conceitos para depois confrontar com o conhecimento sistematizado seguindo a teoria de Dewey e o método ABP, podendo ser usado na aplicação. Toda proposta foi elaborada com base nos elementos da teoria deweyana evidenciando o pragmatismo, a fim de retirar o máximo possível o aluno da sua zona de comodidade fazendo – o pensar, interagir e explorar suas próprias experiências cotidianas. A lógica de Dewey e sua correspondente teoria do conhecimento, pelo contrário, tornam a operação experimental essencial ao processo do conhecimento. Lógica não é a teoria do "conhecimento adquirido" nem a da sua "demonstração" mas sim, a teoria do "processo de adquirir o conhecimento", no qual o "conhecimento adquirido" é o termo limite, o termo final.

A SEI permite também que o professor e os alunos debatam a relação entre ciência e religião, ao se resgatar o contexto histórico no qual vivia Galileu Galilei. Abre a possibilidade

para que o aluno possa elaborar previsões, observações, explicações e hipóteses quanto a relação entre deslocamento e tempo. Esta proposta de montagem, no entanto, fica como desafio para os professores e alunos, á que requerem criatividade, inventividade e novos entendimentos de ambos.

Outras avaliações complementares (testes e questionários) foram aplicados e evidenciaram que essa prática precisa ser bem planejada, prevendo inclusive contratempos.

Enfim, O método ABP por ser baseado na teoria de Dewey só veio a fortalecer a concepção de que a experimentação em sala de aula jamais deve ser jogada de lado ou totalmente esquecido, pelo menos uma vez o professor deve tentar contemplar algum experimento a fim de dinamizar suas aulas deixando o tradicionalismo de lado.

As práticas de laboratório devem ser precedidas ou acompanhadas de aulas teóricas. A linguagem deve ser simples e adequada ao grupo de alunos, as estratégias didáticas devem ser bem escolhidas para que as atividades laboratoriais não sejam meras demonstrações. Assim, a teoria, as demonstrações, o exercício prático e o experimento produzirão a interação entre o aluno e o aprendizado de maneira prazerosa.

Através dos resultados obtidos e da avaliação do produto educacional evidenciamos que essa proposta atingiu seus objetivos, pois numa análise mais profunda ao elaborar e aplicar o produto educacional os alunos abraçaram o espírito investigativo desenvolveram suas atitudes científicas e diminuíram um pouco seu analfabetismo científico.

O uso do laboratório didático, no ambiente educacional, toma dimensões gigantescas e se torna de extrema valia aos professores que utilizam as atividades experimentais em suas aulas. Sabemos, contudo, quando não utilizados, geram uma maior dificuldade na assimilação dos conhecimentos por falta de atividades práticas, o que, por sua vez, prejudica a construção do conhecimento, pelo educando. A discordância entre a importância dada pelos docentes e a pouca realização dessas atividades, na prática pedagógica, podem estar associadas à falta de clareza que ainda se tem quanto ao papel do laboratório no processo ensino-aprendizagem.

Como professor, observei que esta forma de aprendizagem, dentro do ensino de física, leva a encontrar os princípios e critérios necessários à direção orientada e eficaz de nossas atividades intelectuais.

Para concluir, acredito que uma prática experimental bem elaborada unida ao ensino por investigação ou a uma Atividade Experimental Investigativa permite melhorar a qualidade, não só do ensino de física, mas de qualquer disciplina da grade curricular brasileira, estimulando, incentivando, instigando e provocando, de certa forma, a inteligência e o estreitando da relação professor-aluno, promovendo de certa forma, a construção do conhecimento científico.





## REFERÊNCIAS

- A. Tarciso Borges, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 19, 291 (2002).
- ARDEN ZYLBERSZTAJN, C. A. O. E. V. N. S. *Explorando o ensino de física*. 1. ed. Brasília: Ministério da Educação, v. 7, 2006.
- AFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R., (Orgs.). *Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: Livraria da Física, 2004.
- AFONSO-GOLDFARB, A. M. BELTRAN, M. H. R., (Orgs.). *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*. São Paulo: Livraria da Física/FAPESP, 2006.
- Aguiar, Márcia. *Uma idéia para o laboratório de matemática*. ,1999 Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- Alves Filho, José de Pinho. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. Florianópolis, 2000. 440 p. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, UFSC, 2000.
- ALVES, P. *Caderno Catarinense no Ensino de Física*. Regras da transposição didática aplicada ao laboratório didático. v. 17, n. 2, 2000.
- ALVES, S.; JESUS, J. C. O.; ROCHA, G. R. *Ensino de Física: reflexões, abordagens e práticas*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.
- ANDERY, M., A. et al. *Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica*. São Paulo: EDUC Editora da PUC, 2001.
- ANDERSON, J. (2010). *ICT Transforming Education: a Regional Guide*. Bangkok: UNESCO. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001892/189216e.pdf>>. Acesso em : 10 de nov. de 2018.
- AMARAL, Ivan Amorosino de. *Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental*. *Ciência & Ensino*, n. 3, p. 10-15, dez. 1997.
- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; ABIB, Maria Lucia Vital dos Santos. *Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 25, n. 2, p. 176-194, jun, 2003.
- ARRUDA, S. M.; LABURU, C .E. *Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências*. *Ciência e Educação* 3. UNOESC. São Paulo. P. 14-24. 1996.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. *A Didática das Ciências*. São Paulo: Papirus Editora, 2012.
- AZEVEDO, M. C. P.; *Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula*. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Thomson, 2004.

- BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARELL, J. Problem-Based Learning. An Inquiry Approach. Thousand Oaks: Corwin Press. 2007.
- BARROWS, H. S. A. Taxonomy of Problem-Based Learning methods. Medical Education, v.20, p. 481-486, 1986.
- BASSALO, J. M. F. A importância do estudo da História da Ciência. Revista Brasileira da História da Ciência. n. 8, p. 57 – 66, 1992.
- BAPTISTA M. L. M.; FREIRE S.; FREIRE A. M., TAREFAS DE INVESTIGAÇÃO EM AULAS DE FÍSICA: Um estudo com alunos do 8º ano. Caderno pedagógico, Lajeado, v. 10, n. 1, p. 137-151, 2013.
- BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. (Orgs.). História da Ciência: tópicos atuais. São Paulo: CAPES/Livraria da Física, 2010.
- BEN-DOV, Y. Convite à Física. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996. 125
- BLANCHÉ, R. El metodo experimental y la filosofia de la fisica. Fondo de Cultura Económica. México. 1975.
- BLOSSER, P. E. Livro didático: Análise e Seleção. Caderno Catarinense no Ensino de Física. v. 5, n. 2, 1988.
- BORGES, R. M. R. Em debate: cientificidade e educação em ciências. Porto Alegre: SECECIRS, 1996.
- BORGES, A. T. O papel do laboratório no ensino de ciências. Atas do 11o. ENPEC. Lindóia São Paulo. p. 1-11. Nov. 1997.
- BORGES, T. A. Novos rumos para o laboratório de ciências. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 18, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.
- BORGES, J. F. M.; GABRIEL, M. C.; PRESTES R. E. Resistores não Ôhmicos à base de água. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S.l.], v. 23, n. 2, p. 267 – 276 ago. 2006.
- BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III. Brasília: MEC, SEMTEC, 2000.
- BRASIL. Lei nº. 10.861, de 14 de abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). Brasília, DF, 2004.
- BRASIL. Lei no. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES no. 9, de 11 de março de 2002. Brasília, DF, 2002a.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo escolar da educação básica de 2010. 2010. Brasília: MEC/Inep, 2010. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/basica/censo/default.asp>>. Acesso em: 08 abr. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular Ensino Fundamental. 2017. Brasília: MEC/Inep, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. PCN+Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias: Física. Brasília: MEC, 2002b.

BRASIL. Ministério da Educação. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília, DF, 2008.

BUNGE, M. Teoria e realidade. São Paulo: Perspectiva, 1974.

CAMBI, F. História da Pedagogia. São Paulo: UNESP, 1999

CARVALHO, G. D. C. Aula de Física: do planejamento à avaliação. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

CARVALHO, A. M. P. et al. Ensino de Física. – 1ed. – São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, A. M. P. e LIMA, M. C. B. (1999). Comprovando a necessidade dos problemas. Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IIENPEC), Valinhos, São Paulo.

CARVALHO, A. M. P. de.; SASSERON, L. H. Ensino de Física por Investigação: Referencial Teórico e as Pesquisas sobre as Sequências de Ensino Investigativas. In: Revista Ensino Em Re-Vista, v.22, n.2, p.249-266, jul./dez., 2015.

CASTRO, R. S. CARVALHO, A. M. P. História da Ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. v. 9, n. 2, p. 225-237, 1992.

CAVALCANTE M.A.; BONIZZIA A.E.; GOMES L.C.P. Revista Brasileira de Ensino de Física 30, 2501 (2008).

CAVALCANTE, M. A; TAVOLARO, C. R. C; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. Revista Brasileira de Ensino de Física, [s.l.], v. 33, n. 4, p.4503-1-4503- 9, 2011. Disponível em:< <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/334503.pdf> >. Acesso em: 26 de Agosto de 2018.

CHALMERS, A. O que é ciência afinal? São Paulo: Ed. Brasiliense, 1993.

CYRINO, E. G.; TORALLES-PEREIRA, M. L. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 780-788.

COHEN, I.B. O nascimento de uma nova Física. Lisboa: Gradiva, 1988.

COTRIM, G. Fundamentos da filosofia: história e grandes temas. 15. ed. São Paulo : Saraiva, 2002.

CREASE, R. P. Os dez mais belos experimentos científicos. Rio de Janeiro. 2006

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

\_\_\_\_\_, J. W.; PLANO-CLARK, V. L. Pesquisa de métodos mistos. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

D'AUSILIO, A. Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment. Behavior Research, [S.l.], n. , p.-, 25 out. 2011.

DEBUS, A. G. Ciência e História: o nascimento de uma nova área. In: ALFONSO-GOLDFARB, BELTRAN (Orgs.). *Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: Ed. Livraria da Física/EDUC/FAPESP, 2004. p.13 – 40.

DEWEY, J. A arte como experiência. In: Os pensadores XL. São Paulo, Editor Victor Civita, 1974.

\_\_\_\_\_, J. Democracia e educação. São Paulo: Nacional, 1979.

\_\_\_\_\_, J. How we think. Boston: Heath, 1910. Citado por AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. & HANESIAN, H. Psicologia Educacional (Tradução de Educational Psychology, 1968). Rio de Janeiro, Interamericana, 1980. p.478.

\_\_\_\_\_, J. Como pensamos como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição. Tradução: Haydée Camargo Campos. 4ª ed. São Paulo: Nacional, 1979a. Atualidades pedagógicas; vol. 2. 292 p.

DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José André. PERNAMBUCO, Marta Maria. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. – 4ed. – São Paulo: Cortez, 2011.

DELISLE, R. Como realizar a Aprendizagem Baseada em Problemas. Porto: ASA, 2000.

DÍAS, J.A. A.; ALONSO, A. V.; MAS, M. A. Papel de la Educación CTS em uma Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las personas, Revista Eletronica de Enseñanza de las Ciencias, v. 2, n. 2, 2003. p.3

Diretrizes Curriculares/Secretaria de Estado De Educação do Maranhão, SEDUC, 3ª ed. São Luiz, 2014

DIOGO, R.C.; GOBARA, S.T. Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17., 2007, São Luis. Anais... São Luis: Sociedade Brasileira de Física, 2007.

ECHEVERRÍA, M.P.P.; POZO, J.I. Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I. (Coord.) La solución de problemas. Madri, Santillana, 1994. p. 20

FREIRE, P. Extensão ou comunicação?. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

FREIRE-MAIA, N. A ciência por dentro. Petrópolis: Ed. Vozes, 1992.

FREITAS-REIS, I. (org.). Estratégias para Inserção da História da Ciência no Ensino: um compromisso com os conhecimentos básicos de Química. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

GALILEI, G. *Discursos sobre Duas Novas Ciências*. São Paulo: Nova Stella, 1986.

GASPAR, A. Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

\_\_\_\_\_, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. In: XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, 1995, Natal-RN. Anais..., 1995. Disponível em: <[http://plato.if.usp.br/2-2007/fep0358d/texto\\_5.pdf](http://plato.if.usp.br/2-2007/fep0358d/texto_5.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2018.

GATTI, B. A. Formação de professores: condições e problemas atuais. Revista Brasileira de Formação de Professores, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 90-102, mai. 2009.

GIL-PEREZ, D. CARVALHO, A. M. P. Formação de Professores de Ciências. São Paulo: Cortez, 2006.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. Química nova na escola. vol. 31 nº 3, 2009.

HODSON, D. Practical works in school science: exploring some directions for change. Science Education, v. 18, n.7, p.755-760, 1996.

\_\_\_\_\_. Hacia um enfoque más crítico Del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, v.12,n.3, p. 299-313, 1994 a.

\_\_\_\_\_. Teaching and Learning Science: Towards a personalized approach. (Philadelphia: Open University Press), 1998

HABER-SCHAIM, U.; DODGE, J.H.; WALTER, J.A. PSSC Physics. 5ed. Massachusetts, Toronto: D.C. Heath and Company, 1981.

HOTTECH, D. How and what can we learn from replicating historical experiment? A case study. Science & Education, 9, p. 343 – 362, 2000.

KISHIMOTO, Tizuco Morchida. O brincar e suas teorias. 3a ed. São Paulo: Pioneira, 2002.

KOYRÉ, A. Estudos Galilaicos. Lisboa: Dom Quixote, 1986.

\_\_\_\_\_, A. Estudos de história do pensamento científico. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

KUHN, T.S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo, Editora Perspectiva, 1987.pp.232-233.

\_\_\_\_\_, T. S. Tensão Essencial. São Paulo: Editora UNESP, 2011.

KRASILCHIK, M. Cadernos de Pesquisa. Prioridades no ensino de ciências. v. 38, p. 45-49, ago. 1981.

\_\_\_\_\_, M. Educação para Ciência. Comentários sobre a Avaliação do Projeto para Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática. v. 1, p. 9-11, jan. 1985.

KRASILCHIK, M. O professor e currículo das ciências. São Paulo: EPU – Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

LAMBROS, A. Problem-Based Learning in K-8 Classrooms – A Teacher’s Guide to Implementation. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc. 2002. 18.

\_\_\_\_\_. Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms – A Teacher’s Guide to Implementation. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc. 2004.

LANGEVIN, P. O valor educativo da história da ciência. In: GAMA, R., Ciência e Técnica. Antologia de Textos Históricos. Rio de Janeiro: Ciência e Técnica, 1992. cap. 2.

LEIRIA, T. F.; MATARUCO, S. M. C. O papel das atividades experimentais no processo ensino - aprendizagem de física. Xii congresso nacional de educação. Paraná : educere. 2015. P. 14-27.

LIBÂNEO, J. C. Didática. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

\_\_\_\_\_, J. C. Didática e epistemologia: para além do embate entre a Didática e as didáticas específicas. In: VEIGA, Ilma Passos A.; D’ÁVILA, Cristina (Org.). Profissão docente: novos sentidos, novas perspectivas. Campinas: Papirus, 2008. p. 59-88.

LIMA, M.E.C. C; MAUÉS, E; Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. Revista Ensaio. vol. 8. n.2. 2006.

LUNARDI, G.; TERRAZAN, E. A. Atividades no uso de atividades experimentais com roteiros aberto e semi-aberto em aulas de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. Atas... Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD-ROM.

MALHEIRO, J. M. da S.; DINIZ, J. W. P. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: a mudança de atitude de alunos e professores. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5. , 2005, Bauru. Anais. Bauru. 2005. disponível em: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p626.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p626.pdf) acesso em :13 março de 2019.

MARTINS, R. A. Introdução: A História das Ciências e seus Usos na Educação. In: SILVA, C. C. (Org.). Estudos de História e Filosofia da Ciência: Subsídios para Aplicação no Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006, p. 17-28.

MATHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez.1995.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H.; FERNANDES, R. C. A. O que sabemos sobre a pesquisa em educação em ciências no Brasil (1972-2004). In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2005, Bauru. Anais... Bauru: Abrapec, 2005, p. 1-10.

Monk, M., & Dillon, J. (1995). Learning to teach science: Activities for students, teachers and mentors. London: Falmer Press.

MORAIS, Regis de. Filosofia da ciência e da tecnologia. 5. ed. São Paulo : Papyrus, 1988.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectivas e perspectivas. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 22, n. 1, mar, 2000.

\_\_\_\_\_, M.A. A pesquisa em educação em ciências e a formação permanente do professor de ciências. In: Congreso Iberoamericano de Educación em Ciencias Experimentales. Formación Permanente de Profesores, 1., 1998, La Serena (Chile). Anais... La Serena: Universidad de La Serena, 1998, p. 71-80.

\_\_\_\_\_, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU, 2011.

MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. Química Nova, vol. 15, n°. 3, p. 242-249, 1992.

NEVES, M. C. De experimentos, paradigmas e diversidades no ensino de física: construindo alternativas. Maringá: Editora Massoni, 2005.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M.; SALDAÑA, J. Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook. 3. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO. PCN+FIS.PCN+FIS, 2000. Disponível em: <[HTTP://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf)>. Acesso em: 12/08/2017.

OSADA, J. Evolução das Ideias da Física. São Paulo: Edgard Blucher, 1972. PAULA, R. C. O. O Uso de Experimentos Históricos no Ensino de Física: Integrando as Dimensões Histórica e Empírica da Ciência na Sala de Aula.

O'GRADY, G. et al. One-day, One-problem. An approach to Problem-Based Learning. Singapore: Springer, 2012.

OLIVEIRA, P.M.C. Estamos avaliando bem os candidatos à docência no ensino superior. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 26, n. 3, p. i, 2004.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, UNESCO (2010). Convite oficial e contexto da Conferência Internacional O Impacto das TICs na Educação. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/communication-and-information/ict-in-education/international-conference-ict-in-education/official-announcement-and-background/#c154939>

PEDRISA, C.M. Características históricas do ensino de ciências. Ciência & Ensino, Campinas, n. 11, p. 9-12, 2001.



PENA, F.L.A. Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula? *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 293-295, 2004.

PENA, F.L.A. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 424-438, 2008.

PIAGET, J. *A psicologia da criança*. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

PIZARRO, M. V.; JUNIOR, J. L.: Indicadores de alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. *Revista Investigações no Ensino de Ciências* VOL 20(1), pp. 208-238, 2015.

*Plano inclinado: Um experimento galileano... (PDF Download Available)*. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/311739875\\_Plano\\_inclinado\\_Um\\_experimento\\_galileano\\_a\\_ser\\_realizado\\_por\\_alunos\\_e\\_professores\\_da\\_Educacao\\_Basica](https://www.researchgate.net/publication/311739875_Plano_inclinado_Um_experimento_galileano_a_ser_realizado_por_alunos_e_professores_da_Educacao_Basica) [accessed Jun 04 2018].

POZO, J. I. (2004). A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento. *Pátio, Revista Pedagógica*, 8 (31)

PRODONOV, C. C. *Metodologia do trabalho científico [recursos eletrônicos]: métodos e técnicas de pesquisa e de trabalhos acadêmicos*. 2ª ed. Novo Hamburgo, Feevale, 2013.

REZENDE NETO, A. L. de et al. Sistema de medição de campo magnético baseado no efeito hall e Arduino. 2010. Disponível em:

<<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/msergio/portuguese/ensino-de-fisica/oficina-deintegracao-ii/Monog-10-1-Efeito-Hall.pdf/view>> . Acesso em: Agosto de 2018

RIBEIRO, Luis R. Camargo. *Aprendizagem baseada em problema (PBL): uma experiência no ensino superior*. São Carlos: EduFSCar, 2008.

RUDOLPH, John L. *Scientists in the classroom: the Cold War Reconstruction of American Science Education*. New York: Palgrave, 2002. 262 p.

RODRIGUES, C.A.F.; MENDES SOBRINHO, J.A.C. O ensino de física na escola média: tendências contemporâneas. In: *Encontro de Pesquisa em Educação da UFPI*, 3., 2004, Teresina. Anais... Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2004.

SALAS S, Raúl. ENFOQUES DE APRENDIZAJE ENTRE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. *Estud. pedagóg.*, Valdivia , n. 24, p. 59-78, 1998 . Disponible en <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07051998000100005&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07051998000100005&lng=es&nrm=iso)>. accedido en 24 nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07051998000100005>.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, p. 474-492, 2007. Disponível em: . Acesso em: 11 jun. 2018.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. Metodologia de Pesquisa. 5. ed. São Paulo: Penso, 2013.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, jan. 2003. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6560>>. Acesso em: 16 nov. 2018. doi:<https://doi.org/10.5007/%x>.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. de A. Teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da História da ciência em sala de aula. In: Revista Ciência e Educação, v. 9, n. 1, p. 53-65, Campinas, 2003.

SILVA, M. C. Entendendo o funcionamento dos circuitos elétricos. Revista Física na Escola, v. 12, n. 1, pág 16-19. São Paulo-SP. Abril de 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Boletim, São Paulo, n. 4., dez. 1970. SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Ensino de física: reflexões. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 311-312, set. 2005.

SOUZA, A. R. de et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino de Física, Rio de Janeiro - RJ, v. 33, n. 1, p.1702-1-1702-5, 21 mar. 2011. Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/331702.pdf>>. Acesso: 21 de agosto de 2018.

TARTUCE, G. L. B. P.; NUNESO, M. M. R.; ALMEIDA, P. C. A. Alunos do ensino médio e atratividade da carreira docente no Brasil. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, v. 40, n. 140, p. 445-477, mai./ago. 2010.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: EIXOS ORGANIZADORES PARA SEQUÊNCIAS DE ENSINO DE BIOLOGIA. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 17, 2015, pp. 97-114

VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S. S. A Argumentação e o Ensino de Ciências: Uma Atividade Experimental no Laboratório Didático de Física do Ensino Médio. Investigação em Ensino de Ciências, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 3, p.187-209, 2003.

YOUNG, M.. Para que servem as escolas? Campinas, vol. 28, n. 101, p. 1287- 1302, set./dez. 2007. Disponível em: . Acesso em: 19 dez. 2017.

ZAMBORLINI, M.G. Desenvolvimento profissional de professores: um olhar sobre os professores da educação profissional de nível técnico do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFETES). Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia, Vitória, n 3, p. 20-25, 2. sem./2007.

ZANON, D. Ap. Volante; FREITAS, Denise. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. Revista Ciências & Cognição. Ilha do Fundão. v. 10, mar. 2007. p. 93-103 Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/622>>. Acesso em: 12 mai. 2017.



## APÊNDICE 1

### Questionário inicial

Grupo \_\_\_\_

1-Com suas palavras defina o que é velocidade e rapidez.

2-Que aparelho usamos para medir a velocidade? Descreva-o.

3-Para que se tenha velocidade é necessário ser rápido? Por quê?

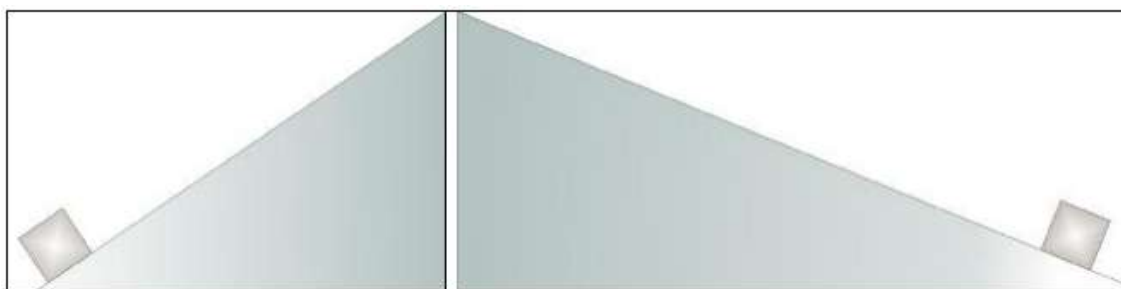
4-Com suas palavras defina intervalo de tempo e instante.

5-De que forma o tempo interfere na velocidade?

6-Ao colocarmos um objeto numa inclinação, sendo essa bem lisa, esse objeto permanece parado? Sim ou não? Por quê?

7-Existe um ditado popular que “quanto mais alto for maior é a queda”. Qual a relação desse dito popular e a Física?

8-Em qual situação é mais fácil levar o bloco ao ponto mais alto, justifique sua resposta?



9-Explique Por que quando subimos uma inclinação, isto é, um morro, usando uma bicicleta cansamos rapidamente?

10-Você quer subir um morro pedalando sem descer ou cair da bicicleta, o que precisa fazer para que isso aconteça?

11-O que podemos fazer para que na subida desse morro, não desçamos da bicicleta?

12-Por que um corpo ou objeto ao longo de uma inclinação cai (desce)? Será que ele sempre vai cair?

## APÊNDICE 2

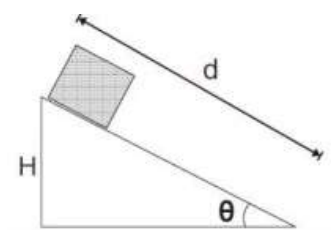
### Questionário final

#### Grupo \_\_\_\_

1-Como se pode determinar experimentalmente o valor da velocidade do carrinho no instante em que atravessa a célula fotoelétrica? Calcule-a.

2-Que tipo de rapidez é registrado pelo velocímetro de um automóvel, a rapidez média ou a rapidez instantânea?

3-Um objeto desce um plano inclinado de um ângulo  $\theta$ . O trabalho da força normal de contato com a superfície quando ele percorre uma distância  $d$  no plano abaixo, vale:



4-Sabendo que em determinados ângulos de inclinação o objeto não adquire movimento. A partir de qual inclinação o carrinho adquire movimento?

5-Já sabendo que o movimento descrito no experimento é um movimento retilíneo uniformemente variado, como podemos calcular a aceleração adquirida pelo carrinho? Determine essa relação.

6-Que relação você pode destacar entre a velocidade adquirida na rampa e a massa do carrinho?

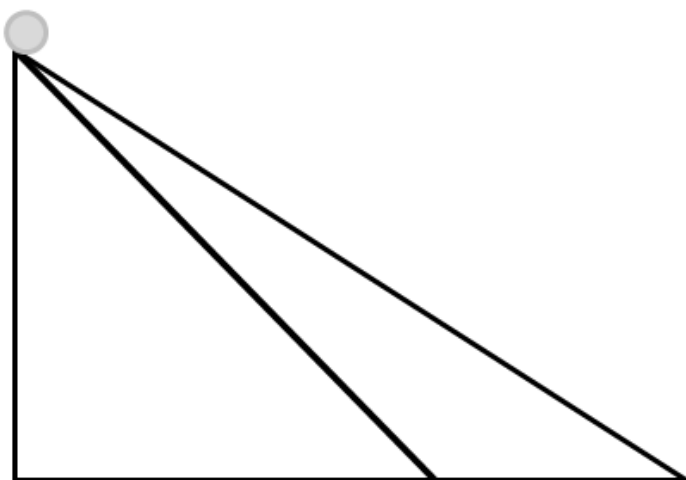
7-Aplicando uma velocidade inicial ao carrinho, o valor da energia cinética no final da rampa será diferente do encontrado? Justifique a sua resposta.

8-Pretendendo-se determinar a energia cinética do carrinho, quais as grandezas que devem ser medidas? Calcule-a.

9-A energia cinética depende da inclinação da pista? Por quê?

10-Determine a equação que relaciona a altura de lançamento do carrinho e a velocidade no final da pista.

11- Na figura abaixo imagine que duas esferas ,de mesma massa, são abandonadas de uma mesma altura ao mesmo tempo em planos inclinados diferentes, desprezando o atrito , em qual deles a esfera chegara primeiro? Justifique.



## APÊNDICE 3

### Código escrito no IDE do Arduino para configuração: CRONÔMETRO

```
//Mestrado Profissional em Ensino de Física.
//Produto educacional para construção e desenvolvimento de experiencia para medição de
velocidade
// CRONOMETRO
//Referencia http://arduinoescola.blogspot.com.br/
#include <LiquidCrystal.h>

//pinos que serão ligados o LCD ao arduino
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

// saída do sensor reflexivo ( HIGH: sem objeto; LOW: detectado objeto)
bool PIR;
unsigned long tempo;
bool aContar = false;
void setup() {
  lcd.begin(16, 2);//LCD de 16 colunas, 2 linhas
  pinMode(13, INPUT); //Vout PIR
  pinMode(9, INPUT);
  analogWrite(6, 50); //definições de contraste do LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Preparando...");
}

void loop() {
  if (digitalRead(13) == 0 && !aContar) {
    aContar = true;
    tempo = millis(); // tempo inicial da contagem em ms
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Medindo...");
  }
  if (digitalRead(9) == 0 && aContar) {
    aContar = false;
    unsigned long total = millis() - tempo; //tempo de duração do impulso LOW (ms)
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Tempo = ");
    lcd.print(total / 1000.0, 3); // tempo em segundos usando 3 casas decimais
    lcd.setCursor(13, 0);
    lcd.print("s");
    delay(10000);
    lcd.clear();
    lcd.print("Preparado...");
  }
}
}
```

## APÊNDICE 4

### Código escrito no IDE do Arduino para configuração: RADAR REFLEXIVO

```

//Mestrado Profissional em Ensino de Física.
//Produto educacional para construção e desenvolvimento de experiencia para medição de
velocidade
//RADAR REFLEXIVO
#include <LiquidCrystal.h>
//pinos que serão ligados o LCD ao arduino
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
// saída do sensor reflexivo( HIGH: sem objeto; LOW: detectado objeto)
bool PIR;
unsigned long tempo;
bool aContar = false;

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); // put your setup code here, to run once:
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(9, INPUT);
  analogWrite(6,50); //definição de contraste do LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("preparado...");
}

void loop() {
  if (digitalRead(9) == 0 && !aContar) {
    aContar = true;
    tempo = millis();// tempo = millis(); tempo inicial da contagem ms
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("medindo..");
  }
  if (digitalRead(9) == 1 && aContar){
    aContar = false;
    unsigned long total = millis() - tempo;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("tempo = ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(total / 1000.0, 3);
    lcd.setCursor (8, 1);
    lcd.print("s");
  }
}

```



**APÊNDICE 5****AVALIAÇÃO DA AULA EXPERIMENTAL**

- 1) Você já havia realizado atividades experimentais antes?  
 Sim    Não
  
- 2) Como você define nossa aula experimental?  
 Ótima    Boa    Regular    Ruim
  
- 3) Os temas abordados na aula, foram úteis e produtivos?  
 Sim    Não
  
- 4) A sua participação no decorrer da atividade experimental foi?  
 Ótima    Boa    Regular    Ruim
  
- 5) O que lhe deixou mais curioso na aula de hoje?  
 Experimento    A explicação da teoria    As duas opções
  
- 6) Você gostaria de ter mais aulas de Física assim?  
 Sim    Não    Talvez
  
- 7) Como você avalia o experimento do plano inclinado?  
 Ótimo    Bom    Regular    Ruim
  
- 8) O material disponibilizou informações e elementos suficientes para a realização do experimento?  
 Ótima    Boa    Regular    Ruim

APÊNDICE 6

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PIAUÍ



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**PRODUTO EDUCACIONAL - ESTUDO DO PLANO INCLINADO:  
DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO  
INVESTIGATIVO NA PERSPECTIVA TEÓRICA DE DEWEY E APRENDIZAGEM  
BASEADA EM PROBLEMAS**

Teresina  
2019

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	3
2 SEQUENCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO (SEI).....	4
3 MONTAGEM DO PLANO INCLINADO .....	6
4 CONFIGURANDO O ARDUINO.....	12
5 UTILIZANDO O PLANO INCLINADO COM O ARDUINO.....	18
6 OS MOMENTOS DE APRENDIZAGEM .....	20
7 REFERÊNCIAS .....	49
APÊNDICE 1.....	50
APÊNDICE 2.....	51



## INTRODUÇÃO

O ensino de Física é visto por grande parte dos alunos como de difícil entendimento, principalmente por envolver muitas operações matemáticas. Estudantes reclamam constantemente das estratégias utilizadas por professores que ainda se valem de métodos tradicionalistas para entendimento de fenômenos Físicos, tornando as situações abordadas subjetivas, indo contra metodologias que mostram que é necessário dar um significado no instante da aquisição do conhecimento. Além disso, existe uma quantidade elevada de alunos bastante desmotivados, levando o professor a buscar métodos que possam seduzir o aluno para a efetiva formação intelectual do indivíduo.

Pela prática docente, o estudo da Física é considerado, por grande parte dos alunos, um tema difícil de assimilar a teoria com a prática. Isso pode ser explicado devido ao fato de atividades experimentais dessa área não serem constantemente aplicadas e difíceis de reproduzir principalmente da rede pública um dos fatores é a deficiência de laboratórios de Física, dificultando assim o aprendizado dos alunos. Uma possível explicação é o alto custo na montagem de um laboratório didático.

O presente trabalho foi desenvolvido como um mecanismo didático em forma de sequencia de ensino investigativo (SEI) com embasamento na teoria do pragmatismo de Jonh Dewey e no método da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Para isso, foi construído um aparato experimental baseado no plano inclinado de Galileu, utilizando o Arduino<sup>®</sup> como ferramenta de verificação de dados coletando o tempo através de sensores IR. Os dados serão coletados, pelos próprios alunos e acondicionados em tabelas para posterior análise.

A seguir, será mostrado passo a passo da montagem do experimento, utilização e configuração do Arduino<sup>®</sup>, aplicação do roteiro experimental e as aulas a serem ministradas pelo professor.

## 2 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO (SEI)

Para Carvalho a SEI pode ser definida como:

Sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. (2016, p.09)

Podemos compreender esta SEI analisando o significado de cada etapa.

Analisando a Etapa 1, antes de iniciar os Momentos de Aprendizagem o professor usará as situações problema (SP) ou questões abertas, no total de duas, presentes no produto educacional como questionário inicial para observar os conhecimentos prévios dos alunos. Para Azevedo (2009) “chamamos de questões abertas aquelas em que procuramos propor para os alunos fatos relacionados ao seu dia-a-dia, cuja explicação estivesse ligada ao conceito discutido e construído nas aulas anteriores”. Segundo a autora esta etapa é de muita importância devido ao melhoramento da argumentação dos alunos e destaca também a importância do uso da linguagem científica, inicialmente em construção, mas nessa etapa ainda prevalece o senso comum ou conhecimento popular e a organização das atividades serão feitas em pequenos grupos de alunos.

Durante a Etapa 2, já de posse dos questionários das duas SP inicia-se o Momento de Aprendizagem com o assunto a ser abordado com base na análise dos questionários, dando ênfase onde há maior dificuldade reforçando a linguagem científica aumentando assim o conhecimento científico. Essa etapa consome várias aulas dependendo do planejamento do professor e o ritmo de absorção dos alunos.

Na etapa 3, Sugestão de Experimentação, o professor organizará o experimento dado como sugestão no final dos Momentos de Aprendizagem. Esse experimento, executado pelos alunos, permite sair do campo da teoria e entrar no campo da experimentação que neste contexto o mais importante é permitir aos alunos o tempo necessário para o levantamento de hipóteses e indica as devidas soluções para as SP apresentada. Segundo Carvalho (2014, p.45) as demonstrações investigativas “partem da apresentação de um problema relacionado ao fenômeno a ser estudado e propõem ao aluno uma reflexão acerca desse fenômeno, proporcionando um caráter investigativo a esta atividade”.

Na Etapa 4, Laboratório Aberto, complemento da Etapa 3 permitirá ao aluno um papel mais científico, pois, ao ser apresentado a SP, o aluno terá que pensar da mesma forma que um cientista para solucionar o problema. A solução de uma questão, que no caso será

respondida por uma experiência é a característica básica de um Laboratório Aberto. (AZEVEDO 2009, p.27).

Segundo Carvalho (2014) o Laboratório Aberto é uma investigação experimental onde se pretende que os alunos, organizados em grupos resolvam problemas.

Nesta etapa de Laboratório Aberto, sem roteiro definido, os alunos irão medir experimentalmente as grandezas tempo e através dela calcular os valores para cada momento de aprendizagem, que assim achar necessário. A previsão é que os alunos consigam fazer esta atividade por si só, mas com a intermediação do professor que aqui faz o papel de tutor.

Na etapa 5. Verificação do Conhecimento Adquirido, ocorrerá ao final da SEI com o objetivo de verificar se ainda há alguma dúvida por parte dos alunos. Verificado o professor poderá devolver as SP1 e 2 de cada momento de aprendizagem para novamente ser resolvida. Esta etapa terá dois momentos: 1- No primeiro os alunos terão um tempo para organizar uma discussão entre os grupos para poder socializar com toda a classe; 2- No segundo momento, o professor realizará um debate sobre todas as etapas realizadas e em seguida apresentará uma aula interativa explorando toda a situação-problema analisada nas etapas anteriores e solicitará aos alunos a resolução, individual. O professor poderá elaborar e executar uma lista de exercícios como atividade extra. A justificativa para isso se deve ao fato que estamos trabalhando com alunos do Ensino Médio que em breve farão o ENEM e/ou vestibulares. Vale salientar que a sistematização do conhecimento também é realizada ao final de cada etapa, no momento em que os alunos fazem as discussões em grupo.

Outro ponto importante é a avaliação da SEI, pois precisamos perceber se houve, e como aconteceu a construção do conhecimento. Segundo Pizarro (2015) em seu artigo os indicadores de alfabetização científica seriam três: 1- *Habilidade dos alunos*, diretamente ligadas a situações nas quais os alunos põem em jogo aquilo que conhecem, suas ideias prévias e também as adquiridas em sala de aula, *habilidades de leitura* para reconhecer a ciência em vários suportes e poder debater sobre o conceito adquirido, *habilidades de escrita* para que o aluno seja capaz de dar um tratamento científico oriundos de possíveis dados de experiências e atividades propostas pelo professor; 2- *Argumentação do aluno* favorecendo posicionamentos críticos, respeito a diversidade de opiniões, defesa de suas próprias ideias e ampliação delas a partir de debates tendo como referencia os conteúdos estudados em sala de aula; 3- *Implicações sociais* que o aprendizado em ciências do aluno possa gerar, a ação em sociedade é um elemento indissociável e multiplicar esse aprendizado de maneira critica valorizando os saberes adquiridos na escola e na sua vida cotidiana participando com coerência e consciência da vida em sociedade.

O quadro 1 ajuda a sistematizar a aplicação da SEI em cada momento de aprendizagem.

**Quadro 1:** Sistematização da SEI.

ATIVIDADES PROPOSTAS	MOMENTOS	DURAÇÃO
Etapa 1: Resolução das situações problema (SP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitura das SP's;</li> <li>- Debate da SP1;</li> <li>- Debate da SP2;</li> <li>- Verificação e avaliação das resoluções.</li> </ul>	2 aulas
Etapa 2: Início dos momentos de aprendizagem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baseado nos resultados das SP1 e SP2;</li> <li>- Aula expositiva nos moldes tradicionais;</li> <li>- Resolução de exercícios.</li> </ul>	De 8 a 10 aulas (dependendo de cada momento e planejamento do professor)
Etapa 3: Sugestão de experimentação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação da atividade experimental;</li> <li>- Debate em grupos para analisar e justificar os resultados encontrados;</li> <li>- Verificação dos resultados da experimentação e dos debates.</li> </ul>	4 aulas
Etapa 4: Laboratório aberto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Complemento da Etapa 3;</li> <li>- Solucionar o problema com base na experimentação;</li> <li>- Elaboração das estratégias para a resolução do problema;</li> </ul>	4 aulas
Etapa 5: Verificação do conhecimento adquirido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debates em grupo com mediação do professor – tutor para a resolução do problema;</li> <li>- Resolução das SP1 e SP2 de cada momento de aprendizagem;</li> <li>- Apresentação das soluções;</li> <li>- Aplicação de listas de exercícios;</li> <li>- Avaliação da atividade em sala.</li> </ul>	4 aulas

**Fonte:** O próprio autor.

A partir do resumo sobre a SEI podemos apresentar a sequência de ensino investigativo sobre Cinemática, Dinâmica e Energia.

### 3 MONTAGEM DO PLANO INCLINADO

A seguir são apresentados materiais necessários para a construção do plano inclinado e do dispositivo de medição de tempo (cronômetro) com Arduino®.

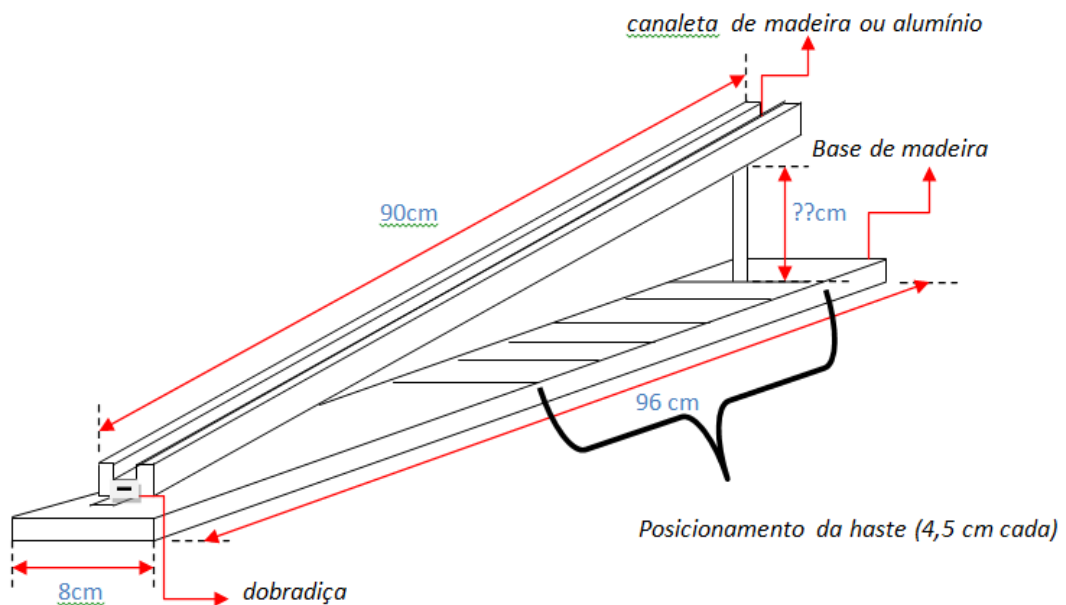


- Madeira
- Carrinho de brinquedo ou esfera lisa
- Astes de alumínio
- Arduino Uno
- Fios *jumpers* de cores diferentes;
- 1 Display LCD 16 x 2
- 2 Módulo sensor reflexivo IR LM393
- Potenciômetro regulável 10 $\Omega$
- 1 Protoboard

Para um melhor aproveitamento e para que não haja problemas, sugiro que o plano inclinado seja construído por um marceneiro seguindo o esquema da figura 1 cabendo ao professor apenas a fixação dos aparatos e suportes. Um detalhe muito importante é que a canaleta pode ser feita conforme a figura ou circular, dependendo do objeto que deslizará pela canaleta.

Feito de madeira, ele possui 90 cm de comprimento e é apoiado numa base de sustentação.

**Figura 1:** Ilustração do plano inclinado.

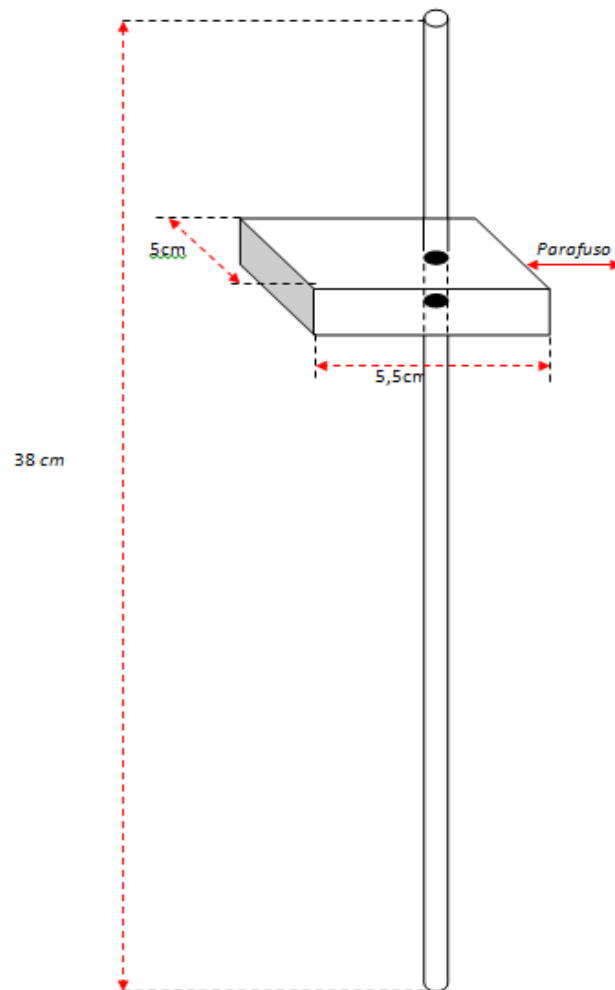


**Fonte:** O próprio autor.

Devido ao sistema de encaixe entre o plano inclinado e a base de sustentação, a altura que este fica posicionado na vertical é totalmente regulável com o auxílio de uma haste de alumínio (no caso usei uma haste retirada de uma antena de TV) de 38 cm, acoplado com uma

base de madeira de 5 x 5,5cm ajustável, como mostra a figura 2, sendo que a sua altura inicia-se com 18cm de comprimento e pode ser aumentada em mais de 20cm.

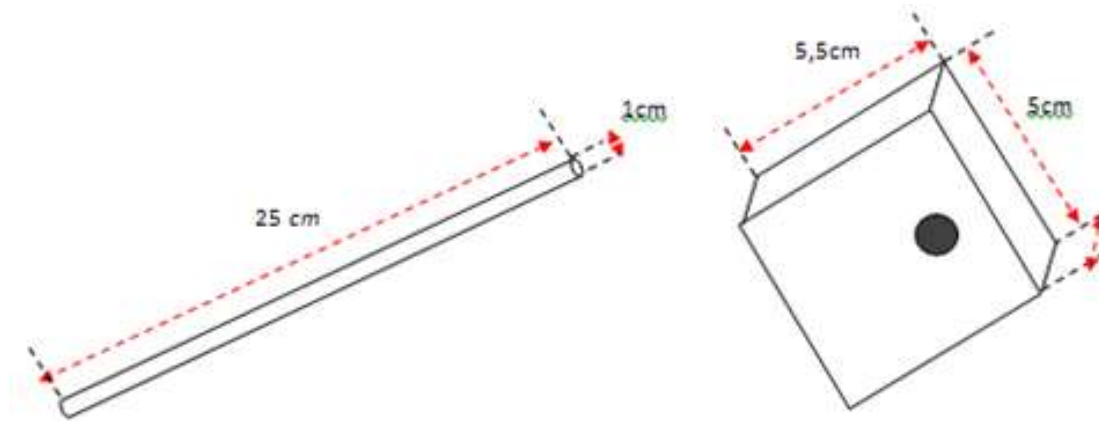
**Figura 2:** Haste de regulagem da altura e ângulo de inclinação.



**Fonte:** O próprio autor.

Em seguida eis os moldes de acoplamento para os sensores que obedecem as mesmas medições da base de madeira num total de três bases, sendo que uma delas deve ser totalmente vazada para que haja o deslizamento na haste de alumínio de 25 cm como mostra a figura 3.

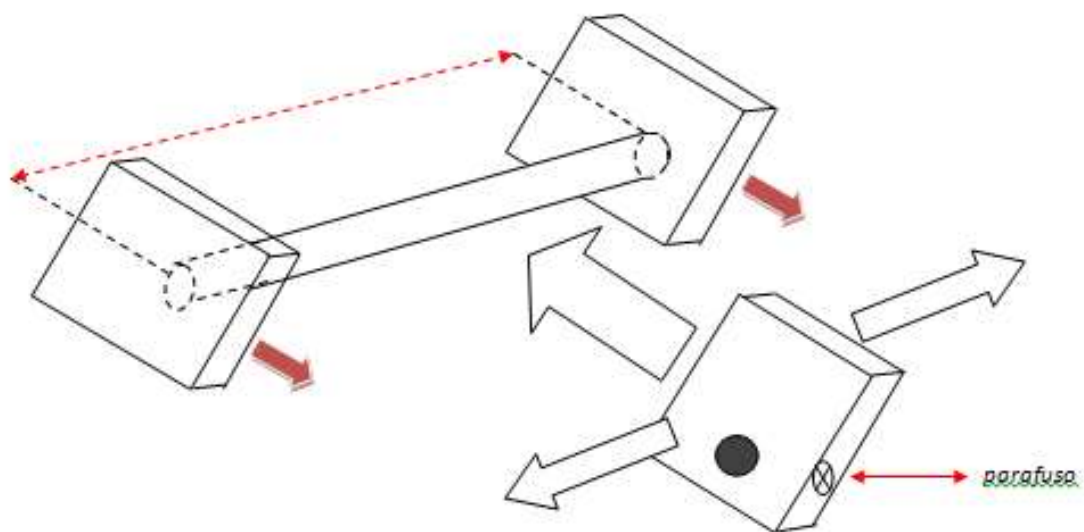
**Figura 3:** moldes de acoplamento para os sensores.



**Fonte:** O próprio autor.

O esquema de encaixe e deslizamento para variação da posição dos sensores esta representado na figura 4 abaixo.

Figura 4: Acoplamento e deslizamento para os sensores.



**Fonte:** O próprio autor.

Em seguida cole-as na canaleta do plano inclinado usando cola de madeira, cola instantânea ou fixe-as com parafusos, recomendo usar fita dupla face.

A seguir temos a figura 5, que apresenta registros fotográficos do plano inclinado.

A canaleta foi cavada nas dimensões suficientes para o rolamento de uma bola de gude ou um móvel estilo *Hot wheels* (é uma marca de carros de brinquedo americana da categoria *die-cast*, que engloba modelos em miniatura feitos de metal injetado). Escolhemos a bola de por ter uma superfície bastante lisa e polida e o móvel por ter as apenas duas rodas onde a superfície de contato é mínima e se adapta perfeitamente a canaleta, sendo que ambos os tamanhos são possíveis de serem utilizados neste plano inclinado após testes realizados no mesmo. A figura 5 também mostra o móvel utilizado no experimento.

**Figura 5:** Plano inclinado montado.

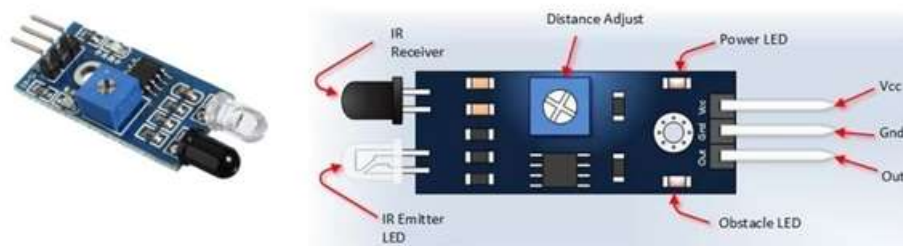


**Fonte:** O próprio autor.

O próximo passo seria então realizar o experimento no plano inclinado. O objetivo do experimento é medir os deslocamentos efetuados pelo carrinho e seu respectivo tempo de descida, tentando descobrir se o movimento no plano inclinado corresponde a um movimento uniformemente variado ou não e observar se uma aula teórica aliada a prática é capaz de produzir uma aprendizagem bastante significativa.

É necessário selecionar instrumentos para medição de distância e de tempo. Quanto ao instrumento de medição de tempo, que foi um dos problemas encontrados por Galileu e selecionamos 2 sensores reflexivos IR (*infra – red*), figura 6, posicionados ao longo do plano inclinado interligados a plataforma de prototipagem Arduino<sup>®</sup> UNO .

**Figura 6:** Sensores IR.



**Fonte:** O próprio autor.

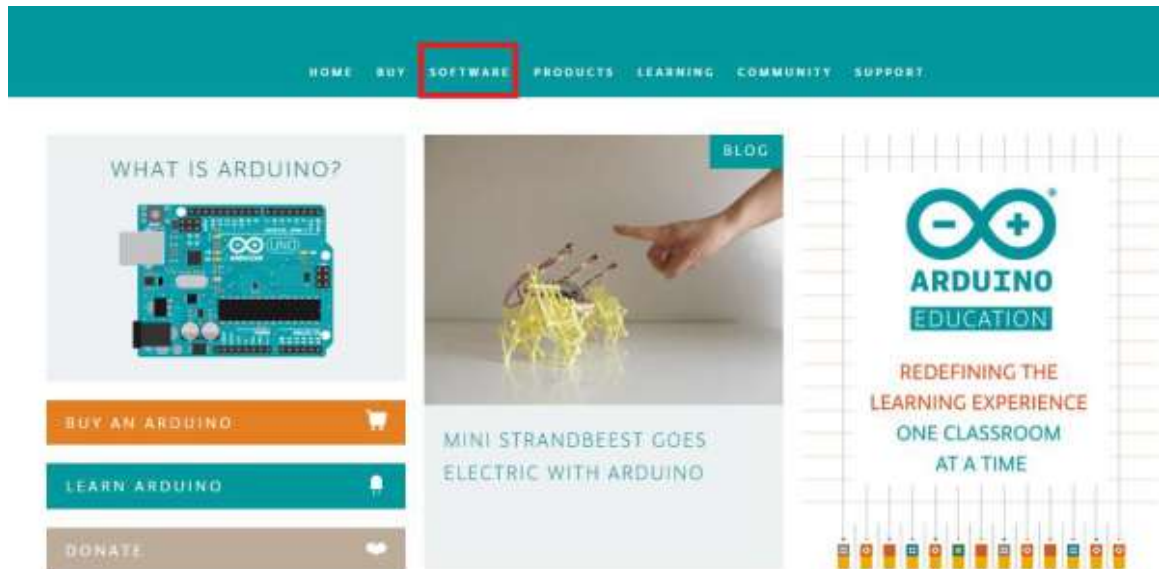
Utilizamos os sensores IR figura 94 em dois *sketchs*, um como interruptores para ligar e desligar um cronômetro programado na interface IDE do Arduino UNO, e outro para marcar o tempo de passagem por apenas um dele. Os *sketchs* dos códigos encontram-se no Apêndice 1 e 2 desse produto educacional.

## 4 CONFIGURANDO O ARDUINO®

Para configurar o Arduino® é necessário baixar o programa IDE que faz a comunicação entre o PC e o Arduino® através da porta USB.

Para executar o download do ambiente de programação (IDE) do Arduino®, entre no site <https://www.arduino.cc/>, clique em “software” como apresentado na figura 95.

**Figura 7:** site arduino.cc



**Fonte:** O próprio autor.

Em seguida, faça o download de acordo com o sistema operacional do computador. Observe na figura 8.

**Figura 8:** Download do aplicativo arduino.

### Download the Arduino IDE



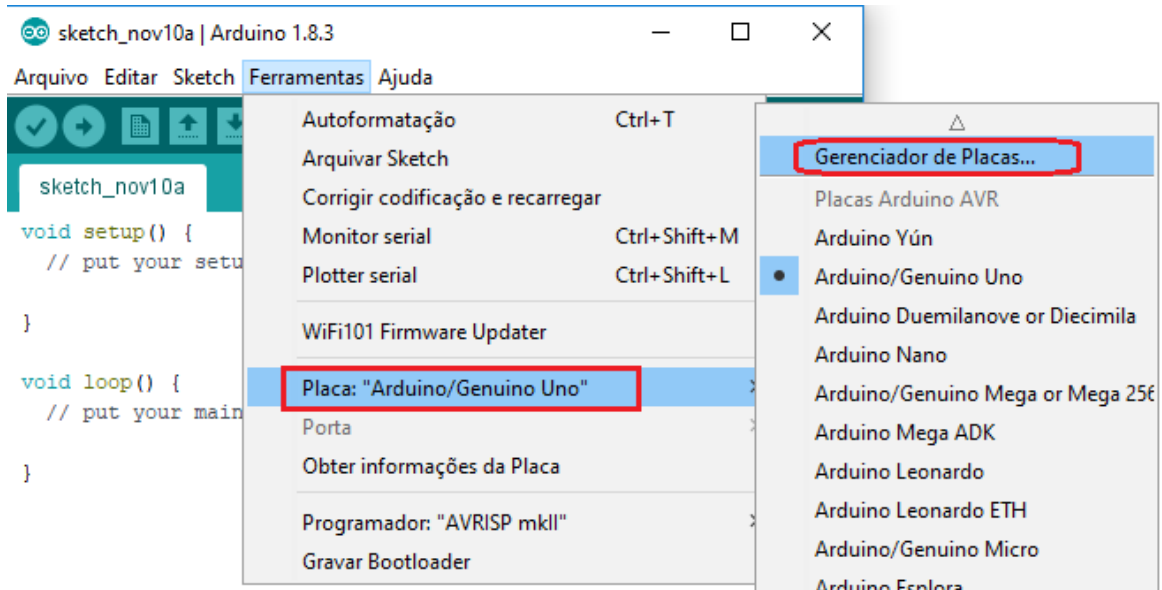
**Fonte:** O próprio autor.

Feito o download, instale o arquivo no seu computador. Você agora possui um ambiente de programação com linguagem baseada em C/C++, porém, o arduino não está reconhecido no

IDE do Arduino. Siga os passos a seguir obedecendo a ordem de execução para a correta configuração:

1. Abra a IDE do Arduino, siga em seguida os passos apresentado na figura 9.

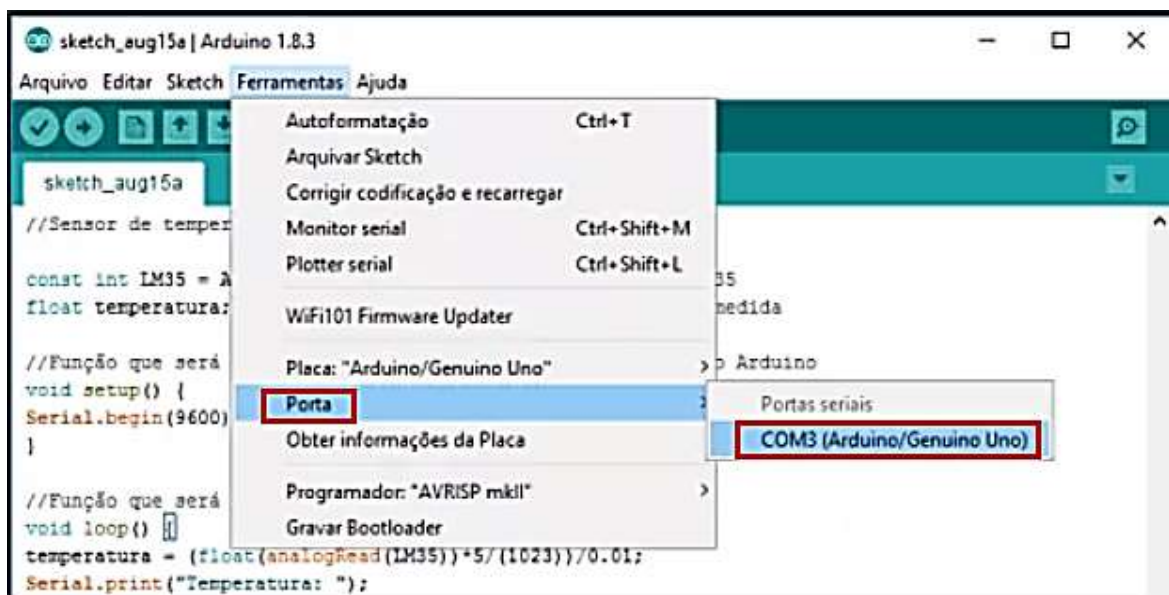
**Figura 9:** IDE do arduino.



Fonte: o próprio autor

2. Em seguida configure a porta como na figura 10.

**Figura 10:** Porta do arduino.



Fonte: O próprio autor.

Feito essas duas etapas o Arduino<sup>®</sup> já está pronto para ser usado, restando agora apenas carregar os *sketchs*, no apêndice 1 e 2 desse manual. As figuras 11 e 12 mostram esse códigos.



**Figura 11:** *Sketch* do programa “Radar Reflexivo”.

```

//Mestrado Profissional em Ensino de Física.
//Produto educacional para construção e desenvolvimento de experiência para medição de velocidade
//Referencia http://arduinoescola.blogspot.com.br/
#include <LiquidCrystal.h>
//pinos que serão ligados o LCD ao arduino
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

// saída do sensor reflexivo ( HIGH: sem objeto; LOW: detectado objeto)
bool PIR;
unsigned long tempo;
bool aContar = false;
void setup() {
  lcd.begin(16, 2); //LCD de 16 colunas, 2 linhas
  pinMode(13, INPUT); //Vout PIR
  pinMode(9, INPUT);
  analogWrite(6, 50); //definições de contraste do LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Preparando...");
}
void loop() {
  if (digitalRead(13) == 0 && !aContar) {
    aContar = true;
    tempo = millis(); // tempo inicial da contagem em ms
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Medindo...");
  }
  if (digitalRead(9) == 0 && aContar) {
    aContar = false;
    unsigned long total = millis() - tempo; //tempo de duração do impulso LOW (ms)
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Tempo = ");
    lcd.print(total / 1000.0, 3); // tempo em segundos usando 3 casas decimais
    lcd.setCursor(13, 0);
    lcd.print("s");
    delay(10000);
    lcd.clear();
    lcd.print("Preparado...");
  }
}
}

```

**Fonte:** O próprio autor.



Figura 12: Sketch do programa “Cronômetro”.

```

#include <LiquidCrystal.h>
//pinos que serão ligados o LCD ao arduino
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
// saída do sensor reflexivo( HIGH: sem objeto; LOW: detectado objeto)
bool PIR;
unsigned long tempo;
bool aContar = false;

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); // put your setup code here, to run once:
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(9, INPUT);
  analogWrite(6,50); //definição de contraste do LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("preparado...");
}

void loop() {
  if (digitalRead(9) == 0 && !aContar) {
    aContar = true;
    tempo = millis(); // tempo = millis(); tempo inicial da contagem ms
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("medindo..");
  }
  if (digitalRead(9) == 1 && aContar){
    aContar = false;
    unsigned long total = millis() - tempo;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("tempo = ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(total / 1000.0, 3);
    lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print("s");
  }
}
}

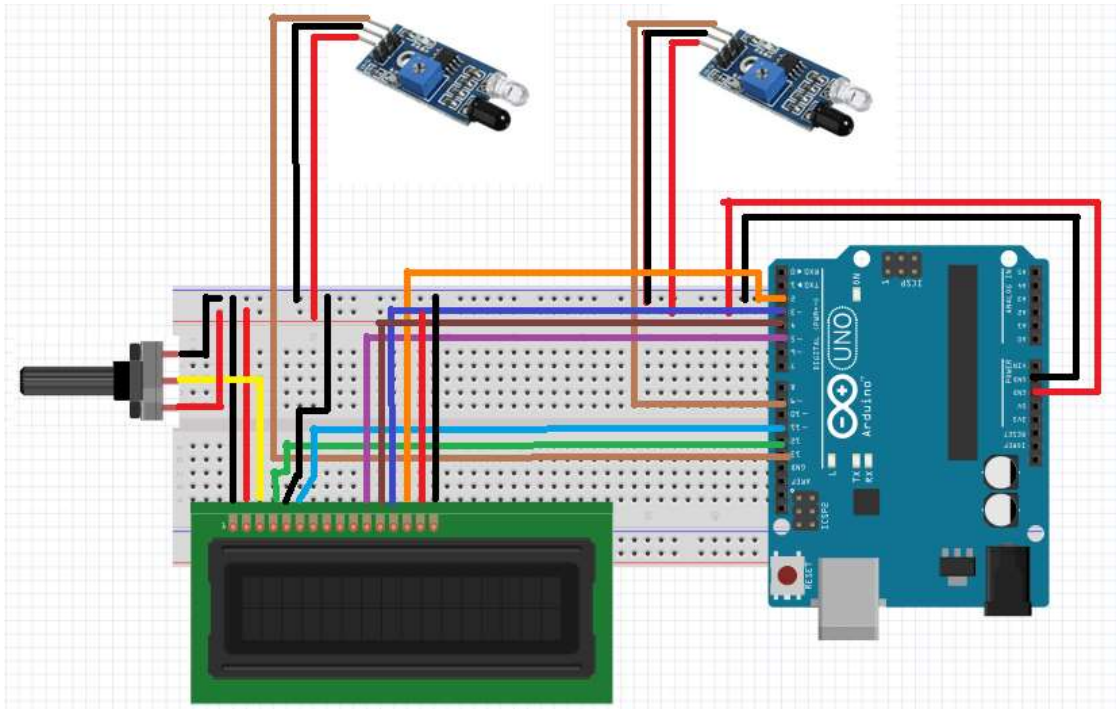
```

Fonte: O próprio autor.

Para a montagem da parte eletrônica do experimento segue abaixo descrito na figura 13 e 14 o esquema eletrônico das ligações.

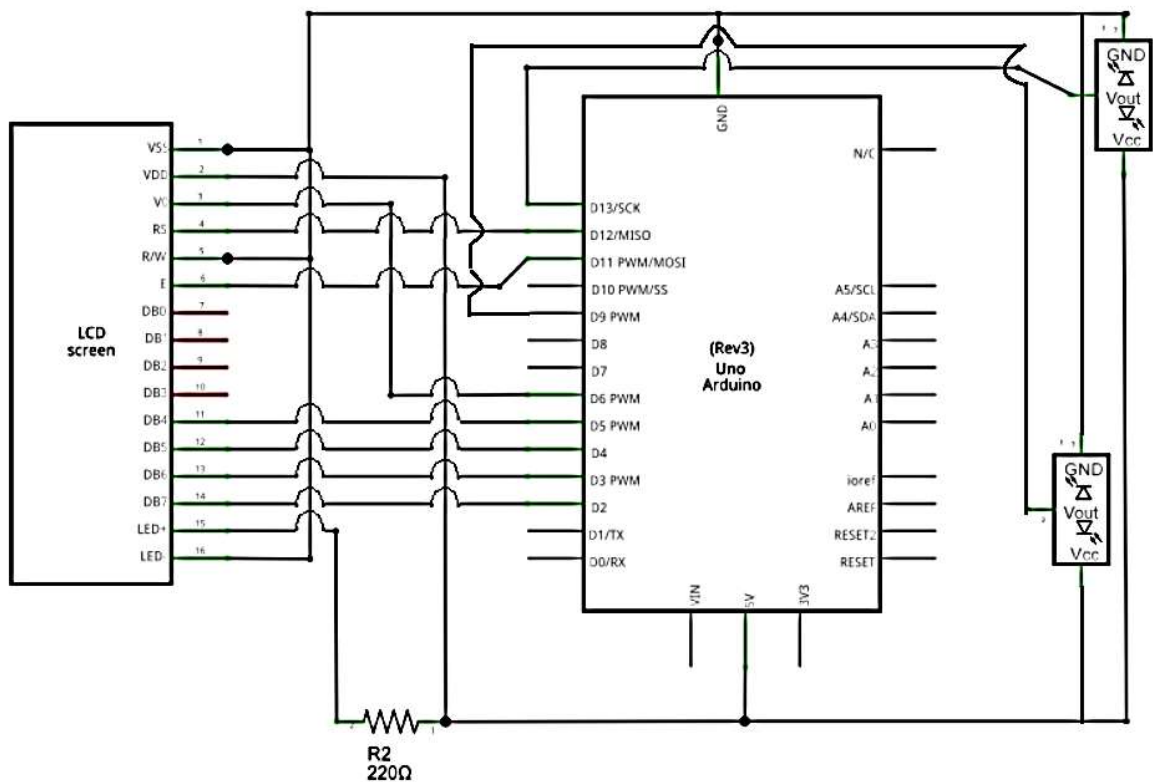
Vale salientar que o esquema de ligação abaixo serve para os dois *scracths*, não há necessidade de mudar os esquemas de ligação e sim só o funcionamento de um deles, no caso o segundo sensor que está ligado ao pino 9 do arduino, esse funcionará como um radar flexivo, marcado a passagem de tempo apenas por ele.

Figura 13: Esquema de montagem.



Fonte: O próprio autor.

Figura 14: Diagrama esquemático.

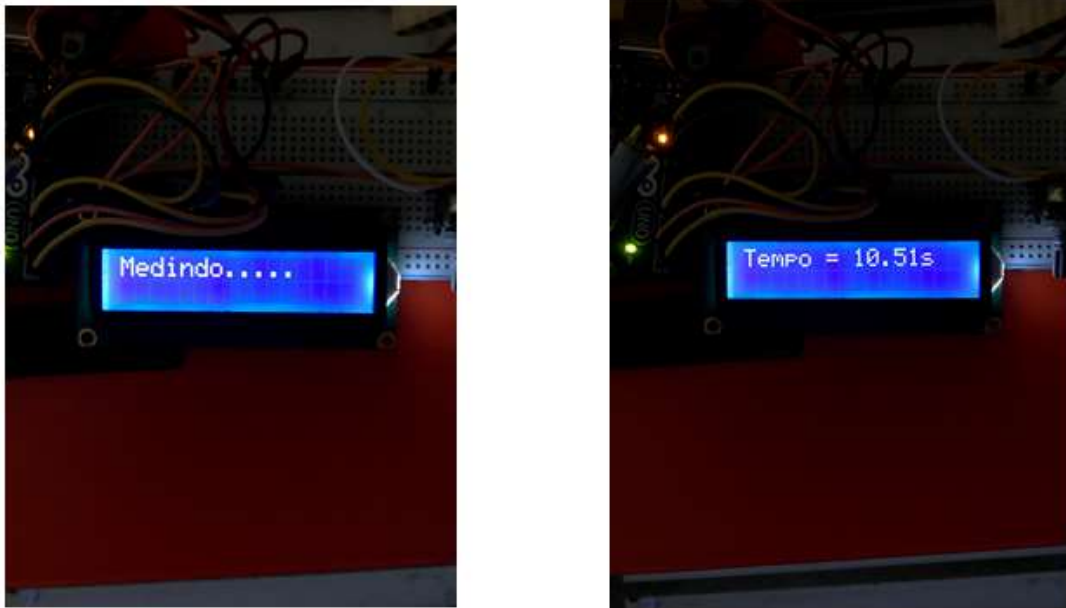


Fonte: O próprio autor.

Um cronômetro progressivo será exibido no display de Lcd 16x2 incluído no pacote do Arduino®, e mede o intervalo de tempo referentes à passagem de um obstáculo pelos sensores

que funcionam por reflexão. Como vemos na figura 15 o intervalo de tempo transcorrido entre esses acontecimentos de foi de 10,51s, apenas como teste.

**Figura 15:** Exemplo de cronometragem.



**Fonte:** O próprio autor.

**Figura 16:** Experimento montado.



**Fonte:** o próprio autor.

Por fim, na figura 16 temos o plano inclinado já finalizado e montado a parte eletrônica do sistema.

## 5 UTILIZANDO O PLANO INCLINADO COM O ARDUINO

Em toda nossa historia utilizamos planos inclinados sem nem perceber, estradas, rampas de acessibilidade, rampas para transportes de cargas até mesmo um simples parafuso é exemplo de plano inclinado.

Quando temos planos inclinados para levantar um objeto de massa considerável, com inclinações diferentes, em qual desses é mais fácil o movimento de subida? No de inclinação maior ou menor? Obviamente, na trajetória menos inclinada, pois em inclinação maior, teremos que realizar uma força que seja maior que a componente  $x$  do peso do corpo por que a medida que o ângulo aumenta a componente  $x$  do peso também aumenta. Já no segundo caso, numa inclinação menor devemos fazer uma força que seja maior que uma das componentes de seu peso, neste caso, em menor valor, pois a componente horizontal é menor devido ao ângulo de inclinação ser menor.

Por isso, no nosso cotidiano, usamos muito o plano inclinado para facilitar certas tarefas.

Após montagem do plano inclinado com arduino descrito no tópico anterior e muito fácil de usar. Basta carregar os Scratch de programação que desejar na interface do IDE e fazer alguns testes. Lembrando que cada um tem uma função diferente para casa sensor.

Abandone o carrinho da posição que desejar, mas conforme as leis da física o ideal é que ele seja abandonado na posição do primeiro sensor, assim fica configurado que a velocidade inicial é zero. Se preferir variar a distancia entre os sensores o suporte do meio tem esse objetivo afim de, com clareza, mostrar as relações entre a distância e o tempo.

A cada ângulo de inclinação para uma medida mais precisa utilizamos app dispostos no *play store* do sistema android e *app store* do sistema IOS. Existem varias versões de transferidores virtuais, aqui foi utilizado o app para sistema IOS e o escolhido foi o da figura 17, disponível no endereço <https://itunes.apple.com/br/app/ilevel-protractor-level/id458980311?mt=8>.

**Figura 17:** logotipo do aplicativo.



**Fonte:** Autor, 2018

Para os dispositivos android existe o app ON PROTRACTOR disponível no google play no endereço eletrônico <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.potatotree.onprotractor>.

Feito todos os procedimentos adequadamente agora é só trabalhar em sala de aula seguindo a sequencia didática descrita no tópico 6 desse produto educacional.

## Momento de Aprendizagem 1 – 08 aulas

### O ESTUDO DA CINEMÁTICA

A Cinemática é a parte da Física que estuda o movimento, sem preocupar-se com as causas e efeitos deste mesmo movimento. Para esse estudo recorreremos constantemente ao conceito primitivo de tempo. Dentro do corpo teórico da Cinemática o tempo aparece como uma grandeza física independente, enquanto as outras, como velocidade, são dependentes deste.

#### SITUAÇÃO PROBLEMA 1

Leia a seguinte notícia retirada do portal G1 relacionada a morte do cantor sertanejo Cristiano Araújo. Ao final responda a pergunta.

### Físico analisa velocidade média de carro de sertanejo antes do acidente

Segundo profissional, percurso foi feito a uma média de 162 km/h. Entretanto, número não representa velocidade no momento da saída de pista.

Do G1 GO

O físico Reges Guimarães analisou a velocidade média feita pelo carro de Cristiano Araújo, que morreu em um acidente na BR-153, momentos antes da saída de pista. O cálculo foi feito com base no horário das imagens de uma câmera de segurança de um posto de combustíveis que fica a 57 km do local do acidente. No vídeo, o motorista e o empresário do cantor Cristiano Araújo entram na lanchonete do estabelecimento e deixam o local 21 minutos antes do acidente. "Ele fez uma velocidade média de 162 km/h".

As imagens foram obtidas com exclusividade pela TV Anhanguera. O horário da câmera que fez o registro marca 2h49 de quarta-feira e, segundo a direção do posto de combustível, estava correto. Segundo informou ao G1 o inspetor da (PRF), Fabrício Rosa, a saída de pista que provocou a morte do casal ocorreu às 3h10.

Entretanto, esse valor não serve para determinar qual a velocidade do carro no momento do acidente. "Eu posso ter uma velocidade alta em um determinado momento e ter reduzido muito em outro ponto, até mesmo para muito abaixo do limite permitido. Essa conta é para determinar uma média entre o carro passar de um ponto a outro", explicou Guimarães.

"Esse horário foi registrado com base no relato do motorista e testemunhas aos policiais que atenderam à ocorrência", explicou o inspetor. Rosa explica que o posto de combustíveis está situado no Km 670, enquanto o acidente ocorreu no Km 612,6 da rodovia."

As imagens mostram quando o motorista Ronaldo Miranda e o empresário Victor Leonardo, que sobreviveram ao acidente e já tiveram alta do hospital, entram no estabelecimento, compram um lanche e vão embora (veja vídeo). Após pegarem pastéis e cural, eles pagam a conta e vão embora. Cristiano Araújo e Allana não aparecem na filmagem, pois haviam ficado no carro...

Com suas palavras descreva como esse perito Físico conseguiu estimar essa velocidade média?

---

---

---

---

## SITUAÇÃO PROBLEMA 2

Ao atravessarmos uma rua, sem semáforo ou sem faixa de pedestres, sempre fazemos um cálculo de física quase que instantaneamente e não percebemos, a única pergunta que respondemos é “será que dá tempo passar?”. Por ventura você quer atravessar uma rua assim e em uma determinada distância você vê um carro a uma velocidade considerável, que questionamentos você usa para poder atravessar essa rua sem problemas e que nada lhe aconteça?

**Figura 18:** ilustração SP2



Fonte: <https://www.vix.com/pt/bdm/de-carona/direitos-do-pedestre-que-nem-todo-mundo-lembra-e-as-infracoes-relacionadas-a-eles>

---

---

---



## Conceitos básicos de Cinemática

Alguns conceitos, primitivos e derivados, são necessários na descrição do movimento. Abaixo uma lista com os principais.

1. **Móveis e Ponto material:** *os corpos em movimento serão chamados de móveis e também de pontos materiais, pois para nosso interesse, suas dimensões serão desprezíveis.*
2. **Posição:** *local ocupado por um móvel num determinado instante (tempo extremamente curto).*
3. **Trajetória, percurso ou caminho:** *o conjunto das posições ocupadas por um móvel.*
4. **Origem:** *é o marco zero das posições, diferente de posição inicial do móvel, que indica de onde este iniciou o movimento ou onde ele estava no tempo inicial (tempo zero).*
5. **Estudo de movimento:** *o estado de movimento de um corpo é caracterizado por grandezas como posição, velocidade e aceleração. Movimento e repouso são estados de movimento de um corpo.*
6. **Movimento, repouso e referencial:** *estes três conceitos estão interligados.*

**Movimento** – um corpo está em movimento quando sua posição muda em relação a um corpo de referência (referencial ou sistema de referência).

**Repouso** – um corpo está em repouso quando sua posição não muda em relação ao referencial adotado.

**Referencial** – um corpo que é adotado como referência para determinar se um outro corpo está em movimento ou não; para descrever o movimento de um corpo é necessário um outro como referência. Não faz sentido tentar afirmar se um corpo está em repouso ou em movimento sem adotar um referencial.

## Velocidade Escalar Média e Velocidade

Definição matemática de velocidade média:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Onde  $\Delta S$  representa o espaço percorrido e  $\Delta t$  o tempo transcorrido.

Definição matemática de velocidade instantânea:

$$V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

A diferença está no tempo, pois na segunda expressão este tende a zero.

### **Aceleração Escalar Média e Aceleração Escalar Instantânea**

Definição matemática de aceleração média:

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Onde  $\Delta V$  representa a variação de velocidade (aumento ou diminuição) e  $\Delta t$  o tempo transcorrido.

Definição matemática de aceleração instantânea:

$$a_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

A aceleração mede a rapidez com que a velocidade de um corpo está variando.

### **Movimento Progressivo e Retrógrado, Movimento Acelerado e Retardado**

**Movimento progressivo** - é aquele em que o móvel movimenta-se no sentido positivo da trajetória (ele está “indo”).

**Movimento retrógrado** - é aquele cujo móvel está realizando seu movimento na direção negativa da trajetória (ele está “vindo”).

**Movimento acelerado** - pode ser entendido por aquele no qual o módulo da velocidade está aumentando, ou seja, a aceleração age no mesmo sentido da velocidade.

**Movimento retardado** - podemos entender que o módulo da velocidade está diminuindo com o tempo, ou seja, a aceleração age no sentido oposto à velocidade.

### **Movimento Uniforme (MU)**

O movimento uniforme (MU) é o tipo mais simples de movimento. Nesse movimento a velocidade do corpo que se desloca é constante e, portanto, o móvel faz deslocamentos iguais em tempos iguais. Uma gota de água descendo em um tubo de vidro cheio de óleo ou um paraquedista descendo com seu paraquedas aberto são exemplos desse tipo de movimento.

Quando a trajetória é reta o movimento é chamado de movimento retilíneo uniforme (MRU).

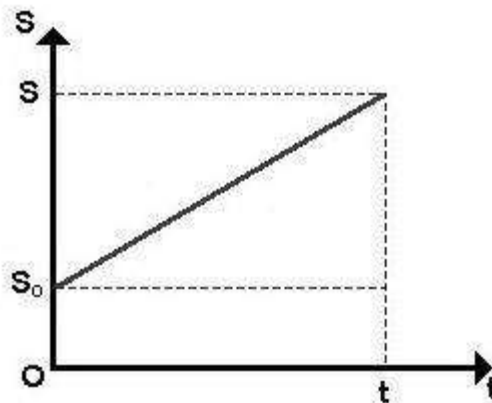
Como a velocidade de um MU é constante, isto é, tem sempre o mesmo valor, podemos calculá-la sempre que for preciso tomando um determinado intervalo de tempo e o deslocamento correspondente

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

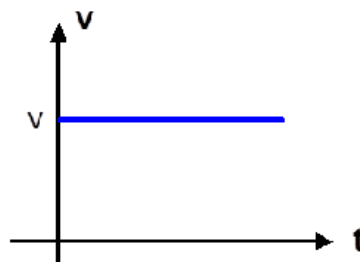
Representando a posição inicial de um corpo em movimento uniforme por  $S_0$ , a posição em um instante futuro  $t$  por  $S$  e, a velocidade do movimento por  $v$ , podemos escrever uma equação – denominada função horária do MU – que descreve esse tipo de movimento:

$$S = S_0 + v \cdot t$$

Os gráficos da função horária dos espaços de um MU tem sempre o formato de uma reta inclinada:



A velocidade, por sua vez, como é constante, gera um gráfico retilíneo e paralelo ao eixo dos tempos:



**Movimento Uniformemente Variado (MUV)**

O movimento uniformemente variado não possui velocidade constante e, ao invés disso, possui uma taxa de variação constante da velocidade, isto é, possui uma aceleração a constante. Como a aceleração varia de maneira constante, podemos, nesse caso, calcular a aceleração por meio da aceleração média, comparando a variação da velocidade com o intervalo de tempo onde esta variação ocorre:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Representando a velocidade inicial de um corpo em movimento uniforme por  $V_0$ , a velocidade em um instante futuro  $t$  por  $V$  e, a aceleração do movimento por  $a$ , podemos escrever uma equação – denominada função horária da Velocidade:

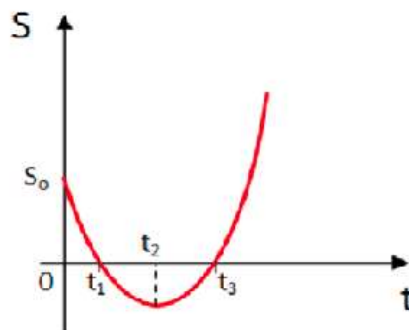
$$V = V_0 + a \cdot t$$

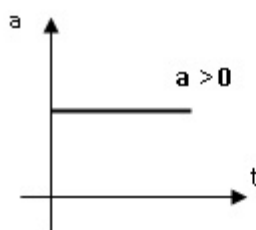
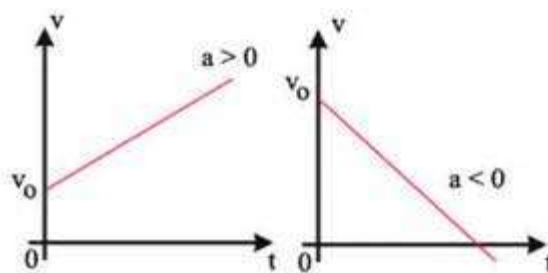
Também podemos demonstrar facilmente que a posição  $S$  do corpo em qualquer instante  $t$  de tempo obedece a função horária abaixo

$$S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{a}{2} t^2$$

Os movimentos uniformemente variados mais comuns no nosso cotidiano tem origem na queda de corpos ou na sua descida sobre rampas, pois nesses casos a força que os origina é a força da gravidade, que é uma força constante e, por isso, causa uma aceleração de movimento constante.

As figuras abaixo mostram alguns gráficos para esse movimento. Gráficos do tipo  $S \times t$ ,  $V \times t$  e  $a \times t$ .





No MUV há muitos casos nos quais interessa relacionar a velocidade escalar  $v$  em função do espaço  $s$ , o que é feito com o emprego da chamada equação de Torricelli.

$$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S$$

### SUGESTÃO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

#### PARA INICIO DE CONVERSA

No trânsito das cidades e rodovias nos deparamos com sinalizações que orientam acerca da velocidade máxima permitida para tráfego em determinadas ruas e estradas. O desrespeito a essas leis podem gerar multas e punições legais permitidas pelo código de trânsito brasileiro. Mas como é possível saber a velocidade de um automóvel, se situado fora do veículo não podemos observar o seu velocímetro? A velocidade média de um veículo é calculada levando em conta o espaço percorrido e o tempo levado para percorrer tal espaço. Ao dividirmos espaço por tempo obtemos a velocidade média do veículo. Existe em sistema (radares fixos ou móveis) que calcula a velocidade média do veículo em determinados trechos, ele funciona da seguinte forma: duas marcações - A e B - são feitas num trecho muito curto, o sistema marca o tempo que o veículo leva para ir de A até B. Dividindo a distância de A até B pelo tempo que o móvel levou para percorrer tal espaço, obtemos a velocidade média do veículo no percurso. Os radares possuem câmeras que registram os atos infracionais através de fotos digitais, flagrando o infrator no momento da transgressão. Para verificação de

toda teoria use o simulador disponível no endereço [https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration\\_pt.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration_pt.htm)

## OBJETIVO

Estudar experimentalmente o conceito de velocidade média ( $V_m$ ) e velocidade instantânea ( $V_{inst}$ ) e determinar a velocidade média num trecho determinado do plano inclinado, calculando o valor de  $V_m$  e  $V_{inst}$ .

Utilizar as noções básicas de física e matemática como: as quatro operações básicas unidades de medida, frações, números decimais, algarismos significativos, movimento e repouso.

## MATERIAL

- Plano inclinado
- Arduino
- Código Arduino (Radar Reflexivo)
- carrinho de ferro
- Anteparo branco ( de 4 a 5cm)
- Plano inclinado
- Sensores IR

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Primeiramente fixe bem o anteparo sobre o carrinho de brinquedo e abra o plano inclinado até o ângulo que desejar, sugestão que seja uma abertura muito pequena para que o móvel deslize praticamente em movimento uniforme (por volta de  $5^\circ$  de inclinação) por causa do atrito.

O valor dos ângulos pode ser variado à medida que convir ao aluno, facilitando a interação entre eles e o experimento.

Usando o código “Radar Reflexivo” do arduino, abra a interface IDE e carregue o código usando a porta USB conectada a ele, faça alguns testes para ver se o funcionamento esta *OK* fixe o móvel na base reguladora e abandone o mesmo.

Meça os valores de tempo para cada passagem do carrinho, ideal que seja feita no mínimo 5 medidas para se obter o tempo médio.

Veja a observação dos alunos quanto ao tempo de passagem e explore esses valores, podendo calcular a velocidade média e instantânea no momento da passagem e enfatizar os conceitos dessas velocidades, já que os tempos colhidos tendem a um valor muito pequeno.

Faça uma relação com as situações problemas propostas nas atividades.

## Momento de Aprendizagem 2 – 10 aulas

### DINÂMICA – O PLANO INCLINADO

TEXTO: SITUAÇÕES PROBLEMAS 1 E 2

## O PLANO INCLINADO: UM PROBLEMA DESDE GALILEU

*Antônio A. S. Brito*

Departamento de Física UFPB

João Pessoa PB

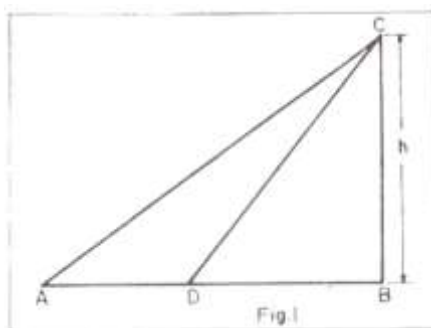
O problema do plano inclinado, mais do que um exercício ou questão de vestibular, foi uma importante contribuição à evolução dos conceitos da Física. No estudo da queda livre, desenvolvido por Galileu, o plano inclinado assume papel de relevo. No livro "Diálogo a Respeito de duas Novas Ciências", o italiano apresenta um diálogo, no qual o problema do plano inclinado é proposto e discutido, entre Salviati, defensor de suas idéias; Sagredo, um aluno curioso e inteligente e Simplicio, que desenvolve as idéias aristotélicas.

O próprio conceito de movimento uniformemente acelerado era na época objeto de controvérsia. Diferentemente dos livros-textos que conhecemos, em que os vários movimentos são descritos por algumas fórmulas em poucas linhas, no Diálogo, a definição do movimento uniformemente acelerado só é alcançada após uma longa discussão a respeito dos movimentos em geral. Uma vez caracterizada a queda livre como um movimento com aceleração constante, Galileu propõe e resolve o seguinte problema:

### PROBLEMA:

As velocidades adquiridas pelo mesmo corpo ao mover-se em planos de diferentes inclinações são iguais quando a "altura" ( $h$ ) desses planos forem iguais (ver Fig. 1).

**Figura 19:** Plano inclinado de Galileu.



Fonte: Galileu, 1998, p. 167

Os planos inclinados CA e CD possuem a mesma altura ( $h = CB$ ).

### SOLUÇÃO I (de Galileu).

O diálogo entre Salviati e Sagredo é mais ou menos o seguinte:

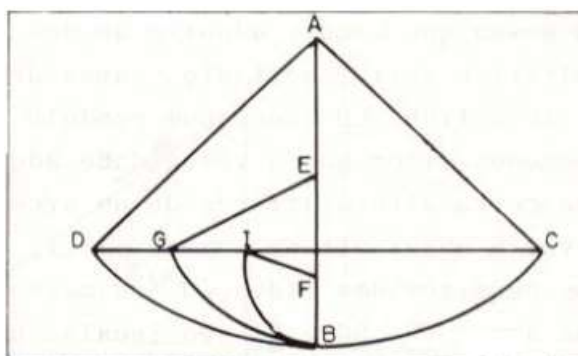
**Salviati:** Os planos CA e CD possuem a mesma altura,  $h = CB$ . A velocidade adquirida ao cair de uma altura  $h = CB$  será a mesma caso o corpo percorra o caminho CA, CD ou CB (queda livre).



**Sagredo:** Sua idéia parece-me correta. Se desprezarmos toda resistência externa, o plano for duro e sem rugosidades, o corpo perfeitamente esférico e liso, penso que a bola ao descender ao longo das linhas CA, CD e CB alcançará os pontos terminais A, D e B com igual velocidade.

**Salviati:** Suas palavras são razoáveis, porém espero fornecer, através de um experimento, uma pequena demonstração. Imagine que esta página representa uma parede vertical, com um prego fixado em A, e do prego está suspensa uma massa de alguns gramas (evidentemente o grama não era utilizado no texto original como medida de massa: adotamo-lo aqui para exemplificar melhor) através de um fio AB (de nylon por exemplo), de aproximadamente 2 metros (a medida utilizada de fato era de 6 pés), e sobre essa parede desenhamos a linha horizontal DC que faz um ângulo reto com a vertical AB e está dois dedos acima do ponto mais baixo B, conforme Figura 20.

**Figura 20:** Geometria do Pêndulo de Galileu



Fonte: Galileu, 1998.

Agora, leve a massa até a posição C e deixa-a livre. Ela se movimentará (como um pêndulo) ao longo do arco CBD, passando pelo ponto B e viajando pelo arco BD até atingir o ponto D, e alcançará a linha horizontal CD caso a resistência do ar for, de fato, desprezada de todo. Assim, concluímos que a massa em seu movimento de descida adquire uma "velocidade" (no texto original, em inglês, o termo é *momentum*), ao alcançar B, suficiente para transportá-la à mesma altura (distância do ponto B à linha CD) através do arco BD. Tendo repetido esta experiência diversas vezes, vamos agora colocar um outro prego ao longo da linha AB, digamos, no ponto E, de modo que a massa continuará viajando ao longo do arco CB, e a linha encontrará o prego E (um obstáculo) ao mesmo tempo em que a massa atinge a posição B, o que obrigará a massa a percorrer o arco BG, que tem como centro o ponto E.

Observa-se que a massa alcança o ponto G, na linha CD, e o mesmo aconteceria caso o obstáculo fosse localizado num ponto mais baixo, em F, quando a massa descreveria o arco BI, e esta subiria novamente, até atingir a linha CD (é evidente que esse processo tem um limite, pois se o prego fosse fixado próximo à B, a massa provavelmente não atingiria a altura determinada pela linha CD, mas ficaria girando em torno do novo ponto de fixação.)

O experimento não deixa margem a dúvidas e comprova nossa tese. Desde que os dois arcos CB e DB são iguais, a velocidade adquirida pela massa ao descer ao longo do arco CB é a mesma ao descer pelo arco DB (ao voltar) e seria, portanto, capaz de elevar o mesmo corpo até a linha CD (como num pêndulo simples).

Em geral, podemos dizer que a velocidade adquirida para descer uma certa altura através de um arco é suficiente para elevar à mesma altura a mesma massa. Ora, as velocidades que permitem uma elevação (da mesma altura  $h$ ) através dos arcos BD, BG e BI são iguais, uma vez que provêm da queda ao longo de CB como mostra o experimento.

Portanto, podemos concluir que as velocidades adquiridas ao descer através dos arcos DB, GB e IB são iguais!!!

**Sagredo:** O argumento pareceu-me conclusivo e o experimento bem adaptado, de modo que a hipótese inicial do problema foi de fato demonstrada.

**Salviati:** Eu não desejo, Sagredo, aprofundar-me em demasia nesse problema, uma vez que desejamos aplicar essa propriedade ao estudo de movimentos em superfícies planas e não sobre as curvas, ao longo das quais a aceleração varia de um modo muito diferente do movimento em superfícies planas [...]. Vamos então, no momento, tomar essa propriedade (a queda de corpos em planos de inclinações diferentes, porém de mesma altura, produzem igual velocidade final) como um Postulado: a verdade absoluta somente será estabelecida quando as suas consequências futuras corresponderem e concordarem perfeitamente com os experimentos.

[..]

O experimento proposto por Galileu provavelmente é uma experiência imaginária, bastante plausível a partir da observação do movimento do pêndulo simples (que foi, por sua vez, estudado por ele). Ressalte-se o cuidado com que o físico estabelece as condições ideais da experiência imaginária, nas observações de Sagredo, ao desprezar a resistência do ar e os efeitos de atrito. A demonstração baseia-se fortemente no princípio da Conservação da Energia, embora em nenhum momento tal princípio fosse explicitado. Galileu teve, provavelmente, grande dificuldade em definir com precisão os conceitos físicos relevantes para o estudo da dinâmica, em particular a aceleração uniforme e a velocidade de um corpo em queda livre. O princípio da Conservação da Energia não lhe era estranho, contudo só foi estabelecido, tal como o concebemos hoje, somente 200 anos depois dos trabalhos de Galileu Galilei.

A aceleração centrípeta também não lhe era estranha. Veja por exemplo a distinção que Salviati faz entre movimentos numa curva e movimentos em retas. Provavelmente Galileu não tinha uma concepção precisa da aceleração centrípeta (observe-se quando diz que não deseja aprofundar-se nesse assunto) tal como foi posteriormente definida por Newton.

Devemos levar em consideração que, estamos utilizando uma série de conceitos físicos que raramente são considerados na solução de problemas.

A própria definição de um movimento uniformemente acelerado, já era um problema para Galileu. Na verdade, um dos resultados mais importantes obtido por ele foi demonstrar que as equações movimento variado aplica-se a corpos em queda livre. Por que o espaço percorrido por um corpo em queda livre é proporcional ao quadrado do tempo gasto para percorrê-lo? Isto é o que Galileu consegue demonstrar no seu Diálogo, através de raciocínio e experiências imaginárias como as descritas nesse trecho.

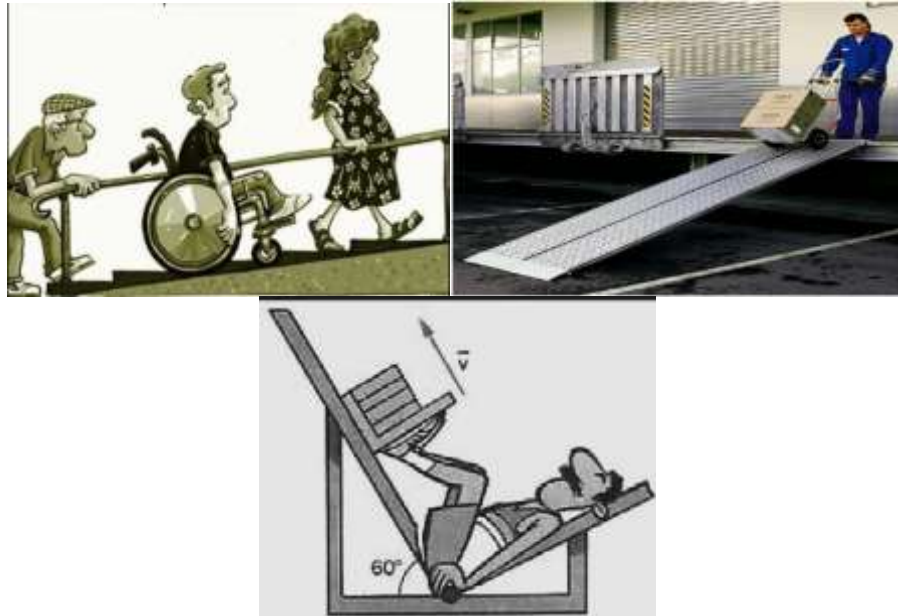
Embora o princípio da Conservação da Energia não lhe fosse estranho, o conceito de energia cinética, só alcançou a importância e clareza que possui nos dias de hoje muito tempo depois de Galileu, pois, até o século XIX, as definições de momento, força viva, energia cinética e impetus eram conflitantes entre si, em particular pelo fator  $\frac{1}{2}$ .

Resolver um problema em Física não deve ser um mero exercício de aplicação de fórmulas, mas antes de tudo uma compreensão da Natureza e dos princípios físicos envolvidos.

A principal contribuição de Galileu ao desenvolvimento da Física talvez tenha sido idealizar experiências imaginárias em que os postulados e princípios delas derivados só serão considerados como verdadeiros quando as suas consequências futuras corresponderem e concordarem perfeitamente com os resultados experimentais

O texto anterior foi adaptado de um artigo e descreve com riqueza de detalhes o diálogo entre Salviati, e Segredo sobre o problema do plano inclinado, que hoje é uma das peças principais no mundo do trabalho braçal. Com base nesse texto observe as figuras abaixo:

**Figura 21:** Aplicações do plano inclinado.



Fonte: Google imagens

Uma rampa é um exemplo típico de plano inclinado e usamos constantemente e não percebemos. Os portadores de necessidades especiais são os principais beneficiados com esse recurso, assim como os carregadores que trabalham em indústrias e centros de distribuição de cargas. Na academia de ginástica os aparelhos também usam muito esse princípio. Qual a importância, no campo de visão as física, de uma rampa ou plano inclinado para as pessoas hoje em dia?

---



---

## SITUAÇÃO PROBLEMA 2

Admita que o plano inclinado mostrado na figura, tenha altura igual a 1,0 m e comprimento da base sobre o solo igual 2,0 m. Uma pequena esfera é colocada, a partir do repouso, no topo desse plano inclinado e desliza praticamente sem atrito até à base. Em seguida, essa mesma caixa é colocada, nas mesmas condições, no topo de um plano inclinado mas o comprimento da base sobre solo é variado para 3,0 m. com base nos seus conhecimentos o que você acha que acontece com a velocidade de descida da esfera?

**Figura 22:** Recriação do plano inclinado de Galileu ( Museu Galileu, Florença)



**Fonte:** <https://educavita.blogspot.com/2015/07/biografia-de-galileu-galilei-fisico-e.html>

1-Ainda com base na situação problema. Se mantivermos a base inalterada e aumentássemos a altura o que aconteceria com a velocidade?

---



---



---

2-Quais são as principais variáveis relacionadas com o Plano Inclinado?

---



---

3-Com o aumento do ângulo formado entre a pista e o chão, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

---



---

4-Com o aumento da massa, o objeto entra em movimento mais facilmente? Justifique.

---



---



---

## AS LEIS DE NEWTON

As Leis de Newton são os princípios fundamentais usados para analisar o movimento dos corpos. Juntas, elas formam a base da fundamentação da mecânica clássica.

As três leis de Newton foram publicadas pela primeira vez em 1687 por Isaac Newton (1643-1727) na obra de três volumes "Princípios Matemáticos da Filosofia Natural" (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*).

Isaac Newton foi um dos mais importantes cientistas da história, tendo deixado importantes contribuições, principalmente na física e na matemática.

## Primeira Lei de Newton

A Primeira Lei de Newton é também chamada de "Lei da Inércia" ou "Princípio da Inércia". Inércia é a tendência dos corpos de permanecerem em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (MRU).

Assim, para um corpo sair do seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme é necessário que uma força passe a atuar sobre ele.

Portanto, se a soma vetorial das forças for nula, resultará no equilíbrio das partículas. Por outro lado, se houver forças resultantes, produzirá variação na sua velocidade.

Quanto maior for a massa de um corpo maior será sua inércia, ou seja, maior será sua tendência de permanecer em repouso ou em movimento retilíneo uniforme .

Para exemplificar pensemos num ônibus em que o motorista, que está numa determinada velocidade, se depara com um cão e rapidamente, freia o veículo. Nesta situação a tendência dos passageiros é continuar o movimento, ou seja são jogados para frente.

## Segunda Lei de Newton

A Segunda Lei de Newton é o "Princípio Fundamental da Dinâmica". Nesse estudo, Newton constatou que a força resultante (soma vetorial de todas as forças aplicadas) é diretamente proporcional ao produto da aceleração de um corpo pela sua massa:

Onde:

$$F_R = ma$$

$F_R$ : resultante das forças que agem sobre o corpo

$m$ : massa do corpo

$a$  : aceleração

No Sistema Internacional (SI) as unidades de medida são: F(força) é indicada em Newton(N); m(massa) em quilograma (kg) e a (aceleração adquirida) em metros por segundo ao quadrado (m/s<sup>2</sup>).

Importante ressaltar que a força é um vetor, ou seja, possui módulo, direção e sentido.

Dessa forma, quando várias forças atuam sobre um corpo, elas se somam vetorialmente. O resultado desta soma vetorial é a força resultante.

A seta acima das letras na fórmula representa que as grandezas força e aceleração são vetores. A direção e o sentido da aceleração serão os mesmos da força resultante.

## Terceira Lei de Newton

A Terceira Lei de Newton é chamada de "Lei da Ação e Reação" ou "Princípio da Ação e Reação" no qual toda força de ação é correspondida por uma força de reação.

Dessa maneira, as forças de ação e reação, que atuam em pares, não se equilibram, uma vez que estão aplicadas em corpos diferentes.

Lembrando que essas forças apresentam a mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.

Para exemplificar, pensemos em dois patinadores parados um de frente para o outro. Se um deles der um empurrão no outro, ambos irão se mover em sentidos opostos.

### PLANO INCLINADO SEM ATRITO

Existem dois tipos de forças que atuam nesse sistema sem atrito: a força normal (força vertical para cima) e a força peso (força vertical para baixo).

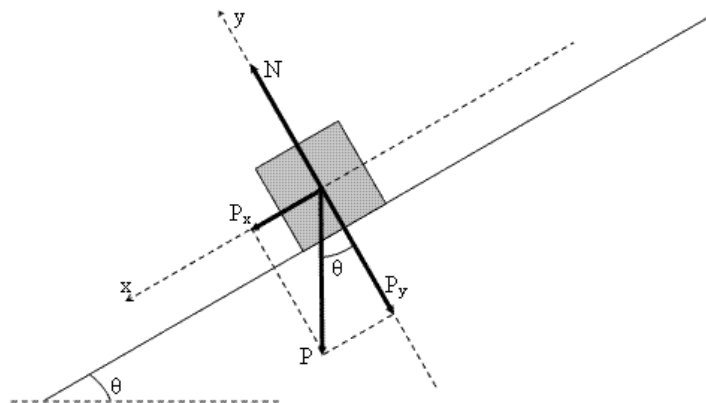
Note que elas possuem direções diferentes. A força normal atua perpendicularmente à superfície de contato.

Para calcular a força normal numa superfície plana, utiliza-se a fórmula:

$$N = m g$$

Observe a figura:

**Figura 23:** Decomposição de forças.



Fonte: <http://marciobiologia.blogspot.com.br/2015/12/dinamica.html>

Observe que o vetor que aponta na direção do movimento é uma componente da força peso, observe também que esta componente diminui com o ângulo, isto é enquanto menor a

inclinação, menor será a componente do peso na direção do movimento, portanto uma menor aceleração.

Logo pela 2ª lei de Newton:

$$F_r = ma$$

Como a força que provocará o movimento se encontra na direção de x e não existe movimento ao longo do eixo y a  $F_r = P_x$

$$P_x = P \sin \theta$$

Portanto:

$$mg \sin \theta = ma$$

Eliminando a massa da equação obtemos:

$$a = g \sin \theta$$

Podemos também concluir que para elevar um mesmo objeto a uma mesma altura utilizando um plano inclinado, na medida do possível, devemos escolher aquele que possui a menor inclinação.

#### PLANO INCLINADO COM ATRITO

Quando há o atrito entre o plano e o objeto tem mais uma força atuante a força atrito que é sempre contrario ao movimento.

Para calcular a força atrito utiliza-se a expressão:

$$F_{at} = \mu N$$

Onde:

***F<sub>at</sub>***: força de atrito

$\mu$ : coeficiente de atrito

***N***: força normal

Obs: O coeficiente de atrito ( $\mu$ ) dependerá do material de contato entre os corpos.

No plano inclinado há uma altura correspondente a elevação da rampa e um ângulo formado em relação à horizontal.

Nesse caso, a aceleração do objeto é constante devido as forças atuantes: peso e a normal.

Para determinar o valor da aceleração num plano inclinado com atrito, precisamos encontrar a força resultando, decompondo a força peso em dois planos (x e y).

Logo, as componentes da força peso:

***P<sub>x</sub>***: perpendicular ao plano

***P<sub>y</sub>***: paralelo ao plano

Para encontrar a aceleração no plano inclinado sem atrito, utiliza-se as relações trigonométricas do triângulo retângulo:

$$P_x = P \operatorname{sen} \theta$$

$$P_y = P \operatorname{cos} \theta$$

De acordo com a segunda Lei de Newton:

$$F_r = m a$$

Logo,

$$P_x - F_{at} = m a$$

$$P \operatorname{sen} \theta - \mu P \operatorname{cos} \theta = m a$$

$$m g \operatorname{sen} \theta - \mu m g \operatorname{cos} \theta = m a$$

Eliminando o valor de  $m$ , assim temos a fórmula da aceleração utilizada no plano inclinado com atrito.

$$a = g(\operatorname{sen} \theta - \mu \operatorname{cos} \theta)$$

## SUGESTÃO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

### PARA INICIO DE CONVERSA

O plano inclinado é um exemplo de máquina simples. Como o nome sugere, trata-se de uma superfície plana cujos pontos de início e fim estão a alturas diferentes.

Ao mover um objeto sobre um plano inclinado em vez de movê-lo sobre um plano completamente vertical, o total de força  $F$  a ser aplicada é reduzido, ao custo de um aumento na distância pela qual o objeto tem de ser deslocado.

Existem muitos planos inclinados que são muito usados pelas pessoas. Entre eles:

- Rampa – A rampa é o exemplo clássico do plano inclinado, pois sem ela, teríamos que deslocar objetos verticalmente, como para colocar coisas em um caminhão de mudança, por exemplo, para o qual que seria necessário usar uma força maior do que a usada em uma rampa.
- Cunha (ferramenta) – A cunha é um objeto que possui dois planos postos em um ângulo agudo, e serve para cortar vários materiais, entre eles a madeira. O machado é um tipo de cunha, por exemplo.



- Parafuso - Se observarmos um parafuso, perceberemos que ele possui um plano inclinado, que é a rosca. Ela ajuda a encaixar o parafuso em algo sem se usar muita força.

Após a aula expositiva simule o plano inclinado no simulador PHET cujo endereço para *download* é <https://phet.colorado.edu/pt/simulation/ramp-forces-and-motion>.

## **OBJETIVO**

Utilizar o kit experimental com intuito de motivar o aluno a refletir sobre as observações.

Elaborar hipóteses para explicá-las.

Incentivar os alunos a participarem da aula e, conseqüentemente, agirem como sujeitos da aprendizagem.

Determinar os possíveis valores de força que provocam o movimento do objeto.

Entender as leis de Newton

## **MATERIAL**

- Plano inclinado
- Arduino
- Código arduino “cronometro”
- Sensores IR
- Carrinho de ferro
- Fita métrica
- Lápis ou caneta
- Papel

## **PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

No computador abra o IDE do arduino e carregue o *scetch* “Cronometro” e espere o OK do arduino.

No plano inclinado determine um ângulo qualquer para iniciar o experimento, usando a fita métrica faça a medição aproximada da altura na posição inicial do carrinho ate a base plana já demarcada no plano, encaixe o carrinho e o abandone observando o movimento, repita esse procedimento pelo menos 5 vezes, se achar necessário, faça quantas medições quiser. Anote os valores de tempo e faça a média desses valores. Use esses valores de tempo para calcular a velocidade aproximada com que o carrinho passa na posição final. Repita esse procedimento pelo menos três vezes destacando no mínimo três ângulos. Após ter calculado

todos os valores de velocidade observe a reação e as respostas dos alunos com relação a altura e a velocidade de descida.

Posteriormente de posse dos dados, determine as relações desses valores com os valores aplicados nas equações do plano inclinado segundo as lei de Newton, destacando as forças aplicadas, tente representar as forças responsáveis pelo movimento.

Se achar necessário, construa os gráficos para uma melhor absorção dos conteúdos e relações matemáticas.

## Momento de Aprendizagem 3 – 08 aulas

# CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA

### SITUAÇÃO PROBLEMA 1

Um dos esportes olímpicos praticados em piscina é o Salto Ornamental, em que o atleta precisa desenvolver um salto a partir de uma plataforma fixa que fica a alguns metros acima da piscina. Assim como em todo esporte, o atleta iniciante sempre apresenta dificuldades e, em se tratando de Salto Ornamental, uma dessas dificuldades é o próprio medo de altura. Em algumas pessoas, a altura causa a impressão de que, ao imprimir muita velocidade no salto ou não executar o movimento corretamente poderá sofrer um grave acidente.

No Brasil, atores e atrizes durante o programa televisivo Caldeirão do Huck vinculado na rede Globo, o público pode se familiarizar, em parte, com este esporte olímpico pouco divulgado aqui no Brasil. A cada etapa vencida neste programa, a dificuldade imposta aos concorrentes amadores aumentava, literalmente, aumentava a altura da plataforma que eles deveriam saltar (3m; 5m; 7,5m; 10m) e alguns acidentes eram inevitáveis.

**Figura 24:** Arvid Spangberg, medalhista de bronze na prova da plataforma alta em 1908.



**Fonte:** [https://pt.wikipedia.org/wiki/Salto\\_ornamental](https://pt.wikipedia.org/wiki/Salto_ornamental)

1-Em sua opinião, qual seria o principal acidente que poderia acontecer nos saltos? E de qual altura seria mais prejudicial?

---

2-Quando o atleta salta da plataforma, a força da gravidade atua sobre ele, imprimindo uma aceleração constante e igual a  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , de modo a aumentar sua velocidade continuamente até atingir a superfície da água.. haveria como saber o valor da velocidade do atleta, ao atingir a água, sabendo o tempo de queda ? Explique.

---

---

---

3-Só por curiosidade, qual seria o valor aproximado se a altura de salto fosse de 5m?

## SITUAÇÃO PROBLEMA 2

Observe a tirinha abaixo:

**Figura 25:** Tirinha conservação da energia.



**Fonte:** [http://www.cbpf.br/~eduhq/html/aprenda\\_mais/jurema/ficha\\_conservaca\\_oenergia.htm](http://www.cbpf.br/~eduhq/html/aprenda_mais/jurema/ficha_conservaca_oenergia.htm)

1-Por que você acha que a água esta machucando o sujeito da tirinha? Será que isso se aplica aquele velho ditado popular: “Quanto mais alto for, maior é a queda!”?

---



---



---

2-A menina da tirinha fala que o princípio é usado nas turbinas das hidrelétricas, sendo assim fornecendo energia elétrica a nossas casas. Quais formas de energia você conhece?

---



---



---

3-A figura ilustra uma usina de geração de energia elétrica. Você sabe qual o nome deste tipo de usina? No Brasil, a forma predominante de geração de energia elétrica é a que ocorre neste tipo de usina. Discuta com seus colegas de grupo, procurando lembrar o que os meios de comunicação têm divulgado sobre a questão energética no país e elabore uma breve explicação sobre “as bases de funcionamento” deste tipo de usina.

**Figura 26:** Hidrelétrica de Itaipu.



**Fonte:** <https://economia.uol.com.br/album/2012/09/26/saiba-como-e-produzido-energia-na-usina-hidreletrica-de-itaipu.htm?mode=list&foto=1>

---

---

---

---

---

## ENERGIA CINÉTICA POTENCIAL E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

Energia mecânica é aquela que acontece devido ao movimento dos corpos ou armazenada nos sistemas físicos.

Dentre as diversas energias conhecidas, as que veremos no estudo de dinâmica são:

- Energia Cinética;
- Energia Potencial Gravitacional

Em um determinado sistema mecânico, em que formas de energia relacionadas a fenômenos eletromagnéticos ou fenômenos térmicos não estão presentes, pode-se dizer que a energia total do sistema é puramente mecânica. Desse modo, o Princípio da Conservação da Energia implica a conservação da energia mecânica. Esta, por sua vez, é a soma das quantidades de energia potencial e energia cinética. Embora a energia mecânica, teoricamente, seja sempre constante, a quantidade de cada uma de suas componentes pode sofrer variação, de tal modo que a energia total permaneça constante ou não.

A energia cinética é a energia produzida pela movimentação dos corpos. Do grego o termo "cinética" significa "movimento" enquanto "energia" corresponde a trabalho. Sendo assim, a energia cinética corresponde ao trabalho dos corpos realizado através do movimento. No SI (Sistema Internacional) a unidade de medida da energia cinética é o Joule (J).

Para calcular a energia cinética dos corpos utiliza-se a equação abaixo:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

A partir disso, conclui-se que quanto maior a massa de um corpo maior será sua velocidade; logo, a energia cinética será determinada pela ação dos corpos em movimento sendo que quanto maior sua velocidade maior será a energia cinética produzida.

Energia Potencial é a energia que pode ser armazenada em um sistema físico e tem a capacidade de ser transformada em energia cinética.

Conforme o corpo perde energia potencial ganha energia cinética ou vice-verso. A energia potencial corresponde ao trabalho da força Peso.

É obtido quando consideramos o deslocamento de um corpo na vertical, tendo como origem o nível de referência (solo, chão de uma sala).

$$E_p = Ph = mgh$$

Enquanto o corpo cai vai ficando mais rápido, ou seja, ganha Energia Cinética, e como a altura diminui, perde Energia Potencial Gravitacional.

A energia mecânica é a energia produzida pelo trabalho de um corpo que pode ser transferida entre os corpos.

Em outras palavras, a energia mecânica corresponde à soma da energia cinética ( $E_c$ ), produzida pelo movimento dos corpos, com a energia potencial ( $E_p$ ), produzida por meio da interação dos corpos relacionada com a posição dos mesmos.

Para exemplificar, pensemos num objeto lançado de determinada distância do solo que possui energia cinética, uma vez que está em movimento e adquire velocidade; e energia potencial gravitacional, mediada pela força da gravidade que age sobre o objeto.

A energia mecânica ( $E_m$ ) corresponde a resultante de ambas as energias. Vale lembrar que de acordo com o SI (Sistema Internacional) a unidade de medida da energia mecânica é o Joule (J).

Para calcular a energia mecânica utiliza-se a fórmula abaixo:

$$E_m = E_c + E_p$$

O Princípio da Conservação da Energia diz que "a energia pode ser transformada ou transferida, mas nunca criada ou destruída". Quando a energia mecânica advém de um sistema isolado (naquele em que não há atrito) baseado nas forças conservativas (que conserva a energia mecânica do sistema) sua resultante permanecerá constante.

$$E_{m_{inicial}} = E_{m_{final}}$$



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

### PARA INICIO DE CONVERSA

A capacidade que um corpo tem de realizar algum trabalho chama-se de energia mecânica. Ou seja, a capacidade de entrar em movimento, seja por meio da propulsão de uma mola, do efeito da gravidade ou de outra força exercida sobre esse objeto.

Você sabia que a energia potencial pode ser também elétrica, ou seja, produzida pela interação das partículas num determinado campo elétrico. Ela também pode ser nuclear, gerada pelo trabalho obtido das reações nucleares, por exemplo, a bomba atômica.

É de conhecimento geral que existem vários tipos de energia e que essa palavra é utilizada em diversos contextos. Com o objetivo de entender melhor seu significado, no contexto científico.

Num primeiro momento, para uma análise simples do movimento da situação problema, podemos desprezar a força associada a resistência do ar, que se opõe a direção de queda do atleta. Deste modo, é possível considerar a conservação da energia mecânica do movimento, que resulta a obter o valor da velocidade do atleta ao tocar a água. Observe que a velocidade final somente depende da altura da plataforma ( $h$ ) e da aceleração da gravidade, e não depende da massa corporal do atleta. Portanto, quanto mais alta a plataforma maior será a velocidade atingida por ele ao entrar na água. Para alturas de 3, 5 e 10m as velocidades finais são: 27,6km/h; 35,6km/h e 50,4km/h, respectivamente.

Portanto sugere-se uma seqüência de atividades que inclui testes de sondagem para favorecer a explicitação de concepções espontâneas, ou de senso comum, e a realização de uma atividade experimental.

### OBJETIVO

Determinar o valor da velocidade ao final do plano inclinado comparar os resultados utilizando os conceitos de energia cinética e potencial verificando se houve ou não conservação de energia.

Como o sistema de plano inclinado não é um sistema conservativo, forçaremos os alunos a identificar os motivos da não conservação.

### MATERIAL

- Plano inclinado
- Arduino
- Código arduino “cronometro”
- Sensores IR

- Carrinho de ferro
- Fita métrica
- Lápis ou caneta
- Papel

### **PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

O experimento consiste num carrinho deslizando no plano inclinado, para o qual a inclinação pode ser variada. Para cada ângulo estabelecido a energia mecânica no início e no fim da pista será determinada.

O intuito é calcular a velocidade de descida do carrinho no final da rampa a cada variação angular.

Determina-se a altura no qual se encontra o primeiro sensor.

Ao final determine a energia cinética e potencial e se há ou não a conservação de energia.

## 7 REFERÊNCIAS

CARVALHO, G. D. C. **Aula de Física:** do planejamento à avaliação. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

AZEVEDO, Fernando de. A cultura brasileira. 6. ed., Brasília: UNB; Rio de Janeiro: UFRJ, 1996.

**FEIRA DE CIÊNCIAS.** Disponível em:

<http://cultura.culturamix.com/curiosidades/experiencias-para-feira-de-ciencias>. Acesso em: 18/07/2018.

## APÊNDICE 1

**Código escrito no IDE do Arduino para configuração: CRONÔMETRO**

```

//Mestrado Profissional em Ensino de Física.
//Produto educacional para construção e desenvolvimento de experiencia para medição de
velocidade
// CRONOMETRO
//Referencia http://arduinoescola.blogspot.com.br/
#include <LiquidCrystal.h>

//pinos que serão ligados o LCD ao arduino
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

// saída do sensor reflexivo ( HIGH: sem objeto; LOW: detectado objeto)
bool PIR;
unsigned long tempo;
bool aContar = false;
void setup() {
  lcd.begin(16, 2);//LCD de 16 colunas, 2 linhas
  pinMode(13, INPUT); //Vout PIR
  pinMode(9, INPUT);
  analogWrite(6, 50); //definições de contraste do LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Preparando...");
}

void loop() {
  if (digitalRead(13) == 0 && !aContar) {
    aContar = true;
    tempo = millis(); // tempo inicial da contagem em ms
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Medindo...");
  }
  if (digitalRead(9) == 0 && aContar) {
    aContar = false;
    unsigned long total = millis() - tempo; //tempo de duração do impulso LOW (ms)
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Tempo = ");
    lcd.print(total / 1000.0, 3); // tempo em segundos usando 3 casas decimais
    lcd.setCursor(13, 0);
    lcd.print("s");
    delay(10000);
    lcd.clear();
    lcd.print("Preparado...");
  }
}

```

## APÊNDICE 2

**Código escrito no IDE do Arduino para configuração: RADAR REFLEXIVO**

```

//Mestrado Profissional em Ensino de Física.
//Produto educacional para construção e desenvolvimento de experiência para medição de
velocidade
//RADAR REFLEXIVO
#include <LiquidCrystal.h>
//pinos que serão ligados o LCD ao arduino
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
// saída do sensor reflexivo( HIGH: sem objeto; LOW: detectado objeto)
bool PIR;
unsigned long tempo;
bool aContar = false;

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); // put your setup code here, to run once:
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(9, INPUT);
  analogWrite(6,50); //definição de contraste do LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("preparado...");
}

void loop() {
  if (digitalRead(9) == 0 && !aContar) {
    aContar = true;
    tempo = millis();// tempo = millis(); tempo inicial da contagem ms
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("medindo..");
  }
  if (digitalRead(9) == 1 && aContar){
    aContar = false;
    unsigned long total = millis() - tempo;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("tempo = ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(total / 1000.0, 3);
    lcd.setCursor (8, 1);
    lcd.print("s");
  }
}

```

