



**DESCOBRINDO CONCEITOS CINEMÁTICOS E DINÂMICOS ATRAVÉS DA
INTERATIVIDADE E DA LEITURA: UMA PRÁTICA INVESTIGATIVA EM
FÍSICA**

MARCELO DOS SANTOS JÚNIOR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Polo 4 IFAM/UFAM no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: **Prof. Dr. Márcio Gomes da Silva**

**Manaus - AM
Julho de 2019**

S231d Santos Júnior, Marcelo dos.

Descobrimo conceitos cinemáticos e dinâmicos através da interatividade e da leitura: Uma prática investigativa em Física./ Marcelo dos Santos Júnior. – Manaus, 2019.

180 p. : il.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Gomes da Silva.

Acompanha produto educacional.

1. Ensino de Física. 2. Ensino por investigação. 3. Aprendizagem significativa. I. Silva, Márcio Gomes da. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Universidade Federal do Amazonas. V. Título.

CDD 530.07

Elaborado por Márcia Auzier - CRB 11/597



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 4

Ata da 26º Defesa de Dissertação

Aos doze dia do mês de agosto, do ano de dois mil e dezenove, às dez horas, no Auditório III do Instituto Federal do Amazonas/IFAM/CMC, ocorreu a Defesa da Dissertação do mestrando **Marcelo dos Santos Júnior**, intitulada “Descobrimo Conceitos Cinemáticos e Dinâmicos Através da Interatividade e da Leitura: Uma Prática Investigativa em Física”, do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 4 das instituições de Ensino superior Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A Banca Examinadora foi composta pelo Presidente com o Prof. Dr. Márcio Gomes da Silva, Prof. Dr. Thiago Lobo Fonseca e Prof. Dr. Minos Martins Adão Neto. O Professor Doutor Márcio Gomes da Silva, presidente, deu início aos trabalhos, convidando os membros a comporem a Banca Examinadora. O presidente fez a leitura dos procedimentos para defesa de dissertação, e convocou o mestrando para fazer a exposição de seu trabalho que, em seguida, foi arguido pelos membros da Banca Examinadora. Após a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se privativamente e decidiu pela aprovação do trabalho. Ao final, os presentes foram chamados para tomarem conhecimento do resultado da avaliação, o presidente da banca comunicou o interessado que feitas às devidas correções na dissertação, conforme sugestão da banca Examinadora, o discente é obrigado a entregar, na secretaria do polo 4, até sessenta (60) dias após a data da defesa, cinco (5) vias impressas e encadernadas no formato capa dura, e duas vias digitais em formato PDF, em CD, para os trâmites necessários à concessão do diploma, conforme Resolução Nº.47 - CONSUP/IFAM de 13 de julho de 2015. Nada mais havendo a tratar, foi lavrado a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos presentes.

Prof. Dr. Márcio Gomes da Silva
Presidente- IFAM

Prof. Dr. Thiago Lobo Fonseca
Membro Externo - IFRJ

Prof. Dr. Minos Martins Adão Neto
Membro Interno - UFAM

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me fazer conhecer que o maior conhecimento vem de Ti, fonte de maior sabedoria. E, ainda, por mostrar que não somos nada perante o seu poder.

Aos meus filhos, Michelson Neumann e Marcela Jhennifer, que de alguma maneira é minha razão de viver e o motivo pelo qual luto todos os dias.

Aos meus pais, Marcelo dos Santos e Solange Leite Correia, pois cada um dentro do seu possível contribui para essa conquista.

Ao meu orientador Dr. Márcio Gomes da Silva pela orientação recebida e pela paciência durante a execução deste trabalho.

Ao corpo docente do programa pelos conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

À SBF, que através dessa modalidade tem proporcionado a qualificação profissional em nível de mestrado a professores que se encontram atuando em sala de aula.

À Capes, que ao longo dos anos tem fomentado o avanço da educação no Brasil através de bolsas de estudo.

Não abandone a lealdade e a fidelidade; guarde-as sempre bem gravadas no coração. Se você fizer isso, agrada tanto a Deus como aos seres humanos.

Confie no SENHOR de todo o coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre-se de Deus em tudo o que fizer, e ele lhe mostrará o caminho certo.

Provérbios Cap. 3 versículo 5 e 6
(Bíblia Sagrada)

SIGLA

AC	Atividades Computacionais
Cm	Centímetro
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
Km	Quilômetro
MEC	Ministério da Educação
Mm	Milímetro
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
MRUV	Movimento Retilíneo Uniforme Variado
MU	Movimento Uniforme
MUV	Movimento Uniformemente Variado
NTIC	Novas Tecnologias de Informação e Comunicação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PFD	Princípio Fundamental da Dinâmica
PIG	Princípio da Interdependência de Galileu
PSC	Processo Seletivo Contínuo
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SI	Sistema Internacional de Unidades
SISU	Sistema de Seleção Unificada
TIC	Tecnologias da Informação e da Comunicação
EI	Ensino por Investigação

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Os três eixos de competências e habilidades almejados no ensino da Física	18
Quadro 2: Unidades de três grandezas básicas do SI... ..	34
Quadro 3: Fatores positivos das atividades computacionais e fatores negativos das tradicionais (AC)	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estrutura didática para turma A.	73
Tabela 2: Estrutura didática para turma B	73
Tabela 3: Dados para o enfrentamento da questão 1	81
Tabela 4: Resultado da turma A	94
Tabela 5: Resultado da turma B.....	94
Tabela 6: Análise quantitativa para as demais questões..	101
Tabela 7: Análise das questões algébricas.....	105
Tabela 8: Resultados para as três questões iniciais da seção..	106
Tabela 9: Distribuição de acertos para a questão hipotética.....	108
Tabela 10: Distribuição de acertos para a turma A.....	110
Tabela 11: Distribuição de acertos para a turma B	110
Tabela 12: Distribuição de acertos das turmas.....	111
Tabela 13: Dados de acerto pré-teste e pós-teste (turma A).....	115
Tabela 14: Dados de acerto pré-teste e pós-teste (turma B).....	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de mapa conceitual para água	28
Figura 2: Gráfico da função horária.....	37
Figura 3: Gráfico da velocidade escalar	37
Figura 4: Lançamento oblíquo.....	38
Figura 5: Lançamento oblíquo com ângulo de referência	39
Figura 6: Força de atrito (f) se opondo ao movimento do corpo.....	44
Figura 7: Força normal	44
Figura 8: Sintetização das ideias do autor	63
Figura 9: Local da pesquisa	70
Figura 10: Simulador Adição de Vetores	75
Figura 11: Tela inicial do simulador lançamento de projéteis	76
Figura 12: Alunos lançando as duas esferas	79
Figura 13: Tela inicial do lançamento de projéteis.....	83
Figura 14: Alunos interagindo como o simulador	84
Figura 15: Simulação Parque Energético para Skatistas.....	87
Figura 16: Simulador Forças e Movimento	91
Figura 17: 1ª Lei de Newton.....	91
Figura 18: 2ª Lei de Newton.....	92
Figura 19: Base para construção do mapa conceitual.....	92
Figura 20: Alunos realizando a soma geométrica de vetores	95
Figura 21: Aluno A (turma A).....	95
Figura 22: Aluno B (turma A).....	96
Figura 23: Aluno C (turma B).....	96
Figura 24: Relato de um aluno (Turma A).....	97
Figura 25: Relato de uma aluno (Turma B).....	97
Figura 26: Aluno A(turma A).....	98
Figura 27: Aluno B(turma A).....	98
Figura 28: Aluno C (Turma B).....	98
Figura 29: Aluno D (Turma B).....	98
Figura 30: Respostas das turmas.....	100
Figura 31: Alunos no laboratório.....	100

Figura 32: Entrevistado.....	102
Figura 33: Entrevistado	102
Figura 34: Entrevistado	102
Figura 35: Representação de um aluno acerca da aula.. ..	103
Figura 36: Quantitativo para as respostas plausíveis	103
Figura 37: Relato 1.....	104
Figura 38: Relato 2.....	104
Figura 39: Aluno da turma B se preparando para a atividade	106
Figura 40: Relato 1.....	107
Figura 41: Relato 2.....	107
Figura 42: Resultado para o problema final da seção	108
Figura 43: Alunos enfrentando a questão inicial da seção	109
Figura 44: Alunos interagindo como a simulação	110
Figura 45: Relato 1.....	111
Figura 46: Relato 2.....	111
Figura 47: Relato 3.....	111
Figura 48: Relato 4.....	112
Figura 49: Mapa conceitual de um aluno da turma A.....	113
Figura 50: Mapa conceitual de um aluno da turma B.....	113
Figura 51: Resposta de um aluno da turma A.	114
Figura 52: Resposta de um aluno da turma B.....	114
Figura 53: Evolução da turma A	116
Figura 54: Evolução da turma B	117
Figura 55: Percentual da turma A e turma B.....	118
Figura 56: Percentual da turma A e turma B	119
Figura 57: Percentual da turma A e turma B	120
Figura 58: Relato 1.....	121
Figura 59: Relato 2.....	121
Figura 60: Relato 3.....	121
Figura 61: Relato 4.....	121
Figura 62: Relato 5.....	122
Figura 63: Relato 6.....	122
Figura 64: Relato 7.....	122
Figura 65: Relato 8.....	122

RESUMO

DESCOBRINDO CONCEITOS CINEMÁTICOS E DINÂMICOS ATRAVÉS DA INTERATIVIDADE E DA LEITURA: UMA PRÁTICA INVESTIGATIVA EM FÍSICA

MARCELO DOS SANTOS JÚNIOR

Orientador:

Prof. Dr. Márcio Gomes da Silva

O ensino da Física centrado na memorização de fórmulas e de exercícios repetitivos tem lavado a predominância de um procedimento didático-pedagógico que deixou o âmbito investigativo dessa ciência em caráter secundário ou até mesmo inexistente. E, frente às novas exigências educacionais com ênfase em desenvolvimento de habilidades e competências, o foco memorístico na Física tornou-se ineficiente. Com intuito de seguir por uma abordagem de cunho investigativo, optou-se por elaborar uma sequência didática na perspectiva investigativa de Jorde e aplicá-la em duas turmas do 1º ano do ensino médio. De modo a contemplar esse itinerário educativo, a prática didática foi dividida em sete etapas ancoradas em experimentos reais, virtuais e na leitura, através de situações-problemas. Com a interatividade e a discussão coletiva contempla tais etapas, a teoria de aprendizagem de Lev Vygotsky foi utilizada como suporte teórico. Como a prática educativa também utilizou conhecimentos e organizadores prévios para consecução dos objetivos da pesquisa, também foi utilizado de forma integrada a teoria de David Ausubel. A última parte da metodologia consistiu basicamente em contemplar o objetivo final do produto didático, que consistia basicamente na construção individual de um mapa conceitual interligando conceitos cinemáticos e dinâmicos através da relação entre as duas primeiras leis de Newton e as causas dos movimentos acelerados e/ou retilíneo uniforme. Através de dados qualitativos e quantitativos foi possível perceber a extrair evidências de aprendizagem significativa do corpo discente, tanto durante quanto após a pesquisa. Os resultados analisados separadamente de cada turma, bem como os resultados comparativos, mostraram indicativo de aprendizagem efetiva de conceitos cinemáticos e dinâmicos.

Palavras-chave: Ensino por investigação, Experimentos reais e virtuais, Situações-problemas, Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

DISCOVERING KINEMATIC AND DYNAMIC CONCEPTS THROUGH INTERACTIVITY AND READING: AN INVESTIGATIVE PRACTICE IN PHYSICS

MARCELO DOS SANTOS JÚNIOR

Supervisor:

Prof. Dr. Márcio Gomes da Silva

The teaching of physics centered on the memorization of formulas and repetitive exercises has washed away the predominance of a didactic-pedagogical procedure that left the research scope of this science in a secondary or even non-existent character. And, faced with new educational requirements with an emphasis on skills and competency development, the memory focus on physics has become inefficient. In order to follow an investigative approach, it was decided to elaborate a didactic sequence in Jorde's investigative perspective to two classes of the 1st year of high school. In order to contemplate this educational itinerary, didactic practice was divided into seven stages anchored in real, virtual experiments and in reading through problem situations. With interactivity and collective discussion contemplating such stages, Lev Vygotsky's theory of learning was used as theoretical support. As educational practice also used previous knowledge and organizers to achieve the objectives of the research, the theory of David Ausubel was also used in an integrated way. The last part of the methodology basically consisted of contemplating the final objective of the didactic product, which basically consisted in the individual construction of a conceptual map interconnecting kinematic and dynamic concepts through the relation between Newton's first two laws and the causes of accelerated and / or rectilinear. Through qualitative and quantitative data it was possible to perceive to extract evidence of significant learning from the student body, both during and after the research. The results analyzed separately from each class, as well as the comparative results, showed an indicative of effective learning of kinematic and dynamic concepts.

Keywords: Research Teaching, Real and virtual experiments, Situations-problems, Significant learning.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
OBJETIVOS	20
Objetivo Geral	20
Objetivos Específicos	21
CAPÍTULO 1: TEORIAS DE APRENDIZAGEM DE AUSUBEL E VYGOTSKY	23
1.1 DAVID AUSUBEL	23
1.1.1 Teoria de aprendizagem de David Ausubel	24
1.1.2 Organizadores prévios	26
1.1.3 Mapas conceituais	27
1.2 LEV VYGOTSKY	28
1.2.1 Teoria Vygotskiana	29
1.2.2 O desenvolvimento e a aprendizagem segundo Vygotsky	30
1.2.3 Vygotsky no contexto educativo	31
CAPÍTULO 2 - MECÂNICA	32
2.1 CINEMÁTICA	32
2.1.1 Ponto material e extenso	32
2.1.2 Tempo	32
2.1.3 Espaço	33
2.1.4 Comprimento	33
2.1.5 Unidades do SI	33
2.1.6 Movimento, repouso e trajetória	34
2.1.7 Velocidade média e instantânea	34
2.1.8 Aceleração	35
2.1.9 Aceleração instantânea e média	35
2.1.10 Movimento retilíneo uniforme (MRU)	36
2.1.10.1 Gráfico da função horário do MRU	36
2.1.10.2 Gráfico da Velocidade	37
2.1.11 Movimento retilíneo uniforme variado (MRUV)	38
2.1.12 Lançamento oblíquo e alguns resultados notáveis	38
2.2 DINÂMICA	41
2.2.1 Primeira lei de Newton	41
2.2.2 Segunda lei de Newton	42

CAPÍTULO 3 - A TECNOLOGIA NO CONTEXTO EDUCACIONAL	46
3.1 POTENCIALIDADES DAS TICS NO PROCESSO EDUCATIVO	46
3.1.1 Tecnologia e a Sociedade	46
3.1.2 Tecnologia e Educação	47
3.1.3 A interatividade no processo de ensino e aprendizagem frente as novas tecnologias	50
3.1.4 As tecnologias no processo educativo são apenas recursos	52
3.2 AS TICS E O ENSINO DE FÍSICA	54
3.2.1 A Física como Ciência.....	54
3.2.2 O ensino tradicional, a experimentação e as potencialidades das TICs na Física.....	55
3.3 POTENCIAL DAS SIMULAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA E SUAS LIMITAÇÕES	58
3.3.1 Simuladores como recursos potenciais na Física	58
3.3.2 Vigilância didático-pedagógica acerca da utilização de simuladores computacionais no ensino de Física	60
3.3.3 Simuladores como recurso complementar	62
3.4 SITUAÇÕES-PROBLEMAS, SIMULADORES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTOS REAIS, UMA INTEGRAÇÃO INVESTIGATIVA EM FÍSICA.....	63
3.4.1 Situação-problema e seu potencial didático na Física	63
3.4.2 Ensino investigativo em ciências	64
3.4.3 Unindo situações-problema, experimentos reais e virtuais e leitura numa perspectiva investigativa em Física.....	66
CAPÍTULO 4: METODOLOGIA.....	69
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	69
4.2 LOCAL E PARTICIPANTES	70
4.3 OS OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SUAS SUBDIVISÕES.....	71
4.3.1 Seção Didática 1.....	73
4.3.1.1 Aula mediada pelo professor com a utilização de uma simulação que contempla a soma geométrica de vetores	73
4.3.2 Seção Didática.....	76
4.3.2.1 Aula mediada pelo professor com a utilização de simulador que contempla o lançamento oblíquo para uma nova ilustração do princípio da interdependência	76
4.3.3 Seção Didática 3.....	78

4.3.3.1	Realização de um experimento real	80
4.3.4	Seção Didática 4	80
4.3.4.1	Estudando a função seno e cosseno e suas diferenças enquanto função crescente e decrescente	80
4.3.5	Seção Didática 5	82
4.3.5.1	Enfretamento de situações-problemas atreladas a simuladores computacionais acerca de conceitos cinemáticos e simetrias do lançamento oblíquo.	82
4.3.6	Seção Didática 6	87
4.3.6.1	Simuladores e as duas leis de Newton.	87
4.3.7	Seção Didática 7	90
4.3.7.1	Reforçando os aspectos conceituais das duas leis de Newton e a construção de um mapa conceitual pelos alunos interligando essas leis a conceitos cinemáticos .	90
CAPÍTULO 5	- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	94
5.1	ANÁLISE DA SEÇÃO DIDÁTICA 1	94
5.2	ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 2	96
5.3	ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 3	99
5.4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 4	103
5.5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 5	105
5.6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 6	109
5.7	ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 7	112
5.8	ANÁLISE DO PRÉ E PÓS-TESTE	115
5.9	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO (APÊNDICE E)	117
CAPÍTULO 6	- CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
	REFERÊNCIAS	127
	APÊNDICE A-PRODUTO EDUCACIONAL	141
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	163
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO SOBRE VETORES	169
	APÊNDICE D - EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO SOBRE AS LEIS DE NEWTON	171
	APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE ACEITAÇÃO METODOLÓGICA	172
	APÊNDICE F – DISCUSSÃO SOBRE REFERENCIAL TÉORICO	174

INTRODUÇÃO

A Física por ser um saber científico ancorado em modelos (muitos deles com uma boa dose de abstração) e tendo a matemática como linguagem tornou-se uma disciplina difícil (VEITE; TEODORO, 2002; PASQUALETTO; VEIT; ARAÚJO, 2017), tendo essa fama estendida no meio escolar como algo natural. Não obstante tal situação, o seu ensino é excessivamente centrado em memorizar fórmulas (MEDEIROS A; MEDEIROS C, 2002; MCDERMOTT, 1993) e centrado na solução de exercícios repetitivos (LUZ *et al*, 2016) cujo objetivo maior é preparar o estudante para o vestibular, deixando o âmbito investigativo dessa ciência como algo secundário.

Destá maneira o seu ensino tornou-se ineficiente se pensarmos em construção de habilidades e competências pelo alunado, trata-se do reflexo do ensino tradicional e propedêutico. Pois “cultivar o hábito de indagar e elaborar problemas não faz parte das práticas tradicionais” (PAIS, 2005 p.28).

Além disso, esse tipo de abordagem educacional não se atende ao tempo de aprendizagem do aluno, preocupando-se simplesmente em injetar informações, desconsiderando o aprendiz como um sujeito cognitivo. Tratando-se de um pseudodiálogo cuja intenção é acelerar o ritmo da suposta assimilação do conteúdo pelo aluno, ou seja, as respostas são induzidas ou simplesmente colocadas é o que Brousseau denominou de “efeito topázio”.

Décadas atrás, Freire (1987) questionou este tipo abordagem no processo de ensino e aprendizagem. O autor metafóricamente comparou esse mecanismo educativo à dinâmica de uma transação bancária. Nesse panorama o professor simplesmente deposita a informação no estudante, como um depósito bancário e, posteriormente, o professor extrai tal informação como se fosse um extrato daquilo que o aluno supostamente aprendeu, ou seja, o aluno simplesmente reflete a informação que recebeu, sendo posto assim numa posição passiva no processo educacional.

Corroborando com Sabala (1998, p.89): “A perspectiva ‘tradicional’ atribui aos professores o papel de transmissores de conhecimentos e controladores dos resultados obtidos”. A dinâmica desse processo educativo é uma realidade presente na maioria das escolas.

Os programas estão limitados a um cronograma definido, no qual são distribuídos os bimestres, as aulas e o que deverá ser ensinado. Mas os alunos têm um tempo de aprendizagem próprio que nem sempre coincide com o tempo didático. Assim, o acúmulo de informações não garante a aprendizagem em novas situações que certamente se dão em um tempo posterior à escola, quando a pertinência dos saberes escolares é colocada à prova. (BRASIL, 2006, p.49).

Acrescentado aqui um relato do eminente cientista Carl Sagan que ilustra essa ênfase:

Gostaria de poder lhes contar sobre professores de ciência inspiradores nos meus tempos de escola primária e secundária. Mas, quando penso no passado, não encontro nenhum. Lembro-me da memorização automática da tabela periódica dos elementos, das alavancas e dos planos inclinados, da fotossíntese das plantas verdes, e da diferença entre antracito e carvão betuminoso. Mas não me lembro de nenhum sentimento sublime de deslumbramento, de nenhum indício de uma perspectiva evolutiva, nem de coisa alguma sobre ideias errôneas em que outrora todos acreditavam (SAGAN, 1996, p.13-14).

O ensino da Física tem sido criticado justamente por envolver esse mecanismo didático. Conforme Moreira (2011), o ensino da Física pode ser sintetizado da seguinte maneira:

A aprendizagem que mais ocorre na escola é outra: aprendizagem mecânica, aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após. Em linguagem coloquial, a aprendizagem mecânica é a conhecida decoreba, tão utilizada pelos alunos e tão incentivada na escola. (MOREIRA, 2011, p. 28).

Corroborado pelos principais instrumentos legais¹ que orientam um novo paradigma educacional.

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências. (BRASIL, 2006)

Essas capacidades mencionadas são traduzidas em dois eixos mais amplas de recursos cognitivos: habilidades e competências. No âmbito investigativo a Física também se utiliza de competências.

[...] assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções. Ao se ensinar Física deve-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas. (BRASIL, 2006 p.53)

¹ Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei n. 9.394/96); Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCN/Resolução CNE/CEB n. 2/92); Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN/ 2000); Orientações Educacionais Complementares aos PCN (PCN+/ 2002); Orientações Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) /2004); Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (Parecer CNE/CP n. 14/2002).

Em termos mais amplo, o ensino da Física deve contemplar três conjuntos de competências: Comunicar e Representar; Investigar e Compreender; e Contextualizar Social ou Historicamente o conhecimento (PCN, 2000, p.29).

Quadro 1- Os três eixos de competências e habilidades almejados no ensino da Física

Representação e comunicação	Investigação e compreensão	Contextualização sócio-cultural
Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.	Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.	Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.	Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.	Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura Humana.
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.	Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.	Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos Físicos e/ou tecnológicos relevantes.

Fonte: PCN (2000)

Esse novo itinerário educativo vem justamente suprir esse ensino que concede o aluno como uma tábua rasa, pois a aprendizagem no sujeito não ocorre de forma linear, é necessária uma interação mais efetiva entre o sujeito e o objeto de conhecimento, ou seja, contatos diversificados entre esses dois polos, de maneira que o aprendiz possa pensar, repensar, assumir erros, construir acertos, oportunizando que a informação gere conhecimento em virtude desses conflitos cognitivos.

Uma forma de oportunizar o desenvolvimento dessas capacidades no educando é lançar mão de um ensino contextualizado, pois a contextualização no processo educativo “significa incorporar vivências concretas e diversificadas, e também incorporar o aprendizado em novas vivências” (MELLO, 2012 p.10).

“A contextualização como recurso didático serve para problematizar a realidade vivida pelo aluno, extraí-la do seu contexto e projetá-la para análise. Ou seja, consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo” (BRASIL, 2006, p.53).

De maneira equivalente é a inserção de um processo educativo interdisciplinar, que consiste basicamente em construir um conhecimento mais sólido de um determinado fenômeno sob ótica de várias disciplinas, de forma que haja um diálogo efetivo entre elas e sejam confluentes para a compreensão mais ampla do objeto de estudo. Portanto, ambas as abordagens têm interesses convergentes no processo de ensino-aprendizagem: criar condições para o desenvolvimento de habilidades e competências.

Diante do cenário apresentado é imprescindível uma compreensão mais detalhada desses dois termos-chave para que a ação educativa tenha um direcionamento didático-pedagógico que contemple de forma efetiva os novos objetivos de aprendizagem exigidos. Perrnoud (2002) descreve que as formas de realização das competências foram chamadas de habilidades.

Assim, para o autor as habilidades seriam microcompetências e as competências macrohabilidades. São, portanto, indissociáveis (RICARDO, 2003) e pontes que interligam os conteúdos ao conhecimento. Está aqui o ponto central da nova configuração educacional: as disciplinas serviriam apenas como meios para o desenvolvimento das habilidades e competências. Por outras palavras, “qual conteúdo ensinar” perderia o protagonismo na ação educativa. Dessa forma, o “para que ensinar determinado conteúdo” ganharia esse status.

Diante da problemática apresentada e dos caminhos necessários para a construção de uma aprendizagem mais efetiva e condizente com as novas exigências educacionais e, destacando que uso das tecnologias no processo didático tem sido apontado como um recurso potencial para esses objetivos de aprendizagem (MEDEIROS A; MEDEIROS C, 2002), foi proposto um projeto que contemplasse a utilização de simuladores computacionais (experimentos virtuais), experimentos reais e a leitura, ancorados em situações-problemas numa integração construtivista.

Direcionamos pela resolução de problemas porque é um fator que contribui para o desenvolvimento da inteligência (MARCOS MEIER *apud* GUIMARÃES, 2013, p.332).

Defendemos o uso de simuladores computacionais pela sua expressiva representação dinâmica de fenômenos, sem falar de seu potencial interativo intrínseco. E, ainda, por envolver um conhecimento simulado fortalece o processo de aprendizagem (PAIS, 2005).

A experiência é intrínseca a Física, assim uma abordagem sem esse tipo de atividade no processo de ensino e aprendizagem nessa disciplina será sempre incompleta.

Já a leitura como recurso educacional é facilmente percebida, no ensino de ciências não seria diferente, “toda e qualquer atividade relativa à compreensão dos métodos e

procedimentos das Ciências da Natureza envolve habilidades que se sustentam na leitura e compreensão de textos” (KLEIMAN, 2000 *apud* GASPAR, 2016, p.308).

Tal associação se mostra rica como recurso didático em virtude do novo contexto educacional que coloca o professor como mediador do conhecimento, reiterando “o quanto é fundamental que o profissional de educação invista em tecnologias inovadoras, contribuindo para que seus aprendizes encontrem seus próprios modos de construção” (PERRENOUD, 2002).

Assim julgamos que uma sequência didática que utilize experimentos virtuais (através de simuladores), experimentos reais e leitura de textos específicos utilizando determinadas situações-problemas numa perspectiva de ensino por investigação na ótica de Jorde (2009) *apud* Carvalho (2017) favoreça uma compreensão mais eficaz de conceitos físicos, da própria Física e do seu método, bem como a possibilidade de gerar desenvolvimento das capacidades pessoais, de fato uma boa educação é aquela que favoreça ao outra qualidade e condições de desenvolvimento (PERRENOUD, 2002).

Mais especificamente seguiremos por uma sequência didática investigativa que favoreça ao desenvolvimento de conceitos cinemáticos e dinâmicos bem como a relação entre eles através da relação entre as duas primeiras Leis de Newton e as causas dos movimentos presentes na cinemática. Segundo Monteiro (2014) na maioria dos livros didáticos a abordagem das leis de Newton presente na dinâmica parece não ter ligação alguma com conceitos vistos na cinemática. Nesse sentido foi elaborado uma estratégia didática que oportunizasse ao o corpo discente o aprendizado de conceitos físicos sob várias perspectivas, interligando ao final do produto educacional, através da confecção de um mapa conceitual, os conceitos pertinentes à primeira e a segunda lei de Newton aos cinemáticos.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Fomentar o apreço pela disciplina, compreender a dinâmica do trabalho científico, sobretudo da Física e visualizar sua aplicação nos mais variados segmentos sociais.
- Oportunizar que o corpo discente compreenda conceitos cinemáticos e dinâmicos, bem como compreenda que a primeira e segunda lei de Newton estão associadas às causas dos movimentos presente na cinemática.

Objetivos Específicos

- Compreender conceitos cinemáticos como repouso, referencial, velocidade média e instantânea, aceleração, Princípio da Interdependência de Galileu, algumas simetrias cinemáticas do lançamento oblíquo, como ângulo de alcance máximo, alcance para ângulos complementares, tempo de voo, relação entre altura e tempo de voo, entre outros.
- Compreender o conceito de força de campo e de contato, bem como as características da força peso.
- Compreender em diversas perspectivas as duas primeiras leis de Newton e correlacioná-las com conceitos cinemáticos.

CAPÍTULO 1

Em busca dessas metas dividimos o trabalho em seis capítulos. Este primeiro aborda como a aprendizagem é processada no contexto construtivista, focando-se na abordagem sócio-histórica de Lev Vygotsky e na aprendizagem significativa de David Ausubel. O capítulo traz um levantamento bibliográfico acerca desses dois autores, levantando pontos importantes em comum, destacando a contribuição de ambos para uma aprendizagem significativa no âmbito construtivista.

CAPÍTULO 2

Trata-se da fundamentação teórica de conceitos cinemáticos, do lançamento oblíquo e das leis de Newton. Levanta os pontos importantes desses tópicos, refletindo sobre a importância do seu aprendizado para o corpo discente.

CAPÍTULO 3

Este aborda etimologia da expressão tecnologia e sua abrangência nos mais variados setores da sociedade. Tratando posteriormente da necessidade de sua inserção no âmbito educacional e, conseqüentemente, da análise dos termos oriundos dessa introdução, como TIC, NTIC, objetos educacionais, animações, simulação, entre outros, e como eles podem ser considerados recursos potenciais no processo educativo. Assim, o capítulo aborda tópicos diversos das Tecnologias da Informação e da Comunicação aplicadas a educação, culminando

no discurso das potencialidades e limitações do uso dos simuladores no ensino da Física. E, por fim, na argumentação da junção de simuladores e situações-problemas como estratégia didática potencial no ensino de Física.

CAPÍTULO 4

Aborda os aspectos instrumentais da pesquisa. Descrevendo alguns aspectos do método científico, quais foram os tipos de pesquisas utilizadas neste trabalho e como os dados foram coletados e analisados. Destaca também como foi feito o diagnóstico da turma e o porquê de trilhar por um ou outro tipo de pesquisa.

CAPÍTULO 5

Refere-se à análise e discurso dos resultados com bases nos objetivos da pesquisa.

CAPÍTULO 6

Trata-se das considerações finais acerca da pesquisa, apontando os aspectos relevantes proporcionados pelo produto da pesquisa. Destacando outras possíveis aplicações e ajustes para outras situações de aprendizagens.

CAPÍTULO 1: TEORIAS DE APRENDIZAGEM DE AUSUBEL E VYGOTSKY

A aprendizagem é um processo que se estende por toda a vida, desde o seu início, sendo que em todas as suas etapas e a todo o momento o indivíduo está em processo de aprendizagem, e nesse processo os indivíduos alteram o seu comportamento, o seu desempenho, a sua visão de mundo, seus enfoques e suas abordagens. E com isso têm-se diversos conceitos para a aprendizagem.

Segundo Vygotsky (1991) o conhecimento se constrói através da relação do indivíduo com os elos estabelecidos pela sociedade. Assim, ao conceber o indivíduo como um ser sócio-histórico, o autor defende que é na teia de relações sociais que se constrói e reconstrói constantemente o conhecimento.

Ausubel *et al* (1980) dá grande destaque e importância ao conhecimento prévio do estudante. Para o autor essa é a variável mais importante quando se pretende ensinar um determinado conteúdo e para que o mesmo seja assimilado de forma efetiva.

1.1 DAVID AUSUBEL

David Paul Ausubel, nasceu no Brooklyn, na cidade de Nova York, em 1918. Em 1943, casou-se com Pearl Leibowitz com quem teve dois filhos. Ausubel teve uma infância difícil por ser filho de família judia e pobre, imigrantes da Europa Central (DISTLER, 2015).

Segundo Fernandes (2014) David Ausubel sofreu durante anos na escola por não ter sua história pessoal considerada pelos seus educadores. Também relata que Ausubel estudou Medicina e Psicologia, trabalhando como cirurgião assistente e fazendo residência de Psiquiatria no Serviço de Saúde Pública. Trabalhou na Alemanha com tratamento médico de pessoas depois da Segunda Guerra Mundial. Fez três residências psiquiátricas: uma em E.U. Serviço de Saúde Pública, em *Kentucky*, a segunda no Centro Psiquiátrico de Buffalo e, por fim, no Centro Psiquiátrico do *Bronx*. Com o apoio da *GI Bill*, ele ganhou seu PhD em Psicologia do Desenvolvimento pela Universidade de Columbia, *Nova York*, em 1943. Foi professor de diversas instituições, como: Universidade de *Illinois*, Universidade de Toronto, e nas universidades europeias, em Berna, na Universidade Salesiana de Roma, e *Training Officer's College*, em Munique.

Conforme Distler (2015) Ausubel se aposentou em 1994, aos 76 anos, falecendo em 9 de julho de 2008, após publicar 120 artigos podendo-se destacar os seguintes:

(1954,1977). Theory and Problems of Adolescent Development.

(1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51, 267-272.

(1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton. • (1969/1969). *School Learning School Learning*.

(1978). In defense of advance organizers: A reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48, 251-257.

(1978). *Educational Psychology: A Cognitive View (2nd Ed.)*. New York: Holt, Rinehart & Winston. 685p.

1.1.1 Teoria de aprendizagem de David Ausubel

Moreira (2006) descreve que as teorias de Ausubel estão voltadas para o aspecto cognitivo do indivíduo, assim a aprendizagem ocorre dentro de uma estrutura altamente organizada pertencente a cada indivíduo.

Segundo Fernandes (2014) Ausubel argumentava que quanto mais sabemos, mais aprendemos. Famoso por propor o conceito de aprendizagem significativa, sua teoria foi apresentada em 1963, período em que as ideias behavioristas predominavam, onde acreditava-se na influência do meio sobre o sujeito e que o que os estudantes sabiam não era considerado e que só aprendiam se alguém os ensinasse. Sendo assim a teoria de ensino aprendizagem de Ausubel, segue em oposto aos conceitos comportamentalista, tendo em vista que, para ele, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar a ampliar novos conteúdos. Ausubel é considerado, junto com Piaget, Bruner e Novak, um dos expoentes da linha cognitivista (DISTLER, 2015).

Segundo Moreira (1999), Ausubel destaca que “o fator isolado mais importante que influência a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine de acordo” (AUSUBEL, 1978 *apud* MOREIRA, 1999). Assim o elemento imprescindível na sua teoria é o conhecimento prévio do estudante, sendo um mecanismo facilitador da aprendizagem.

A esse elemento-chave de sua teoria Ausubel denominou de “subsunçor”. Configura-se como qualquer elemento que esteja presente na estrutura cognitiva do indivíduo. Assim um conceito, uma preposição, uma ideia, pode ser estabelecido como subsunçor no processo educativo.

Destacando que a presença do subsunçor não implica necessariamente a ocorrência de aprendizagem significativa, mas sua falta impossibilita a manifestação desse tipo de aprendizagem.

Segundo Pelizzari (2002) *et al* para ocorrer aprendizagem significativa é preciso que o educando tenha predisposição para aprender. Em outros termos, se o estudante não estiver envolvido efetivamente no processo de ensino, o conteúdo terá uma grande chance de se relacionar de forma arbitrária aos conhecimentos prévios do aprendiz. Assim caso o educando esteja disposto a aprender significativamente e, além disso, o conteúdo tenha significado lógico e psicológico, a matéria a ser ensinada terá maior possibilidade de ser assimilada de forma significativa na ótica de Ausubel.

A natureza lógica mencionada se refere estritamente ao conteúdo a ser ensinado, ou seja, como o mesmo está relacionado aos conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do estudante. Pois, se o tema de estudo não se relacionar de forma efetiva com os conhecimentos prévios do aprendiz não oportunizará a ocorrência da aprendizagem significativa mesmo que haja predisposição por parte do mesmo. Como bem argumenta Cruz (s/p), “(...) uma relação lógica e explícita entre a nova ideia e alguma (s) outra (s) já existente(s) na estrutura cognitiva do indivíduo. Assim, por exemplo, entender o conceito de termômetro só será de fato significativo para o indivíduo, se de alguma forma houver uma clara relação entre este e o conceito de temperatura”.

Já a natureza psicológica, se refere às experiências individuais, ou seja, ao mecanismo que cada pessoa utiliza para armazenar em sua estrutura interna aquilo que é relevante.

Yamazaki (2008) também descreve que a teoria de Ausubel é alicerçada nos conhecimentos prévios. Para o autor esses saberes que estão presentes na estrutura cognitiva do aprendiz são como pontes para a aprendizagem. Destaca também que quando os novos conteúdos se relacionam com o subsunçor, este também é refinado e torna-se mais robusto.

Ainda segundo o autor, Ausubel afirma que há dois processos que ocorrem quando há ocorrência de aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Conforme Lareha & Fortaleza (2006, p. 18), “o princípio da diferenciação progressiva consistiria em apresentar inicialmente conceitos poucos diferenciados para ir se aproximando gradativamente de sua formulação final”. Nesse caso o subsunçor pode se modificar com a presença de novos conteúdos, ganhando novos significados.

Quando as ideias mais gerais relacionam os saberes que estavam separados na estrutura cognitiva, ou seja, os subsunçores que pareciam distintos são associados pela presença dessas novas ideias, diz que ocorreu o processo de reconciliação integrativa.

Destacando que ambos os processos devem ocorrer de forma equilibrada, pois a prevalência de um sobre o outro pode acarretar aprendizagem não efetiva em virtude das características dos dois processos.

1.1.2 Organizadores prévios

Se o subsunçor não estiver presente na estrutura cognitiva do estudante, Ausubel defende a utilização de organizadores prévios como elemento condutor para estabelecer um elo de conexão entre os novos conhecimentos e os conhecimentos anteriores. Assim o que o aluno precisa conhecer para ancorar esses novos saberes é preenchido pela utilização do organizador prévio.

O seu uso no processo de ensino se fundamenta essencialmente em:

I. A importância de se possuírem ideias relevantes, ou apropriadas, estabelecidas, já disponíveis na estrutura cognitiva, para fazer com que as novas ideias logicamente significativas se tornem potencialmente significativas e as novas ideias potencialmente significativas se tornarem realmente significativas, bem como fornecer-lhes uma ancoragem estável.

II. As vantagens de se utilizarem as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina na estrutura cognitiva como ideias ancoradas ou subsunçores, alteradas de forma adequada para uma maior particularidade de relevância para o material de instrução. Devido à maior aptidão e especificidade da relevância das mesmas, também usufruem de uma maior estabilidade, poder de explicação e capacidade integradora inerentes.

III. O fato de os próprios organizadores tentarem identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e estarem explicitamente relacionados com esta) e indicar, de modo explícito, a relevância quer do conteúdo existente, quer deles próprios para o novo material de aprendizagem (AUSUBEL, 2003, p. 12).

Nessa perspectiva “os organizadores prévios servem para facilitar a aprendizagem, na medida em que funcionam como pontes cognitivas” (MOREIRA, 2006, p.23).

Segundo o mesmo autor, ao relatar sobre as características desse elemento didático, destaca que “ a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este “ (MOREIRA, 2012). Ainda destaca que não existe mapa conceitual certo ou errado, afirmando que o importante é que o mapa mostre evidência de que o aluno está aprendendo de forma significativa.

1.1.3 Mapas Conceituais

Segundo Lareha & Fortaleza (2006), Novak e sua escola defenderam arduamente os princípios de instrução derivados da teoria de Ausubel. Assim Novak afirma vantagens da aprendizagem significativa sobre a de memorização baseados no cognitivismo.

Seguindo por essa perspectiva Novak criou um mecanismo para favorecer o surgimento de aprendizagem significativa, os chamados “mapas conceituais”. Conforme Novak & Cañas (2010), os mapas conceituais são diagramas hierárquicos que ordenam a relação lógica entre conceitos utilizando frases de ligação conectando os conceitos representados. A sua estrutura hierárquica garante que os conceitos mais gerais e inclusivos estejam no topo do diagrama, enquanto a parte inferior vai sendo armazenado por relações menos inclusivas e mais e específicas do tema de estudo

Para Novak & Gowin (1996) após determinada tarefa de ensino, os mapas conceituais podem servi de resumo sistemático do que foi aprendido. Além disso, o mesmo pode ser usado como forma de avaliação de determinado conteúdo. Novak & Cañas (2010) enfatizam que a produção de mapas conceituais são uteis tanto para alunos quanto para os professores, pois auxiliam os alunos a aprenderem e aos professores a avaliar esse aprendizado.

Novak e Cañas (2010) estabelece algumas condições para a ocorrência de aprendizagem significativa, destacando a confecção de mapa conceitual:

I. Material a ser aprendido deve ser conceitualmente claro e apresentado com linguagem e exemplos relacionáveis com o conhecimento anterior do aprendiz. Mapas conceituais podem ajudar a cumprir essa exigência, tanto por identificar conceitos amplos e gerais possuídos pelo aprendiz antes de ele aprender conceitos mais específicos, quanto por ajudar no sequenciamento de tarefas de aprendizagem através de conhecimentos progressivamente mais explícitos, que podem se basear em quadros de desenvolvimento conceitual.

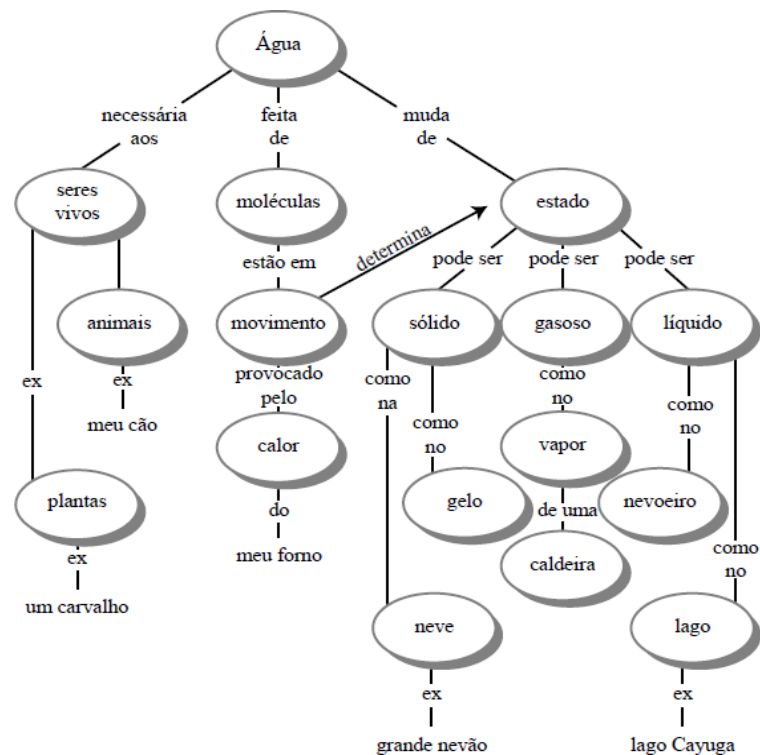
II. O aprendiz deve possuir conhecimento anterior relevante. Essa condição pode ser encontrada após os três anos de idade para praticamente qualquer campo disciplinar, mas é preciso ser cauteloso e explícito na elaboração de quadros conceituais se o

objetivo é apresentar conhecimento específico detalhado em qualquer campo em lições subsequentes.

III. O aprendiz precisa ter vontade de aprender de modo significativo. A única condição sobre a qual o professor ou mentor não possui controle direto é a da motivação dos estudantes em aprender tentando incorporar novos significados ao seu conhecimento prévio, em vez de simplesmente memorizando definições de conceitos ou afirmações proposicionais, ou ainda procedimentos computacionais (NOVAK; CAÑAS, 2010, p.11).

A fim de exemplificar, tem-se logo abaixo um mapa conceitual sobre água.

Figura 1 – Modelo de mapa conceitual para água



Fonte: Novak e Gowin (1996)

1.2 LEV VYGOTSKY

Nascido em 1896, em Orcha na Rússia, era formado em Direito, História e Filosofia na Universidade de Moscou e em A. L. *Shanyavskii*, respectivamente. O seu trabalho é influenciado pela revolução russa de 1917 (SILVA s/d)

De família judia, casou-se aos 28 anos e teve duas filhas, falecendo em 1934, vítima de tuberculose, convivendo com esta doença durante 14 anos. Através das experiências vividas dedicou os seus estudos aos distúrbios de aprendizagem e linguagem, das diversas formas de deficiências congênitas e adquiridas o que possibilitou a sua graduação em medicina. Posteriormente fundou o laboratório de psicologia da Escola de Professores Gomel, onde iniciou a sua jornada para o ramo da Psicopedagogia (COELHO; PISONI, 2012).

Em 1922 publicou um estudo sobre os métodos de ensino da literatura nas escolas secundárias, onde o seu interesse na psicologia acadêmica surgiu a partir de trabalhos envolvendo problemas de crianças com defeitos congênitos, como por exemplo: cegueira retardo mental severo, surdez, entre outros. Neste contexto o objetivo de Vygotsky seria buscar oportunidades de compreensão dos processos mentais humanos onde dedicou anos de estudo (PRESTES; TUNES & NASCIMENTO, 2013).

1.2.1 Teoria Vygotskiana

Pode-se descrever as teorias de Vygotsky como a relação indivíduo/ sociedade em que afirma que as características humanas não estão presentes desde o nascimento, nem são simplesmente resultados das pressões do meio externo, elas são implicações das relações homem e sociedade, pois quando o homem transforma o meio na busca de atender suas necessidades básicas, ele se auto transforma.

No caso das crianças com deficiência leva-se em consideração a questão da inclusão, para que estas interajam com outras crianças com o desenvolvimento superior, para que haja troca de conhecimentos e experiências e ambas passem a aprender juntas. Ferrenho defensor da educação inclusiva e da acessibilidade para todos, Vygotsky resguarda que pessoas com deficiências auditivas, visuais e dentre outras podem ter um alto nível de desenvolvimento, devendo a escola permitir que os mesmos dominem e posteriormente superem os conhecimentos obtidos (SIERRA, 2009).

Para Vygotsky até mesmo as crianças cegas podem alcançar o mesmo desenvolvimento de uma criança normal, através da lei da compensação, pois o limite biológico não é o que determina o não desenvolvimento dos deficientes, mas sim a sociedade é quem limita o desenvolvimento dos deficientes (PRESTES; TUNES E NASCIMENTO, 2013).

Segundo Matui (1995), baseado no marxismo (materialismo histórico), Vygotsky projetou uma nova psicologia. De acordo com autor, essa nova concepção consistia “em estudar a transformação dos processos psicológicos elementares em processos complexos ou funções psicológicas superiores: memória, pensamento, atenção, atenção, fala, consciência” (MATUI, 1995, p. 151).

Para tanto, Vygotsky abandonou o subjetivismo tratado pela psicologia tradicional, ou seja, aquelas atividades mentais dentro do organismo. Assim tratou as funções psicológicas superiores como produto sócio-histórico ou como reflexo das relações interpessoais. Com isso o autor afirmava que o conhecimento transita necessariamente das atividades interpessoais para as atividades intrapessoais, através da internalização.

Dessa forma a teoria Vygotskyana trata da origem cultural das funções psíquicas. O autor acredita que essas funções se originam nas relações do indivíduo e no seu contexto social e cultural. Neste contexto verifica-se que a cultural é não é independente do seu desenvolvimento histórico e social. Para a criança esse desenvolvimento é um processo contínuo de aprendizagem, tendo em vista que dessa forma evita-se que a criança precise reestruturar todos os conceitos que já possui. Para Vygotsky deveria aparecer primeiro as funções psicológicas em sua forma primária para que assim se desenvolvessem para formas superiores (COELHO; PISONI, 2012).

O mesmo ainda defende que o cérebro é o principal órgão para a atividade mental, levando em consideração a questão biológica do funcionamento psicológico (COELHO; PISONI, 2012).

Em um outro aspecto de sua teoria o pesquisador trabalha com o conceito de pensamento, como uma capacidade exclusiva da humanidade, onde através da fala pode-se organizar as atividades práticas e as funções psicológicas, onde para isso ele realizava estudos com crianças na fase de desenvolvimento da fala. Assim, é na atividade prática, ou seja, na coletividade que a pessoa se aproveita da linguagem e dos objetos físicos disponíveis em sua cultura, promovendo assim seu desenvolvimento, dando ênfase aos conhecimentos histórico-cultural, conhecimentos produzidos e já existentes em seu cotidiano (SIERRA, 2009).

1.2.2 O desenvolvimento e a aprendizagem segundo Vygotsky

Para Vygotsky o desenvolvimento de uma criança inicia-se muito antes de chegar a escola, porém a escola é que irá ajudá-la a integrar novos elementos no seu desenvolvimento, pois é a partir dela que vão iniciar as relações sociais, tendo em vista que a aprendizagem é um

processo contínuo e a educação é caracterizadas por diversas etapas qualitativas (PRESTES, 2010).

Segundo Coelho & Pisoni (2012) nos estudos de Vygotsky foram identificados dois tipos de desenvolvimento:

Desenvolvimento real: se refere àquelas conquistas que já são consolidadas na criança, aquelas capacidades ou funções que realiza sozinha sem auxílio de outro indivíduo. Habitualmente costuma-se avaliar a criança somente neste nível, ou seja, somente o que ela já é capaz de realizar. Desenvolvimento potencial se refere àquilo que a criança pode realizar com auxílio de outro indivíduo. Neste caso as experiências são muito importantes, pois ele aprende através do diálogo, colaboração, imitação (COELHO; PISONE, 2012, p.5).

A diferença entre os dois tipos de desenvolvimento chama-se de zona de desenvolvimento potencial ou proximal, onde Vygotsky afirma que o desenvolvimento proximal de hoje é o desenvolvimento real de amanhã, ou seja, aquilo que a criança necessita de ajuda para realizar hoje, conseguirá desenvolver-se para realizar de forma independente no futuro (VYGOTSKY, 1984).

A partir desses conceitos, estuda-se a questão do plano educacional infantil, que é uma ferramenta que permite avaliar o desenvolvimento de forma individual, através de estratégias pedagógicas para que através do mediador a criança possa concretizar o desenvolvimento potencial para o real (PRESTES, 2010).

1.2.3 Vygotsky no contexto educativo

A escola é de grande valor pelo motivo de que nela se desenvolvem atividades diferenciadas, assim como lá é o lugar para que a criança aprenda a ler, escrever, obter o domínio dos cálculos e dentre outros, expandindo assim seus conhecimentos. Porém é importante avaliar os métodos de ensino utilizado na escola, pois o trabalho pedagógico deve valorizar o desenvolvimento potencial e o desenvolvimento real (SIERRA, 2009).

Para que isto ocorra o professor deve conhecer o seu aluno, para que possa estimular as suas potencialidades e superar as suas capacidades e isto deveria ocorrer através dos registros das suas descobertas, hipóteses, crenças e opiniões com intuito de oportunizar o diálogo, criando situações onde o aluno possa expor aquilo que sabe (VYGOTSKY, 1984).

CAPÍTULO 2 - MECÂNICA

2.1 CINEMÁTICA

A Cinemática é um segmento da Mecânica que analisa os movimentos dos corpos sem considerar as causas dos mesmos. Alguns conceitos presentes nesse tópico são muito relevantes para o domínio de determinados fenômenos físicos. Serve, portanto, como base conceitual para outros temas da física, além de contribuir no desenvolvimento do raciocínio necessário para compreensão e resolução de problemas.

Segundo Abrantes (2018) a cinemática estuda o movimento dos corpos, indicando o deslocamento, a velocidade e a aceleração em cada instante. Porém, nesse ramo da Física, não são consideradas a massa dos corpos nem as forças que são aplicadas sobre eles.

Como fonte introdutória de conceitos da Física, algumas definições presentes na cinemática precisam estar consolidadas. Assim apresentaremos alguns tópicos acerca do tema.

2.1.1 Ponto material e extenso

Se na análise de um problema as dimensões de um determinado corpo forem consideradas desprezíveis, comportando-se como um ponto geométrico, tal objeto é denominado ponto material. Caso essa condição não seja cumprida, este corpo é chamado de corpo extenso (BATISTA, 2013).

Para Bisquolo (2014), quando as dimensões não são importantes no estudo de um dado fenômeno, o corpo em estudo se torna ponto material. Assim nota-se que a definição não está afirmando que, para ser um ponto material, um objeto deva ser obrigatoriamente pequeno, por isso se configura um conceito relativo.

2.1.2 Tempo

O conceito de tempo é primitivo e não tem uma definição precisa na Física. Apesar disso mede-se sua passagem através de instrumentos que apresentam comportamentos periódicos, como pêndulos, vibrações atômicas, entre outros.

Segundo a mecânica Newtoniana, o tempo flui de forma uniforme para todos os observadores, ou seja, é absoluto. No entanto, de acordo com a teoria de relatividade de

Einstein, tal conceito é relativo, podendo diversos observadores medir uma passagem de tempo diferente, desde que a gravidade ou altas velocidades estejam presentes no fenômeno.

2.1.3 Espaço

Espaço é a posição onde se localiza o móvel em determinado instante em relação a um dado referencial. Para melhor compreensão sobre o conceito de espaço é indicado imaginar determinada placa que comunica em qual quilômetro você possa estar após ter saído do marco zero que serviu de referencial para a marcação (RAFAELA, 2016).

2.1.4 Comprimento

No século 17 a recém-fundada República da França deu origem um novo sistema de pesos e medidas. A base era o metro, definido como um décimo milionésimo da distância entre o polo norte e o equador. Mais tarde, por questões práticas, esse padrão foi abandonado e o metro passou a ser definido como a distância entre duas linhas finas gravadas perto das extremidades de uma barra de platina-irídio, a barra do metro padrão, mantida no Bureau Internacional de Pesos e Medidas, nas vizinhanças de Paris (HALLYDAY, 2016).

Segundo Ramalho Júnior (2007) para melhor compreensão sobre as grandezas envolvidas sobre algum determinado fenômeno, a Física recorre a medidas. Como uma fita métrica para poder medir o comprimento. Metro é a unidade essencial no sistema de comprimento do Sistema Internacional de Unidades (SI). O metro admite múltiplos, como quilômetro (km), e submúltiplos, como o centímetro (cm) e o milímetro (mm).

2.1.5 Unidades do SI

Em 1971, na 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, foram selecionadas como fundamentais sete grandezas para constituir a base do Sistema Internacional de Unidades (SI), popularmente conhecido como sistema métrico. A Tabela 1 mostra as unidades das três grandezas fundamentais (comprimento, massa e tempo) que serão adotadas nesse capítulo. Essas unidades foram definidas de modo a serem da mesma ordem de grandeza que a “escala humana” (HALLYDAY, 2016).

Quadro 2: Unidades de três grandezas básicas do SI

Unidades de Três Grandezas Básicas do SI		
Grandeza	Nome da Unidade	Símbolo da Unidade
Comprimento	Metro	M
Tempo	Segundo	S
Massa	Quilograma	KG

Fonte: Hallyday (2016)

2.1.6 Movimento, repouso e trajetória

Segundo Ramalho Júnior (2007) se a posição de um corpo varia, em relação a um dado referencial, durante um intervalo de tempo qualquer, diz que houve movimento. No entanto, se a posição do corpo não varia, em relação a um referencial, durante um intervalo de tempo, diz-se que esse corpo está em repouso.

Um outro conceito que também depende do referencial adotado é o de trajetória. A trajetória de um corpo pode ser entendida como o caminho que ele percorreu durante sucessivos instantes de tempo, ao longo de seu movimento. Por exemplo, imagine um pacote de mantimentos arremessado de um avião. A trajetória desse objeto, dependendo do referencial, poderá ser uma linha reta ou uma curva no formato de parábola.

2.1.7 Velocidade média e instantânea

A velocidade instantânea é a velocidade que é medida num instante específico, ela se difere da velocidade média, pois esta mede a razão entre o espaço total percorrido pelo móvel e o intervalo de tempo necessário para efetuar esse trajeto. Já a velocidade instantânea, é determinada no momento.

Para melhor exemplificar a velocidade instantânea podemos observar o velocímetro do carro, ou seja, ele mostra a velocidade instantânea em que o carro está naquele determinado instante (SÓ FÍSICA, 2019).

Na equação abaixo, podemos ter um melhor entendimento da velocidade média.

$$V_{\text{média}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1)$$

Onde:

V – Velocidade média (m/s);

ΔS – Variação do espaço (m);

Δt – Variação do tempo (s)

2.1.8 Aceleração

De acordo com Júnior (2019) a aceleração é a grandeza que determina a taxa de variação da velocidade em função do tempo. A mesma indica o aumento ou a diminuição da velocidade com o passar do tempo. Frisando que, mesmo se o módulo da velocidade de um móvel não variar o corpo poderá sofrer algum tipo de aceleração, desde que o vetor velocidade varie no tempo. Assim de forma mais abrangente podemos afirmar que a aceleração mede a taxa de variação do vetor velocidade.

Se a aceleração for positiva, e a velocidade for positiva, então o módulo da velocidade aumenta. Se ela for negativa, e a velocidade, positiva, então o módulo da velocidade diminui. Assim, a aceleração "puxa" a velocidade na direção dela, fazendo-a crescer caso ambas estejam no mesmo sentido, e diminuem caso estejam em sentidos opostos.

A equação abaixo determina o módulo da aceleração em seu tratamento escalar.

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (2)$$

a = aceleração (m/s^2);

ΔV = variação de velocidade (m/s);

Δt = variação do tempo (s).

2.1.9 Aceleração instantânea e média

A principal diferença entre a aceleração média e a aceleração instantânea está no fato de que a aceleração média corresponde a todo o intervalo de tempo observado, enquanto a instantânea refere-se a um tempo específico, alcançado por aproximações infinitesimais de intervalo de tempo. A expressão abaixo ilustra o mecanismo para encontrar esse tipo de aceleração, ou seja, a aceleração instantânea em um tempo (t_0) qualquer.

$$a_{inst}(t_0) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (3)$$

Como $\Delta t = t - t_0 \Rightarrow t \rightarrow t_0 \Leftrightarrow \Delta t \rightarrow 0$

Já a aceleração média expressa-se como:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta V}{\Delta T} \quad (4)$$

Em que V_1 é a velocidade da partícula no instante t_1 , e V_2 é a velocidade da partícula no instante t_2 .

E relevante ressaltar que no Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida da velocidade é o metro por segundo (m/s) enquanto que o tempo é expresso em segundos (s). Por esse motivo, a unidade de aceleração média no SI é m/s^2 .

2.1.10 Movimento retilíneo uniforme (MRU)

Quando o móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais e, além disso, o trajeto é reto, o movimento é denominado retilíneo uniforme (MRU). Uma consequência imediata é que a velocidade escalar permanecer constante em toda trajetória (HALLYDAY & RESNICK, 2007).

Como a velocidade escalar é constante em qualquer instante ou intervalo de tempo, no movimento uniforme a velocidade escalar média é igual à instantânea:

$$V_{\text{inst}} = V_{\text{média}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (5)$$

2.1.10.1 Gráfico da função horário do MRU

Através da equação anterior pode ser deduzida a função horária do MRU. Assim tem-se uma função $S = f(t)$ do 1º grau que representa uma reta que pode ou não passar pela origem (fig. 1).

Sua expressão segue logo abaixo representada:

$$S = S_0 + V t, \quad (6)$$

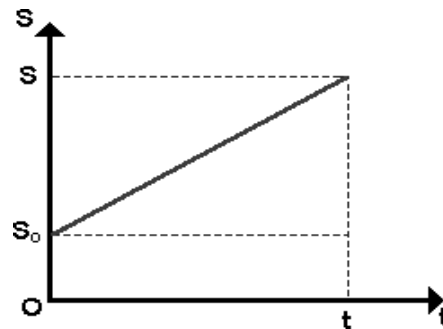
S_0 : coeficiente linear da reta

V: coeficiente angular da reta ou inclinação da reta

S: espaço final do móvel

t; tempo qualquer durante a trajetória

Figura 2– Gráfico da função horária



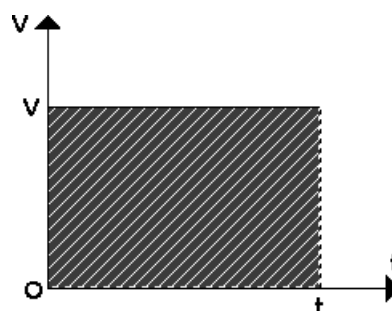
Fonte: Auto (2019)

A velocidade escalar é obtida a partir do gráfico S versus t, calculando a inclinação da reta: $V = \text{Inclinação da reta} = (S - S_0)/(t - t_0)$ (7)

2.1.10.2 Gráfico da Velocidade

Como a velocidade é constante em qualquer instante e intervalo de tempo, a função $V = f(t)$ é uma função constante e o gráfico V versus t é uma reta paralela ao eixo do tempo.

Figura 3- Gráfico da velocidade escalar



Fonte: Autor (2019)

Pode-se calcular a variação de espaço ocorrida em um intervalo de tempo. Para isso determina-se a área abaixo da reta obtida, que é a área de um retângulo. Assim,

$$\Delta S = A_{\text{retângulo}} = \text{base} * \text{altura} = \Delta t \cdot V \quad (8)$$

2.1.11 Movimento retilíneo uniforme variado (MRUV)

O movimento é chamado retilíneo uniformemente variado (MRUV) quando a trajetória é uma reta e a velocidade varia linearmente com o tempo, ou seja, a aceleração escalar permanece constante ao longo do percurso.

Pela definição acima tem-se que:

$$a = \Delta v / \Delta t \rightarrow a = (V - V_0) / t - t_0 \rightarrow a = (V - V_0) / \Delta t \quad (9)$$

Desses cálculos, com $t_0 = 0$, resulta a fórmula do MRUV:

$$V = V_0 + a \cdot t \quad (10)$$

Onde:

V: velocidade final (m/s)

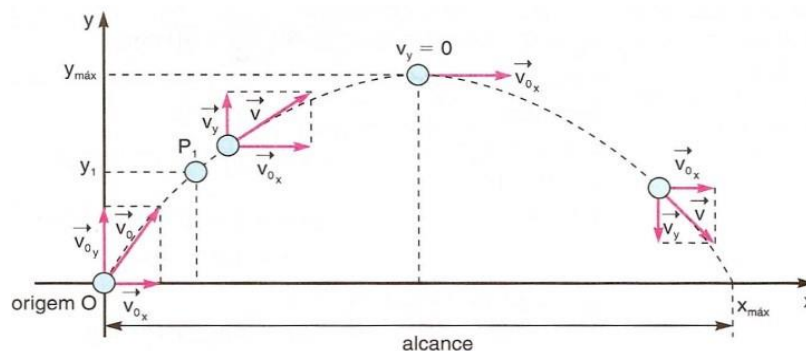
V_0 : velocidade inicial (m/s)

a: aceleração (m/s^2)

t: tempo (s)

2.1.12 Lançamento oblíquo e alguns resultados notáveis

Figura 04-Lançamento oblíquo



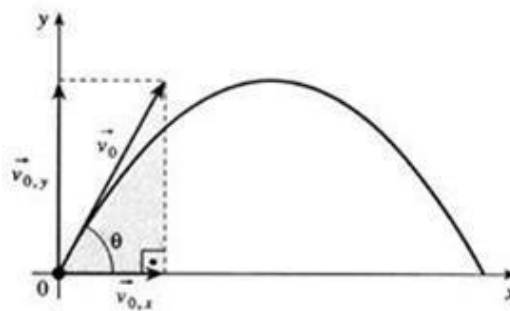
Fonte: BONJORNO *et al* (1993)

Como se percebe, o movimento oblíquo é caracterizado por executar uma trajetória parabólica para um determinado referencial. Para isso o móvel deve ser lançado de determinado ponto formando com a horizontal um ângulo que esteja entre 0 e 90 graus.

*1-Relação entre altura máxima e tempo de voo

Para termos um melhor entendimento quando se refere aos resultados inerentes ao lançamento oblíquo, podemos fazer o uso da decomposição do vetor velocidade V_0 em duas componentes como ilustrado abaixo, bem como da aplicação do Princípio da Interdependência de Galileu (PIG).

Figura 05- Lançamento oblíquo com ângulo de referência



Fonte: BONJORNO et al (1993)

Pela relação pitagórica temos,

$$V_{0y} = V_0 \cdot \text{sen}\theta \quad (11)$$

$$V_{0x} = V_0 \cdot \text{cos}\theta \quad (12)$$

e como na vertical o movimento é do tipo MRUV, sendo que na subida $a = -g$, podemos expressar a seguinte equação:

$$V_y = V_{0y} - g \cdot t \quad (13)$$

Se considerarmos $V_y = 0$ (altura máxima) e denominando t_s o tempo da subida, conclui-se que:

$$V_0 \cdot \text{sen}\theta - g \cdot t_s = 0 \Rightarrow t_s = \frac{V_0 \cdot \text{sen}\theta}{g} \quad (14)$$

E como:

$$V_y^2 = V_{0y}^2 - 2 \cdot g \cdot H \Rightarrow \quad (15)$$

$$0^2 = V_{0y}^2 - 2 \cdot g \cdot H \Leftrightarrow H_{\text{máx}} = \frac{V_{0y}^2}{g} \quad (16)$$

Associando os casos (14) e (16) chega-se em

$$H_{\text{máx}} = \frac{g \cdot t_s^2}{2} \quad (17)$$

Assim para dois lançamentos distintos o tempo de voo serão os mesmos, desde que a altura máxima alcançada por ambos sejam as mesmas.

***2-Alcance máximo para ângulos complementares**

Como o movimento na horizontal é retilíneo e uniforme, temos que o alcance (A) máximo, considerando $X_0 = 0$ como referencia, é:

$$A = X_0 + V_{0x} 2t_s \rightarrow \quad (18)$$

$$A = V_0 \cos\theta 2 \left(\frac{V_0 \sin\theta}{g} \right) \rightarrow \quad (19)$$

$$A = \frac{V_0^2 2 \sin\theta \cdot \cos\theta}{g} \rightarrow \quad (20)$$

Lançando mão da relação trigonométrica,

$$\text{Sen}2\theta = 2\text{sen}\theta \cdot \text{Cos}\theta \rightarrow \quad (21)$$

encontramos por (20) e (21) que,

$$A = \frac{V_0^2 \cdot \text{Sen}2\theta}{g} \quad (22)$$

Como $0 \leq |\text{Sen } \theta| \leq 1$ e considerando θ pertencente ao primeiro quadrante, conclui-se que seu máximo ocorre em $\text{Sen}90^\circ = 1$. Assim pela equação acima, $\theta = 45^\circ$ implica no valor que maximiza o valor de A. Portanto,

$$A_{m\acute{a}x} = \frac{V_0^2}{g} \quad (23)$$

Agora sejam dois ângulos quaisquer (Θ_1 e Θ_2) pertencentes ao primeiro quadrante, se

$$\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ \quad \text{ent\~{a}o} \quad (24)$$

$$\text{Sen}\theta_1 \cdot \text{Cos}\theta_1 = \text{Sen}\theta_2 \cdot \text{Cos}\theta_2 \quad (25)$$

Utilizando o resultado da express\~{a}o (21), chega-se em:

$$A_1 = \frac{V_0^2 \cdot 2 \text{Sen}\theta_1 \cdot \text{Cos}\theta_1}{g} \quad \text{e} \quad A_2 = \frac{V_0^2 \cdot 2 \text{Sen}\theta_2 \cdot \text{Cos}\theta_2}{g} \quad (26)$$

Portanto, para lan\c{c}amentos de \~{a}ngulos complementares e com velocidades equivalentes, com ponto de partida e de chegada pertencente \~{a} mesma base horizontal, ter\~{a}o o mesmo alcance m\~{a}ximo.

2.2 DIN\~{A}MICA

2.2.1 Primeira lei de Newton

A primeira lei de Newton baseia-se em vencer a in\~{e}rcia, ou manter-se nela, ou seja, se temos um corpo em movimento, a primeira lei da din\~{a}mica fala que se desprezarmos as for\c{c}as existentes como por exemplo o atrito do ar, esse corpo continuar\~{a} em movimento (MRU), e nunca ir\~{a} para. Agora quando o corpo est\~{a} parado, sem movimento algum, por essa lei, ele continuar\~{a} inerte, parado, sem nenhum movimento, at\~{e} que uma for\c{c}a externa o coloque em movimento, podendo ser chamada tamb\~{e}m como a lei da in\~{e}rcia.

Assim se nenhuma for\c{c}a resultante atuar sobre o corpo ($|\vec{F}_{res}| = 0$) a velocidade vetorial n\~{a}o pode mudar, ou seja, o corpo n\~{a}o pode sofrer acelera\c{c}\~{a}o. Isso significa que mesmo que um corpo esteja submetido a v\~{a}rias for\c{c}as, se a resultante das for\c{c}as for zero, o corpo n\~{a}o sofrer\~{a} acelera\c{c}\~{a}o (HALLIDAY, 2016).

Um exemplo básico simples em que podemos adotar é quando adentramos em um ônibus, se por qualquer motivo o motorista freia bruscamente, por inércia, somos atirados para frente e se não nos apoiarmos podemos nos machucar.

Outro exemplo aplicável dessa lei da mecânica é o cinto de segurança de um veículo de passeio, pois ao colidir com outro veículo ou numa freada brusca, tem a tendência de continuar em movimento. Desta forma, sem o cinto, os passageiros podem ser arremessados para fora no veículo ou até mesmo se machucar batendo em alguma das partes do veículo, e por esse motivo se faz necessário o uso do cinto de segurança.

2.2.2 Segunda lei de Newton

A Segunda lei de Newton basicamente estabelece que se a força resultante que atua sobre um corpo não for nula então ele terá algum tipo de aceleração. Sendo ela diretamente proporcional à força aplicada, mas inversamente proporcional à massa. Dessa forma podemos entender que quanto maior a massa de um corpo maior será a força para colocá-lo em movimento acelerado (variar o vetor velocidade).

De forma matematizada a segunda lei de Newton é regida pela equação abaixo, essa equação é de fácil entendimento, mas não contempla todos os casos.

$$\vec{F}_{\text{res}} = m \cdot \vec{a} \quad (27)$$

Assim um modo mais abrangente de expressar essa lei é justamente lançar mão do conceito momento linear:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v} \quad (28)$$

onde P= módulo do momento linear (kg.m/s)

Assim a equação (28) ganha a forma de

$$\vec{F}_{\text{res}} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (29)$$

Utilizando a equação (29) e (30) retornamos a (28) caso a massa seja uma constante. No entanto, a representação da força resultante em função da derivada temporal do momento linear se aplica mesmo se a massa variar, sendo assim uma forma mais robusta de representar a segunda lei de Newton.

Em muitos casos para determinar a força resultante é necessário o conhecimento das características de alguns tipos especiais de forças. Na dinâmica podemos destacar três delas: força peso, força normal e força de atrito.

***1-Força peso**

A força peso tem sua definição alicerçada na teoria da gravitação de Newton. Assim se um corpo de massa m se encontrar na superfície de um planeta ou próximo dela (para garantir um valor praticamente constante para a aceleração da gravidade) ele experimentará uma força vertical apontando para o centro desse astro (HALLIDAY, 2016).

Sua intensidade pode-se expressar da seguinte forma:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (31)$$

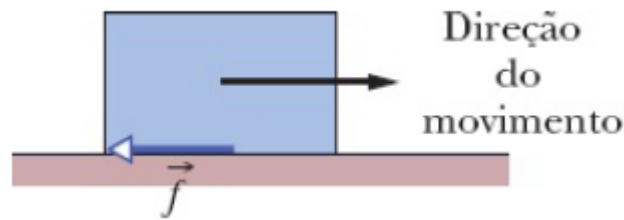
onde P = representa o módulo do vetor peso(N)
 m =massa gravitacional (kg)
 g = módulo da aceleração do astro (m/s^2)

***2-Forças de atrito**

De acordo com Halliday (2016) a força de atrito é um tipo de força que se opõem à tendência de movimento de um corpo. Quando a força impede o corpo de adquirir movimento ela é chamada força de atrito estático. Se o corpo já se encontra em movimento, mas há ainda uma força dificultando esse estado diz que o corpo está sobre a influência de uma força de atrito cinético.

Na imagem abaixo nota-se um pequeno exemplo ilustrativo de um corpo que se move em uma determinada direção e a força de atrito cinético se opondo ao movimento.

Figura 06- Força de atrito (f) se opondo ao movimento do corpo

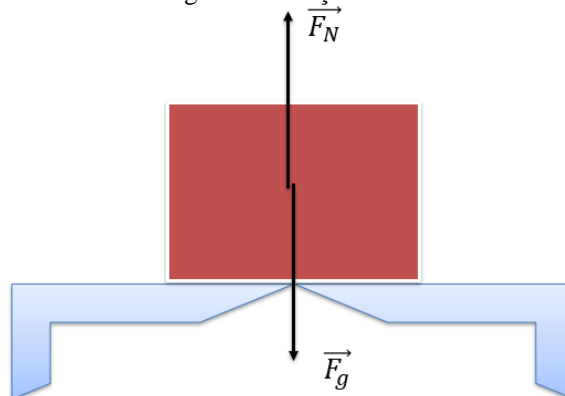


Fonte: Halliday (2016)

*3-Força normal

Para quantificar ambas a força é torna necessário compreender o conceito de força normal. Quando um corpo exerce uma força sobre uma superfície, a superfície, mesmo que essa pareça rígida, ela se deforma e empurra o corpo com uma força normal que é perpendicular à superfície. Um exemplo prático, e de fácil compreensão, se colocarmos um corpo em uma mesa, mesmo que essa seja rígida e suporte o peso do corpo, mesmo assim a mesa se deforma, exercendo uma força normal, de maneira perpendicular à superfície da mesa.

Figura 07- Força normal



Fonte: Autor (2019)

Outras características importantes da força normal (N) são: a intensidade depende da compressão entre as superfícies e não depende da área de contato entre o corpo e a superfície.

É verificado experimentalmente que as duas forças de atrito são diretamente proporcionais à força normal. Assim tem-se, em termos escalares, que:

$$F_{\text{at (máx)}} = \mu_e \cdot N \quad \text{onde,} \quad (32)$$

N = Força normal (N)

μ_e = Coeficiente de atrito estático (adimensional)

$F_{\text{at (máx)}}$ = Força de atrito estático máxima (N)

$$F_{\text{atc}} = \mu_c \cdot N \quad \text{sendo que,} \quad (33)$$

μ_c = Coeficiente de atrito cinético (adimensional)

N = Força normal (N)

F_{atc} = Força de atrito cinético (N)

A expressão (32) representar a força máxima de oposição ao movimento. Quando o corpo adquirir a iminência de movimento a força externa adquiriu um valor equivalente a essa força de atrito estático máxima.

Se uma força maior que a força de atrito estático máxima for aplicada em um corpo ele entrará em movimento. Nesse momento surge uma força praticamente constante que se opõem ao movimento, a força de atrito cinético.

Essencialmente a dois tipos de força: a de contato e de campo. A primeira surge quando por algum motivo há contato entre os corpos, como a força normal e de atrito já mencionadas. Já a segunda surge mesmo sem contato, pela interação a distância, como por exemplo, a força peso que é a responsável pela queda dos corpos.

CAPÍTULO 3 - A TECNOLOGIA NO CONTEXTO EDUCACIONAL

3.1 POTENCIALIDADES DAS TICS NO PROCESSO EDUCATIVO

3.1.1 Tecnologia e a Sociedade

Não há como questionar que a tecnologia está presente nos mais variados segmentos sociais cuja abrangência se estende desde o âmbito econômico, cultural, político e educacional. Tal presença não é exclusiva da sociedade atual-denominado por Castells (1999) de sociedade da informação ou do conhecimento- sua origem é pertinente às ações humanas em busca das adaptações necessárias no espaço e no tempo, como foi a descoberta do fogo, do surgimento da escrita, do rádio, do relógio, do telefone, do televisor, entre outras. Isso evidencia o porquê de estar vinculado a um modo de produção (BASTOS, 1998; MIRANDA, 2002).

Logo, pode-se afirmar que a tecnologia é fruto da adaptação do homem ao meio como o intuito de tornar a sua convivência com ele mais harmônica. Comparando esta perspectiva a origem do seu conceito, que por Blanco e Silva (1993) é de origem grega *technê* cujo significado é “arte” e ou “ofício” e de *logos* que significa “estuo de”, a tecnologia ganharia um status de ferramenta elaborada para inúmeros fins. Além disso, “a criação de uma nova técnica resulta normalmente de uma síntese evolutiva de informações e conhecimentos acumulados no transcorrer de certo período” (PAIS, 2005, p. 92). Por isso ela é dinâmica e adaptativa.

Tal perspectiva é corroborada por Kenski (2012) quando descreve de forma mais ampla o conceito de tecnologia:

[...] conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade, chamamos de “tecnologia”. Para construir qualquer equipamento - uma caneta esferográfica ou um computador -, os homens precisam pesquisar, planejar e criar o produto, o serviço, o processo. Ao conjunto de tudo isso, chamamos de tecnologias (KENSKI, 2012, p.24).

É, portanto, um produto resultante da aliança entre a técnica e a ciência (MIRANDA 2002).

Para a sociedade vigente nunca o termo tecnologia ganhou tanto peso, como afirma Cysneiros (2010, p.4) quando salienta que “não é demais lembrar que vivemos em um mundo tecnologizado. O ar que respiramos os locais por onde andamos, vestes, alimentos, nossos

corpos e tudo o mais são afetados por tecnologias”. “Essa nova civilização traz consigo novos estilos de família; maneiras diferentes de trabalhar, amar e viver; uma nova economia; novos conflitos políticos; e acima de tudo uma consciência modificada” (TOFFER, 1995, p.142).

[...] a geração que nasceu no final da década de 1980 em diante tem muitos apelidos, tais como “geração da rede”, “geração digital”, “geração instantânea” e “geração ciber”. Todas essas denominações se referem a características específicas de seu ambiente ou comportamento [...] A resposta é que a geração da rede difere de qualquer outra do passado porque cresceu em uma era digital (VEEN; VRAKING, 2009, p. 28-29).

3.1.2 Tecnologia e Educação

Frente ao novo contexto e aos relatos históricos das aplicações de diversos recursos tecnológico na educação, as novas tecnologias surgem com um elemento imprescindível as práticas escolares. Pois,

Nas últimas cinco décadas, a aliança feita entre Ciência e Tecnologia provocou grandes mudanças que possibilitaram a aceleração do desenvolvimento tanto de uma, quanto de outra. De 1989 para cá, o avanço da tecnologia teve um ritmo surpreendentemente mais acelerado, ocupando espaços cada vez maiores em nossa vida cotidiana, não se podendo hoje conceber muitas de nossas rotinas e hábitos sem a atual tecnologia. Assim, não poderia a tecnologia passar despercebida por um setor bastante relevante da nossa realidade: a Educação (RIBEIRO, 2002, p.542).

De fato, com a presença das novas tecnologias que permeia toda uma sociedade, a educação da contemporaneidade sofre transformações. As mudanças surgem tanto de dentro pra fora como de fora pra dentro do ambiente escolar, pois por está estritamente ligada à comunidade, a presença tecnológica em um âmbito reflete reciprocamente no outro.

Vemos a escola repleta dos novos de elementos tecnológicos, seja por dispositivos eletrônicos pertencentes aos usuários da comunidade escolar (alunos, professores e funcionários), como celulares, notebooks, tabletes, ou dos próprios equipamentos que compõem a infraestrutura da escola, como ar-condicionado, televisor, geladeira, micro-ondas, datashow, entre outros. Nota-se também a saída de vários elementos tecnológicos da escola para a sociedade, como aplicativos e software oriundo de projetos científicos existente na comunidade escolar ou pelo próprio discente que leva para o convívio familiar o conhecimento de tecnologias presente na instituição.

Apesar da presença ostensiva desses novos recursos, as complexidades inerentes à educação, devido, sobretudo, a sua ligação direta a fatores políticos e econômicos de uma nação, fazem com que a aplicabilidade desses elementos (em sentido estritamente pedagógico) seja dependente de outros fatores, por que não dizer de inúmeros. Pois “os processos educativos são suficientemente complexos para que não seja fácil reconhecer todos os fatores que os definem” (SABALA, 1998, p16).

Apesar dessas complexidades, notamos que ela foi, é, e sempre será um recurso a ser utilizado no processo didático, assim como aconteceu com o surgimento da escrita, do livro, do rádio, da tv. Hoje o computador, representando o carro chefe dessa nova sociedade, ilustra bem essa aplicação. Conforme Valente (1998, p. 03), “a introdução do computador na educação tem provocado uma verdadeira revolução na nossa concepção de ensino e de aprendizagem. Primeiro, os computadores podem ser usados para ensinar”.

Ainda segundo o autor supracitado há duas possibilidades de aplicação do computador no ambiente escolar. A primeira concebe o computador como máquina de ensinar, dessa forma seu foco é transmitir determinado conteúdo ao aluno através de programas desenvolvidos para tais fins, como programas tutoriais, programas de exercícios-e-prática e jogos educacionais.

A segunda refere-se ao seu uso como ferramenta educacional, não se tratando mais de uma máquina de ensinar. Nesse caso o computador serve como intermediário para execução de determinada tarefa pelo discente, como a elaboração de um texto ou uma simulação de um experimento de física usando tal ferramenta, por exemplo. Independentemente de como se inseri no âmbito educacional, a utilização do computador na escola é parte de um contexto de necessidades (MORAN; MASETTO; BERHRENS, 2003).

Diante desse novo cenário um termo tem surgido nos últimos anos, são as denominadas “Tecnologias da Informação e da Comunicação” (TCI). Conforme Fiorentini & Lorenzato (2006, p. 156) “as TICs resultam da fusão das tecnologias de informação, antes referenciadas como informática, e as tecnologias de comunicação, denominadas anteriormente como telecomunicações e mídia eletrônica”.

Trata-se de um espectro de elementos cujas funções estão estritamente ligas ao armazenamento e a transmissão de informações, recorrendo as mais variadas tecnologias. Quando olhamos seu papel no cenário educacional, refletirmos que:

As tecnologias da informação e comunicação constituem uma parte de um contínuo desenvolvimento de tecnologias, a começar pelo giz e os livros, todos podendo apoiar e enriquecer as aprendizagens. Como qualquer ferramenta, devem ser usadas e adaptadas para servir a fins educacionais e como tecnologia assistiva; desenvolvidas de forma a possibilitar que a interatividade virtual se desenvolva de modo mais

intenso, inclusive na produção de linguagens. Assim, a infraestrutura tecnológica, como apoio pedagógico às atividades escolares, deve também garantir acesso dos estudantes à biblioteca, ao rádio, à televisão, à internet aberta às possibilidades da convergência digital (BRASIL, 2010, p.21).

Desta feita, mesmo com resistências, e é normal diante do novo, é desejável promover a sociedade da informação porque o novo paradigma oferece a perspectiva de avanços significativos para a vida individual e coletiva, elevando o patamar dos conhecimentos gerados e utilizados na sociedade, oferecendo o estímulo para constante aprendizagem e mudança. Assim os subsídios advindos desse avanço tecnológico podem, dependendo de sua aplicação, servir como suporte no processo educacional, até por que eles fazem parte do universo das pessoas que formamos. (PACHECO, 2008, p 91).

E a escola, como se encontra nesse caminho?

A escola não se encontra em sintonia com a emergência da interatividade. Encontra-se alheia ao espírito do tempo e mantém-se fechada em si mesma, em seus rituais de transmissão, quando o seu entorno modifica-se fundamentalmente em nova dimensão comunicacional [...]. Em lugar de posicionarem-se diante da experiência comunicacional vivida pelos alunos, a escola continua na defensiva. Enquanto os alunos apresentam-se como novos expectadores, tendendo a uma postura menos passiva diante da emissão, quando aprendem a manipular imagens nas telas cada vez menos estáticas, os professores não sabem raciocinar senão na transmissão linear e separando emissão e recepção (SILVA, 2002, p.68).

Corroborando como Fino (2011, p. 2): “Durante décadas a fio, a escola que emergiu da modernidade manteve praticamente inalteráveis os seus processos, recorrendo quase exclusivamente às tecnologias associadas à leitura e à escrita para os suportar”.

Apesar dos desafios presentes (que não são poucos) e futuros que certamente surgirão devido à fatores intrínsecos ao âmbito educacional, é necessário que a instituição escolar se reinvente frente a esses desafios de implementação das novas tecnologias em seu cotidiano, pois de fato elas trouxeram avanços para a educação (GESSER, 2012; GUIMARAES, 2013). Afirmam que o papel principal da instituição escolar diante do cenário atual é de auxiliar o aluno a interpretar as informações, a relacioná-las e contextualizá-las.

Diante dos múltiplos e potenciais fatores didáticos oriundos dessa tendência, torna-se até mesmo injustificado a ausência desses instrumentos na ação didático-pedagógica. Como destaca Silva & Silva (2012, 75) “hoje, quando se analisa a presença dos meios de comunicação de massa e, principalmente, das novas tecnologias e sua influência na educação, chega-se à conclusão de que a aprendizagem seria totalmente prejudicada sem estes instrumentos ”.

Tais conclusões tem justificativa imediata, pois com a nova sociedade- a sociedade do conhecimento- exigem-se novas competências pessoais, como criatividade, iniciativa, criticidade, autonomia e, sobretudo, aprender a aprender, uma competência imprescindível

numa sociedade onde o sujeito é bombardeado de informações e onde o conhecimento adquiriu o patamar de *Commodity* (PASSARELLI, 2007).

Como bem coloca Castells (1999) *apud* Pacheco (2008) a mente humana pela primeira vez na história deixou de ser apenas um elemento decisivo no sistema produtivo, mas também uma força direta de produção.

Com isso o papel do ensino vigente é reavaliado, pois “as práticas pedagógicas apoiam-se cada vez mais na tecnologia e, com isso, o processo de aprendizagem está determinando o repensar da ação do ensinar” (BEHAR, 2009, p. 204).

Assim a mediação do professor no processo ensino-aprendizagem ganha força como nunca, pois o sujeito deixa de ser passivo nesse elo e, portanto, a mera transmissão de conhecimento perde o sentido didático frente a essas exigências de aprendizagens. O professor ganha agora um novo status, não mais como detentor de conhecimento, mas um agente que o oportuniza, ou como sugere Lévy (1999) um “animador” da inteligência coletiva.

A educação deve transmitir, cada vez mais, saberes adaptados a uma Sociedade da Educação (Learning Society) como base das competências do futuro. Da tradicional transmissão dos saberes, evoluiu-se para uma Sociedade do Saber baseada na capacidade individual da construção dos conhecimentos, onde as tecnologias da informação e da comunicação são instrumentos ao serviço dessa construção. Deste modo, a Sociedade da Informação será marcada pelo primado do saber (LIMA, 2006, p.3).

Como podemos perceber as tecnologias da informação e comunicação podem ampliar tanto as possibilidades de ensino como de aprendizagem ao facilitar o acesso dinâmico a informações e ao conhecimento. Frisando, no entanto, que informação não é necessariamente conhecimento, mas sua aquisição de forma seletiva e crítica contribuirão para gerá-lo. Para Bianchetti (2001) informação está mais como matéria-prima para o conhecimento. E como educação é informação são indissociáveis (CORTELLA; DIMENSTEIN, 2015), evidenciamos o papel vital do uso das TICs no contexto educacional atual.

3.1.3 A interatividade no processo de ensino e aprendizagem frente as novas tecnologias

Trilhando por esse caminho encontramos um dos componentes substanciais que revitaliza essas potencialidades das TICs no ensino: sua capacidade de inserir o sujeito no ambiente de interação. Pois as novas tecnologias trazem consigo um leque de possibilidades de interatividade (VIEIRA, 2009). Pais (2005) coloca a interatividade como um conceito de importância pedagógica e ainda destaca:

O sucesso do uso do computador como uma tecnologia que pode favorecer a expansão da inteligência depende da forma como ocorre a relação entre o usuário e as informações contidas no programa por ele utilizado. Quanto mais interativa for essa relação, maiores serão as possibilidades de enriquecer as condições de elaboração do saber (PAIS, 2005, p.144).

Quando reiteramos que as novas exigências da sociedade contemporânea são criticidade, resiliência, seletores de informações, construtores do seu próprio conhecimento, dentre outros, a interatividade assumiria uma função mediadora de conhecimento. De fato, o aprendente como sujeito cognitivo necessita de diversos contatos e ritmos para que um determinado conteúdo seja assimilado, ou seja, o sujeito e o objeto precisam de uma relação mais frenética para que o produto seja o conhecimento. E a interatividade pelas TICs, sobretudo através do computador pelas suas múltiplas potencialidades, maximizaria essas conexões em tempos e lugares diversos.

Para que as NTICs promovam as mudanças esperadas no processo educativo, devem ser usadas não como máquinas para ensinar ou aprender, mas como ferramenta pedagógica para criar um ambiente interativo que proporcione ao aprendiz, diante de uma situação problema, investigar, levantar hipóteses, testá-las e refinar suas ideias iniciais, construindo assim seu próprio conhecimento. (VIEIRA, 2009, p.2).

Logo, estamos também permeados de novas exigências docentes, novos desafios, “desafios que dizem respeito a como cuidar da comunicação em sala de aula quando a interatividade é o pão mais cotidiano de uma sociedade inteira” (SILVA, 2002, p.68).

O professor não é somente ator na rede de interações. Mas, sobretudo, autor. Ele provoca e disponibiliza a rede de interações tomando por base os fundamentos da interatividade. É nessa materialidade comunicacional que ele expressa sua autoria. Aliás, manter essa ambiência, já constitui sua autoria (SILVA, 2001, p. 174).

Devido a esse potencial educativo da interação, tomar clareza de sua concepção se torna necessária, apesar de ser um conceito bem amplo na literatura e sem definição precisa. Para Piaget (1974) interação significa relação entre os indivíduos, ou seja, exige a presença de interlocutores humanos. Já Lemos (2002), em virtude do novo contexto comunicacional advindo das novas tecnologias, apresenta tal conceito em outra perspectiva, expandindo a interatividade como relação entre indivíduo e máquina.

Para ele interatividade digital compreende um tipo de relação tecno-social, assim uma maneira dialógica entre homem e máquina através de interfaces gráficas. Segundo Silva (2001) o termo interatividade é um conceito de comunicação e não de informática, e corrobora com o autor antes citado ao afirmar que a interatividade envolve relação comunicacional entre

interlocutores humanos, entre humanos e máquinas e entre usuário e serviço. Ainda enfatiza que para que ocorra a interatividade é necessário garantir que:

a) A dialógica que associa emissão e recepção como polos antagônicos e complementares na co-criação da comunicação; b) A intervenção do usuário ou receptor no conteúdo da mensagem ou do programa abertos a manipulações e modificações (SILVA 2001, p.5)

No âmbito dos recursos tecnológicos, de uma determinada mídia, Jensen (1998) defende que a interatividade seria uma medida do potencial de habilidade desse recurso em permitir que o usuário desempenhe influência sobre o conteúdo ou sobre modo da comunicação mediada. Segundo Pais (2005), se referindo a utilização de software educativo, destaca que há maior interatividade quando o usuário é posto numa posição onde possa trocar informações qualitativas e com maior frequência.

3.1.4 As tecnologias no processo educativo são apenas recursos

Parafraseando Richard Feynman, Nobel de Física, “ensinar qualquer coisa em qualquer lugar se configura um problema o qual não se conhece uma solução satisfatória”, notamos os desafios atrelado a toda prática educativa. Assim, devido as complexidades inerentes a qualquer processo didático, faz-se necessário uma certa vigilância didático-pedagógico acerca da aplicação de qualquer recurso tecnológico no âmbito educacional. Se o sucesso do ato de ensinar dependesse exclusivamente das tecnologias, já teríamos alcançado tal objetivo faz tempo (MORAN *et al*, 2007).

Diante do exposto e, embora a riqueza didática apresentada pela inclusão das novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, é preciso estar atento para a efetividade e qualidade dessa aplicação. Uma tecnologia poderá ser fértil ao ensino ou estéril a ele dependendo da sua utilização. Um docente que tem uma concepção pedagógica tradicional conservadora, autoritária, usará tal recurso para ampliar o condicionalismo no processo instrucional. Assim caso conceba o discente como um mero receptor de informações, provocará em tal ato, uma aprendizagem mecânica.

Já outro que defende uma concepção construtivista (como a Vigotskiana) empregará este mesmo recurso para ampliar a interação do indivíduo com o objeto de conhecimento, concebendo-o como um agente ativo no processo educativo, abrindo dessa forma possibilidades de aprendizagem. Corroborando com Marinho (1998) e Moran (1995) quando enfatizam que a presença tecnológica no ensino não afeta necessariamente o fazer pedagógico. Corroborando

com Levy (1999), pois para o autor as tecnologias não são positivas ou negativas, elas dependem do contexto as quais estão inseridas e de como estão sendo empregadas. Logo:

“A simples incorporação das tecnologias nos processos de aprendizagem e nos processos de ensino não garantem por si só a efetividade nos resultados obtidos. A seleção de meios e recursos interativos e sua incorporação a um formato global devem estar sustentadas por uma teoria do aprendizado que os justifiquem e os delimitem” (VAILLANT, 2012, p. 202).

E ainda,

É preciso ter claro que as TICs não substituem os livros didáticos, nem assumem suas funções, embora transformem profundamente seu uso, que será muito mais de referência e síntese do que consulta e de estudo. As TICs oferecem, para além do impresso, ocasiões originais de aprendizagem, trazendo desafios, provocando curiosidade, criando situações de aprendizagem totalmente novas de convivibilidade e interações mais intensas do que a aula magistral baseada na autoridade do professor (BELLONI, 2008, p.73).

Porém, “uma aula mal preparada não será melhor apenas com o uso do computador. A tecnologia pode talvez mascarar a deficiência de um professor, mas, se usada inadequadamente, não deixa de ser prejudicial ao aluno. Nada substitui o verdadeiro professor” (BERBEL 1999, p. 42).

Visto dessa forma esses novos entes educacionais são apenas instrumentos. Como bem salienta Castro (1994, p. 220) “não fazem mágica, não fazem milagres [...] são apenas ferramentas a serem usadas de acordo com a tarefa em vista e de acordo com as circunstâncias. É assim que devem ser tratados, como ferramentas”. E nesse sentido deve-se estar atento para não encarar as tecnologias no âmbito educacional como uma panaceia. Assim, é imprescindível que o docente tenha consciência que nenhum recurso tecnológico tem um fim em si mesmo. “Se as Novas Tecnologias não implicam novas práticas pedagógicas nem vice-versa, aparentemente poderíamos dizer que não há relação entre essas duas instâncias ” (REZENDE, 2002, p.2).

Outra atenção que se deve é para a articulação dos itinerários tecnológicos com os conteúdos, pois como afirma Mattar (2013) o sucesso de softwares na educação está estreitamente relacionado a sua inserção no currículo escolar. Assim é necessário um envolvimento mais efetivo de todos que compõem o ambiente escolar.

Para que o uso das TIC signifique uma transformação educativa que se transforme em melhora, muitas coisas terão que mudar. Muitas estão nas mãos dos próprios professores, que terão que redesenhar seu papel e sua responsabilidade na escola atual. Mas outras tantas escapam de seu controle e se inscrevem na esfera da direção da escola, da administração e da própria sociedade (IMBÉRNON, 2010, p.36).

Portanto, “o desafio para a escola é justamente se adequar à cultura interativa, a um novo estilo de apreensão do conhecimento, digital e interativo” (SILVA, 2006, p.72). E ao mesmo se atentar que o uso de qualquer tecnologia poderá esvaíar-se de sentido se não for partidária de uma visão educacional voltada para a formação do cidadão (BRASIL, 2008).

3.2 AS TICS E O ENSINO DE FÍSICA

3.2.1 A Física como Ciência

A Física é uma ciência com uma linguagem própria contendo símbolos matemáticos diversos, como gráficos, equações, funções, simbologia específica e inúmeras outras. É através dessa linguagem que ela busca “explicar” inúmeros fenômenos naturais, desde a queda de uma maçã, até mesmo o surgimento e evolução do universo. Para isso é formulado modelos que tentam explicar a realidade, uma aproximação abstrata dela, porém com uma racionalidade coerente apoiada, sobretudo, na linguagem matemática. Utilizando as ideias de Bunge, Brandão (2008, p. 24) afirma que “a função dos modelos é justamente a de mediar a relação entre teoria e realidade”.

Conforme Bunge (1974, p.20) existe pelo menos dois sentidos para o termo modelo nas ciências teóricas: “o modelo enquanto representação esquemática de um objeto concreto e o modelo enquanto teoria relativa a esta idealização”. Como bem colocada Guimarães *et al* (2013, p. 326) acerca da ideia de modelo na Física:

A ideia de modelos em Física é de vital importância; ele é uma invenção humana, fundamentada na criatividade humana, no conhecimento anterior, na intuição e no empirismo. Os modelos físicos estão em constante evolução e sujeitos a reformulações e refutações por meio de testes experimentais controlados. Eles, de forma geral, utilizam o poder de síntese e generalização da linguagem da Matemática e, por meio dessa, a Física condensa seu conhecimento e elimina possíveis ambiguidades da escrita.

Veit & Teodoro (2002) destaca o caráter representativo de leis científicas, pois para os autores:

[...] a lei da gravitação universal de Newton é uma forma de representar, através de um modelo matemático, a interação entre corpos celestes. Nada nos diz acerca do que é gravitação. O poder da linguagem matemática resulta, pois, não da sua capacidade

de explicação, mas da sua capacidade de representação, de descrição do processo natural. Isto é, utilizando-se equações, é possível reproduzir no papel (no caso de Newton, que não tinha computador, mas paciência para realizar inúmeros cálculos repetitivos...) ou no computador o que se passa no céu (com certo grau de aproximação)! (VEIT; TEODORO, 2002, p. 88).

Como bem coloca Buzzi (2012, p. 130) “A teoria científica não explica a facticidade dos fatos. É apenas esquema de operação e previsão. Se conseguir operar e prever os fatos a que se refere, a teoria é válida. A validade de teoria científica, confundida às vezes com a verdade, reside na capacidade que ela tem e cumprir as funções que lhe cabem”. Entretanto, tal representação é de vital importância na ciência Física de forma que compreender essa linguagem configura-se uma competência imprescindível, tanto para sua compreensão quanto para o desenvolvimento de teorias, princípios, leis, dentro dessa ciência. Conforme Gilbert (2005), a ciência lança mão de situações modeladas, com suas devidas simplificações, sendo tal mecanismo importante no tocante ao fazer ciência.

3.2.2 O ensino tradicional, a experimentação e as potencialidades das TICs na Física

Aliado a essa competência, há uma outra, que é justamente a capacidade de visualizar o fenômeno, que exige, muitas vezes, uma certa dose de abstração que torna essa ciência ainda mais difícil de ser ensinada e aprendida. Por isso “o ensino da Física nas escolas e nas universidades não tem parecido ser uma tarefa fácil para muitos professores” (MEDEIROS A; MEDEIROS C, 2002, p. 78). “Aparentemente, os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse pelo que aprendem” (POZO; CRESPO, 2009, p. 14 -15).

Segundo Santos (2006) as dificuldades de aprendizagem dos alunos em conceitos da Física são conhecidas devido, sobretudo, aos métodos tradicionais de ensino, cuja metodologia é centrada na transmissão de conteúdo. Além disso, concebe o aluno como um mero receptor de informações, sendo a oralidade pela exposição o foco didático predominante.

No entanto, Bayerl (2014) declara que a motivação para as atividades de ensino por parte dos estudantes acontece quando a instituição escolar oportuniza procedimentos didáticos inovadores e dinâmicos, em contrapartida ao do método tradicional centrado em livros e testes.

Corroborando por outros termos com McDermtt (1993) quando esclarece esse foco no ensino de Física. Para o autor o procedimento didático que mais ocorre nessa matéria de ensino é aquele em que os estudantes dependem de fórmulas memorizadas e aplicam em problemas quantitativos. No entanto tal mecanismo não contribui para o desenvolvimento de uma

compreensão funcional da Física, ou seja, a habilidade de realizar o raciocínio para aplicar os conceitos físicos em situações diversificadas.

Porém os ditames oficiais orientam uma nova reconfiguração para o seu ensino, uma prática educativa centrada no desenvolvimento de habilidades e competências. Conforme os PCN+:

Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem (BRASIL, 2006, p.59).

Corroborando como Rosa & Rosa (2012) quando argumenta que um ensino com enfoque nessas capacidades (habilidades e competência) representa uma alternativa de superação do ensino da Física atualmente existente nas escolas.

Nesse sentido autores como Monteiro & Teixeira (2004), Abi-El-Mona & Abd-El-Kalick (2006), Monteiro et.al. (2007) e Albe (2008) defendem que as aulas de Física devem contar com a participação ativa dos estudantes, de maneira que possam indagar, refletir, buscar, tornando-se autores na construção do conhecimento. Uma alternativa de seguir por esse caminho didático é através de discursões apoiadas em experiência e demonstração de fenômenos físicos. Conforme Rodolpho Caniato (apud SOMBRA JÚNIOR, 2015, p. 6.) “Estudar Física sem ser através da experiência é como fazer curso de natação por correspondência”. Ora,

“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” (SERÉ, COELHO E NUNES, 2003, p. 39).

No entanto, Vilaça (2012) destaca que na maioria das escolas, sobretudo públicas, não há condições mínimas para execução de atividades de cunho experimental ou demonstrativo. Destaca ainda que a não utilização desses instrumentos didáticos por muitos professores se dão por diversos motivos, dentre eles a falta de laboratórios ou até mesmo o fato de serem os próprios docentes os responsáveis em assumir o ônus financeiro de atividades dessa natureza.

Tais dificuldades é reforçado em Alves (2006, p11), quando destaca “a quase inexistência de equipamentos e atividades práticas/experimentais e as dificuldades

metodológicas e didáticas dos professores”. Gaspar (1996) já criticava tal situação, quando no referido trabalho argumentava que há anos as escolas secundárias brasileiras têm sido criticadas por não envolver atividades experimentais no ensino da Física.

Entretanto, com o advento das novas tecnologias, sobretudo do computador, o processo de ensino e aprendizagem em Física tem tomado novos rumos que possivelmente não ocorreria sem essa ferramenta. Segundo Fiolhais e Trindade (2003, p. 259), “entre as razões do insucesso na aprendizagem em Física são apontados métodos de ensino desajustados das teorias de aprendizagem mais recentes, assim como a falta de meios pedagógicos modernos”. Conforme Cavalcanti (2006) e Guimaraes *et al* (2013) a introdução da informática nas aulas de Física abriu ao professor e ao aluno um trabalho rico em possibilidades. Como por exemplo representações que apenas residia no campo da imaginação, a exemplo de representações de trajetória para diferentes referenciais (ASSIS, 2008).

Autores como Miquelin (2009), Ribas (2012) e Frederico (2013) apontam as potencialidades do uso das TICs no ensino. Pois proporcionou o barateamento de custos com atividades essenciais ao ensino da Física, como experimentos e simulações (BULEGON, 2011).

Segundo Rosa, (1995, p.183) apud Bulegon (2011, p. 48) há cinco potencialidades didáticas do uso do computador no ensino da Física.

- Coleta e análise de dados em tempo real – os computadores podem ser usados para o monitoramento de experimentos, coletando dados em tempo real.
- Simulação de fenômenos físicos – os computadores podem ser utilizados para realizarem simulações estáticas e dinâmicas. As simulações estáticas são aquelas em que o modelo do fenômeno já se encontra pronto cabendo ao aluno, simplesmente, a manipulação de parâmetros e verificar o que acontece. Na simulação dinâmica, cabe ao aluno um modelo explicativo do fenômeno e sua implementação.
- Instrução assistida por computador – O computador atua como um tutor, dirigindo o estudo do estudante.
- A administração escolar – o computador pode ser usado na administração contábil, de pessoal, almoxarifado, administração de testes de avaliação, controle de notas, etc.
- Estudo de processos cognitivos – estudo das habilidades cognitivas por meio de uma análise de sua interação com o computador.

Gaspar (2016, p.311) corrobora quando afirma que os recursos digitais, como animações e simulações computacionais, “certamente podem ampliar as possibilidades didáticas para o ensino da Física”.

Guimaraes *et al* (2013) acrescenta que os recursos digitais através de simuladores e animações oportunizam tais caminhos em virtude de duas de suas características básicas: o poder de visualização dinâmica de modelos científicos e fenômenos naturais e a interatividade usuário-tecnologia.

Trabalhos como apresentados em Ronen & Eliahu (2000), Finkelstein *et al* (2005) e Dornelles (2010) evidenciam os resultados positivos da inserção de atividades computacionais no ensino da Física, tanto no que se refere à melhora da aprendizagem como um fator motivador no processo de didático.

Apesar desses resultados, reiteramos que a simples introdução das tecnologias no processo instrucional não implica em situações de aprendizagens (VAILLANT, 2012).

3.3 POTENCIAL DAS SIMULAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA E SUAS LIMITAÇÕES

3.3.1 Simuladores como recursos potenciais na Física

Simuladores computacionais estão inseridos numa classe mais ampla de recursos educacionais, os chamados Objetos de Aprendizagem (OA). Apesar da inexistência de um conceito bem definido na literatura, como “materiais educacionais com objetivos pedagógicos que servem para apoiar o processo de ensino-aprendizagem” (TAROUCO *et al.*, 2004 *apud* BULEGON, 2011, p52), ou “recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino” (BECK, 2001 *apud* BULEGON, 2011, p. 52), destacamos a definição de Wiley (2000): “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem”. São, portanto, recursos suplementares na ação didática. Possuem ainda diversas características, como flexibilidade de uso, diferentes tamanhos (granularidade) e formatos de mídia. Nessa perspectiva vários são os objetos educacionais presentes via web ou não, como vídeos, animações, simulações, dentre outros.

Essas duas últimas, apesar de incorporarem movimento às representações estáticas de objetos, apresentam importantes diferenças. “A simulação consiste em empregar técnicas matemáticas em computadores com o propósito de imitar um processo ou operação do mundo real” (MACEDO *et al* 2012. p. 568). Já Bulegon (2011, p.55) define simulação como “modelo dinâmico, manipulável de um sistema que recria algumas propriedades e comportamentos de situações reais”.

É justamente esse caráter manipulável que a simulação difere da animação, pois diferentemente da animação, que assemelhasse a um filme fotográfico do fenômeno, a

simulação além de representá-lo dinamicamente, possibilita ao usuário alterações de parâmetros associados à experiência representada, de maneira que a interação usuário-fenômeno é otimizada, acarretando assim oportunidades de aprendizagens. Conforme Pais (2005), interação e simulação estão estritamente ligados, de forma que interagir é simular. E,

Quanto mais ativamente uma pessoa participar da aquisição de um conhecimento, mais ela irá integrar e reter aquilo que aprender. Ora, a multimídia interativa, graças à dimensão reticular ou não linear, favorece uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado. É, portanto, um instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa (LEVY, 1993 p.40).

Utilizando simuladores computacionais, Macêdo *et al* (2012), oportunizaram situações de aprendizagens cujos resultados evidenciaram mudanças conceituais de conteúdos de Física. Zacharia & Anderson (2003) priorizaram uma metodologia onde o experimento simulado era realizado antes do real, os resultados mostraram que essa intenção didática foi proveitosa, uma vez que os alunos conseguiam fazer previsões plausíveis do experimento real.

Finkelstein *et al* (2005) realizaram uma ação investigativa em Física cuja estratégia metodológica consistia em comparar turmas, uma abordando a simulação como recurso instrucional principal, uma cuja ênfase era dada experimento real e ainda uma terceira que não envolvia nenhuma das abordagens anteriores. Foi verificado que a turma que trabalhou os conceitos por simulação obteve um rendimento maior. Outros resultados satisfatórios da utilização de simuladores no ensino de Física encontram-se em Cavalcante *et al* 2001 e Santos & Silva 2003.

Apesar desses resultados positivos em termos aprendizagens em diversos tópicos da Física, é necessária uma vigilância didática para outras abordagens nessa ênfase, pois mudanças como conteúdo abordado, concepção pedagógica, estratégia didática, dentre outras, poderá implicar em resultados diversos, inclusive negativos.

Resultados obtidos por Ronen & Eliahu (2000) evidenciaram tal necessidade, pois alguns alunos não obtiverem avanços na aprendizagem ao interagirem com simuladores, pois não possuíam os conhecimentos prévios necessários.

Entretanto,

“[...] os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos mais utilizados no Ensino de Física, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro-egiz) e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um, com um grande número de variáveis envolvidas”(COELHO, 2002, p.39).

Santos *et al* (2002, p.186-187) se referindo ao contexto atual, defende tal perspectiva e destaca,

Com o avanço tecnológico computacional, os usos de métodos de aprendizado tradicionais tornam-se ineficientes e inadequados. A demanda por uma solução moderna e eficaz leva-nos ao conceito de software educacional. O desenvolvimento de um sistema que crie um ambiente no qual o usuário seja capaz de modelar, visualizar e interagir com a simulação proposta baseada em experimentos da Física real poderia ser considerado como uma solução para suprir esta demanda. Tal sistema seria uma ferramenta complementar para o estudo da Física, desde que através dele seja possível a realização de experimentos “virtuais” com a finalidade de esclarecer e reforçar o conhecimento teórico da Física,[...].

Corroborando com Levy (1993), quando destaca que as múltiplas representações de um determinado fenômeno bem como as possibilidades de variações de parâmetros oportunizam certa intuição sobre as relações de causa e efeito presentes no modelo estudado.

Além disso, há outros fatores que justificam a utilização de simuladores no ensino da Física, como sua capacidade de representar experiências irrealizáveis na prática, como estudar efeitos causados pelo desaparecimento do sol no nosso sistema solar, simulação dos efeitos causados pelo aumento dos gases que compõem a camada de ozônio, entre tantos outros.

Corroborando com Fiolhais & Trindade (2003, p.264), pois “embora as simulações não devam substituir por completo a realidade que representam, elas são bastante úteis para abordar experiências difíceis ou impossíveis de realizar na prática”. E também com Medeiros A & Medeiros C (2002, p.3): “As simulações podem ser bastante úteis, principalmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes”. Um outro fator associado à defesa do uso de simuladores na Física consiste na coleta e análise de dados de forma quase instantânea. “A ideia central seria, portanto, pensar com a mente e calcular com o computador” (TRAMPUS; VELENJE 1996, *apud* MEDEIROS A; MEDEIROS C, 2002 p.83).

Além dos argumentos citados, as atividades simuladas por computador abrem possibilidades de entendimento de sistemas complexos para alunos de diversos níveis e faixa etária (TAVARES, 2008).

3.3.2 Vigilância didático-pedagógica acerca da utilização de simuladores computacionais no ensino de Física

Como já salientado, a simples utilização de simuladores no processo educativo não enseja oportunidade de aprendizagem. A citação do trabalho de Ronen & Eliahu (2000) evidencia que os aspectos pedagógicos são importantes. Há ainda outros elementos que devem

ser levados em conta quando se desejar trabalhar com abordagens computacionais no ensino, especificamente por simuladores. Um deles diz respeito ao próprio simulador, ou seja, ter em mente que são apenas recursos e que estão alicerçados em simplificações que lhe são inerentes. Se isso não for levado em conta no processo instrucional, poderá provocar no estudante uma visão distorcida da realidade, bem como dos conceitos envolvidos no fenômeno. “Se essa modelagem não estiver clara para professores e educandos, se os limites de validade do modelo não forem tornados explícitos, os danos potenciais que podem ser causados por tais simulações são enormes” (MEDEIROS A; MEDEIROS C, 2002, p.81).

Dessa maneira, é preciso analisar de forma cuidadosa o simulador em questão, o quanto é fiel ao experimento real e até que ponto vai essa fidedignidade.

DORNELES (2010, p.55) em sua tese de doutoramento, com base na discussão da literatura por Hodson (1994), fez um levantamento dos pontos positivos e negativos das atividades computacionais (AC).

Quadro 3 - Fatores positivos das atividades computacionais e fatores negativos das tradicionais (AC).

Atividades Computacionais	
Fatores Positivos	Fatores negativos (em abordagens ‘tradicionais’²)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Retificação de conceitos abstratos (visualização). 2. Elaboração e teste de hipóteses à medida que estas são levantadas. 3. Interação com representações de experiências impossíveis de serem realizadas em contexto de sala de aula (e.g. alunissagem de uma espaçonave e vazamento radioativo em uma usina nuclear). 4. Obtenção de dados de forma rápida e dinâmica.. 5. Desenvolvimento de atitudes, tais como: curiosidade, interesse, objetividade, precisão, confiança, perseverança, consenso. 6. Diminuição ou aumento do nível de complexidade dos sistemas físicos, tais como: incluir ou excluir certos aspectos, adotar condições, fazer idealizações. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolvimento de uma visão “míope” sobre o contexto de validade dos modelos teóricos, pois os alunos podem confundir o virtual com o real. 2. O procedimento para executar uma simulação é muito diferente do que montar um experimento. 3. Frequentemente são usadas para demonstrar um produto final da Física, não explicitam a forma como o conhecimento científico é produzido . 4. Passam a ideia de que simulações computacionais são uma espécie de jogo e consideradas como verdadeiras caixas-pretas pelos alunos, que também atribuem a elas poderes quase mágicos . 5. Não possibilitam a riqueza heurística da experiência dos erros experimentais e, assim, a tentativa de resolverem problemas da vida real. 6. Os alunos nem sempre percebem que as leis e princípios físicos subjacentes as simulações se aplicam também em sistemas reais.

Fonte: Dorneles (2010)

² Atividades de simulação computacional que não requerem que o aluno reflita sobre os referentes reais representados e as idealizações assumidas nos modelos teóricos empregados na implementação das simulações computacionais (ARAÚJO; VEITE, 2004 apud DORNELES, 2010, p.55). A numeração na nota de rodapé da fonte foi altera para concordância numérica da referida dissertação.

3.3.3 Simuladores como recurso complementar

Consoante a esses estudos Araújo & Veite (2008) estabelece que o processo educativo com ênfase em simuladores computacionais deve estar ancorado em estratégias didáticas adequadas. Os mesmos autores estabelecem recomendações para que as vantagens computacionais evidenciadas se configurem em efetiva aprendizagem. Dentre outras, têm-se:

Definir conceitos e procedimentos associados ao conteúdo que se deseja que os alunos aprendam, ou seja, o professor deve ter clareza do que pretende com o uso dos recursos computacionais; Estabelecer conexões entre as situações reais e as idealizadas nas simulações, salientando o caráter representativo dos modelos; Propor questões instigantes, que requeiram interação com o recurso computacional para que sejam respondidas; incentivar o trabalho em pequenos grupos (duas ou três pessoas) de modo a promover interações sociais entre os alunos, sem deixar de oportunizar a interação desses grupos com o professor; criar momentos e condições propícias para a troca de significados no pequeno e grande grupo e também para que haja a diferenciação progressiva e reconciliação integradora dos conceitos trabalhados; promover reflexão por parte do aluno, tanto sobre os resultados imediatos de suas ações quanto sobre a razoabilidade física dos resultados encontrados; (ARAÚJO E VEITE, 2008, p.8).

Dessa forma o simulador deve ser concebido como complemento (VALENTE, 1998), portanto, sendo necessário oportunizar meios que integrem atividades computacionais a outras atividades de cunho pedagógico, ou seja, produzir materiais didáticos que deem suporte ao uso de software educacional (VEIT; TEODORO, 2000).

Pais (2005), afirma que o uso conjugado das redes de computadores com o livro impresso, tende a ser uma maneira mais apropriada de utilização dessas tecnologias na educação.

Se estas complementações não forem realizadas não existe garantia de que o aprendizado ocorra e de que o conhecimento possa ser aplicado à vida real. Além disto, pode levar o aprendiz a formar uma visão distorcida a respeito do mundo; por exemplo, ser levado a pensar que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma maneira que nos programas de simulação. Portanto, é necessário criar condições para o aprendiz fazer a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real. Esta transição não ocorre automaticamente e, portanto, deve ser trabalhada (VALENTE, 1998, p.12).

Portanto, quando se pretende inserir recursos de simulação no processo instrucional na Física é preciso estar atento a dois aspectos importantes. O primeiro refere-se ao caráter intrínseco da simulação, jamais terá o mesmo status do experimento real. Já o segundo diz respeito ao âmbito complementar de qualquer recurso educacional, nenhum software tem a capacidade autônoma de promover aprendizagem ao usuário, sempre será necessário algum elo didático no processo. Além disso, “o valor educacional de uma simulação dependerá a do fato

de ela poder vir a representar para o estudante um papel de auxiliar heurístico e não apenas cumprir um papel algoritmo ou meramente ilustrativo” (HARTEL, 1997 *apud* MEDEIROR A; MEDEIOS C 2002, p.83).

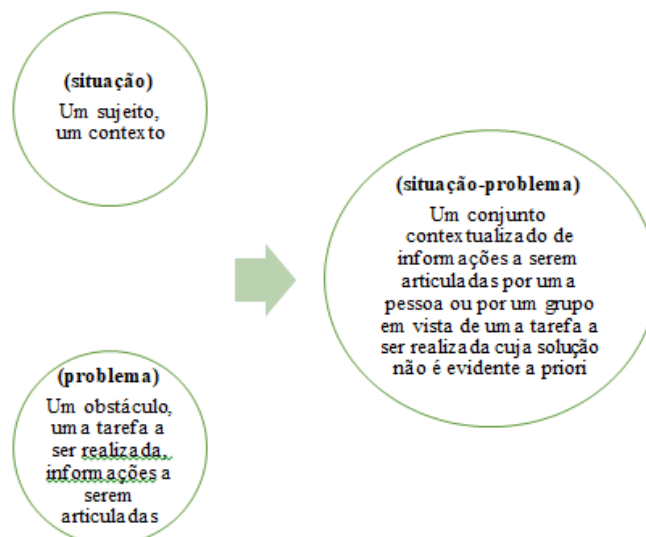
3.4 SITUAÇÕES-PROBLEMAS, SIMULADORES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTOS REAIS, UMA INTEGRAÇÃO INVESTIGATIVA EM FÍSICA

3.4.1 Situação-problema e seu potencial didático na Física

A respeito do que seja uma situação-problema Roegiers (2006, p. 17) a descreve como “um conjunto contextualizado de informações a serem articuladas por uma pessoa ou por um grupo, visando à execução de uma tarefa determinada, cuja resolução não é evidente a priori”. O autor ainda destaca e diferencia os dois termos separadamente. Para ele uma situação envolve necessariamente dois polos, um correspondente ao sujeito e um outro referente ao contexto. Já o problema reside no âmbito dos obstáculos, de articulações de informações. Assim destaca que nem toda situação é um problema, como uma festa em família, exemplifica (ROEGIERS, 2006).

A figura abaixo sintetiza as ideias do autor:

Figura 8 - Sintetização das ideias do autor.



Fonte: Roegiers (2006).

Meirieu (1998) a define como uma situação didática ancorado no obstáculo ao qual o sujeito não poderá transpor a menos que realize processos de aprendizagens efetivos. O

eminente sociólogo Philippe Perrenoud também destaca o valor didático das situações-problemas, pois são situações que exigem mobilizações de recursos, ativação de esquemas, tomada de decisões, situações que provocam o desejo da sua resolução (PERRENOUD, 2000).

Matui (1995, p. 179) caracteriza diversas ocasiões como sendo situações-problemas, citando, entre outras, “acontecimentos sociais ou históricos”, “produção de textos”, “elaboração de projetos”, “fenômenos científicos” e “experimentos científicos”. Nesse sentido concordamos com a síntese estabelecida por Roegiers (2006, p.25), quando enfatiza que “de maneira geral, uma situação-problema é aquela que responde a um problema”. Ou como sugere Perrenoud (2002), viver sempre foi uma situação-problema.

No contexto atual, como no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), temos evidências da importância do enfrentamento de problemas, pois “com o Novo Enem, o MEC busca reformular o currículo do Ensino Médio e mudar o acúmulo excessivo de conteúdo hoje cobrado nos vestibulares. A proposta é oferecer outro tipo de formação, voltada para a solução de problemas” (GUIMARÃES *et al*, 2013, p.284). Pais (2005) destaca que entre as competências exigidas pela atual sociedade, uma delas corresponde exatamente a resolução de problemas.

Segundo Kawamura & Hosoume (2003, p27),

Para enfatizar os objetivos formativos e promover competências, é imprescindível que os conhecimentos se apresentem como desafios cuja solução, por parte dos alunos, envolve mobilização de recursos cognitivos, investimento pessoal e perseverança para uma tomada de decisão. N essas circunstâncias, importa o desenvolvimento de atividades que solicitem dos alunos várias habilidades, entre elas, o estabelecimento de conexões entre conceitos e conhecimentos tecnológicos, o desenvolvimento do espírito de cooperação, de solidariedade e de responsabilidade

Segundo Marcos Meier apud Guimaraes *et al* (2013) a resolução de problemas é um fator que contribuir para o desenvolvimento da inteligência. E em se tratando de ensino de Física tal capacidade se mostra proveitosa, uma vez que formular problemas e buscar suas soluções fazem parte do método da própria Física. Os próprios documentos oficiais que norteiam as novas atitudes educativas preconizam tais estratégias de ensino.

Conforme (BRASIL, 2008), no ensino médio a Física deve estar voltada para compreensão do mundo, podendo assim fomentar a formulações de novas questões e, assim, incentivar a procura das possíveis soluções. Como décadas atrás afirmava Bachelard (1996): “Todo conhecimento é resposta a uma questão”.

3.4.2 Ensino investigativo em Ciências

Segundo Pozo & Gomez (2009) uns dos métodos para se ensinar ciências é método por descoberta. Segundo esses autores o foco nesse tipo de abordagem didática é que o alunado seja inserido em situações onde possam questionar e investigar, sendo o professor um agente imprescindível para a consecução dos objetivos de aprendizagem. Para eles, [...] “não há razão para que essa descoberta tenha de ser necessariamente autônoma senão que pode e deve ser guiada pelo professor por meio do planejamento das experiências e atividades didáticas”(POZO; GOMES 2009, p.253)

Corroborando com Lahera & Fortaleza (2006, p 31), que parafraseando as ideias de Ausubel (1983), discute que:

Embora Ausubel reconheça a falta de capacidade da maioria dos alunos para descobrir autonomamente o conhecimento, e destaque o papel de guia do professor na aula, admite, por sua vez, que a assimilação de conceitos traz consigo um processo ativo de relação, diferenciação e reconciliação integradora com os conceitos que já existam.

Pozo & Gomes (2009, p.253) frisam que o que se espera nesse processo de ensino é que os discentes cheguem numa resposta já esperada nos objetivos estabelecidos pelo professor, “tudo o que é preciso fazer, que não é pouco, é conseguir que os alunos vivam e ajam como pequenos cientistas”.

Apesar dos fatores positivos associados a esse tipo de abordagem, os mesmos autores destacam algumas dificuldades. Argumentam que pode não haver durante a prática educativa a diferenciação entre processos de ciências, procedimentos de aprendizagens e método de ensino. Além disso nesse processo de ensino o aluno é visto como protagonista, visto que é ele quem busca seu próprio conhecimento, o que pode tornar o trabalho do docente esvaziado de sentido, ou, de alguma maneira, se mostra ambíguo (POZO; GOMES, 2009). É necessário, no entanto, ter em mente que isso depende da concepção pedagógica do docente, como concebe o aluno no processo de ensino e aprendizagem, pois como já citado no capítulo (seção 1) fala-se mais do professor como oportunizador do conhecimento, de mediador do saber.

Moreira (2012) frisa que aprendizagem por descoberta não acarreta necessariamente a uma aprendizagem significativa, mas aponta certas situações onde tal mecanismo pode ser proveitoso em termos de aprendizagens, como procedimentos científicos.

Com objetivos semelhantes a essa proposta didática encontramos na literatura o “Ensino por Investigação”(EI), que essencialmente se refere à abordagens pedagógicas. Brito & Fireman (2010) e Sasseron (2015) afirmam que o Ensino por Investigação contempla uma metodologia de ensino, assim reitera-se seu âmbito pedagógico.

Embora distinta do que se refere a investigação científica, que trata do mecanismo metodológico robusto do fazer ciência dos cientistas, o Ensino por Investigação fomenta o espírito investigativo, ao questionamento contínuo e a busca de soluções para problemas propostos, englobando assim, alguns fatores associados ao fazer Ciência, pelos menos em caráter aproximativo.

Por estar alicerçado no âmbito investigativo e concebendo o aluno como um agente na prática educativa, podemos concluir que um ensino por descoberta pode se configurar no processo de Ensino por Investigação ou trilhar por alguns dos seus caminhos, aliás, “o ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor” (SASSERON, 2015, p.58).

Assim a leitura de um texto ou experimento em laboratório podem acarretar em atividades de investigação (CARVALHO, 2017). O mesmo concorda como o autor antes citado ao evidenciar a mediação do professor como elemento imprescindível em ações educativas dessa natureza, pois para ele apesar do aluno ser um agente ativo no processo, o mesmo não investiga sozinho.

Para Jorde (2009) *apud* Carvalho (2017, p 132) o ensino de ciências por investigação é aquele que oportuniza aos alunos elementos como: a) “atividades de aprendizagens baseadas em problemas autênticos; b) experimentações e atividades práticas, incluído a busca de informações; c) atividades autorreguladas, isto é, que priorizam a autonomia dos alunos; e d) comunicação e argumentação”.

Por esses argumentos buscaremos uma integração entre atividades experimentais (reais e virtuais), resolução de problemas, leitura e discussões coletivas, tendo como meta investigar e descobrir conceitos e princípios da Física. O próximo capítulo especificará tal mecanismo.

3.4.3 Unindo situações-problema, experimentos (reais e virtuais) e leitura numa perspectiva investigativa em Física

Uma situação-problema que tem características específicas é a estabelecida por Astolfi transcrita por Perrenoud (2000, p.42-43):

a) Uma situação-problema é organizada em torno da resolução de um obstáculo pela classe, obstáculo previamente bem identificado;

b)O estudo organiza-se em torno de uma situação de carácter concreto, que permita efetivamente ao aluno formular hipóteses e conjecturas. Não se trata, portanto, de um estudo aprofundado, nem de um exemplo ad hoc, de carácter ilustrativo, como encontrados nas situações clássicas de ensino (inclusive em trabalhos práticos);

c)Os alunos veem a situação que lhes são proposta como um verdadeiro enigma a ser resolvido, no qual estão em condições de investir. Esta é a condição para que funcione a devolução: o problema, ainda que inicialmente proposto pelo professor, torna-se “questão dos alunos”;

d)Os alunos não dispõem, no início, dos meios para alcançar a solução buscada, devido à existência do obstáculo a transpor para chegar até ela. É a necessidade de resolver que leva o aluno a elaborar;

e)A situação deve oferecer resistência suficiente, levando o aluno a investir nela seus conhecimentos anteriores disponíveis, assim como suas representações, de modo que ela leve a questionamentos e à elaboração de novas ideias;

f)Entretanto, a solução não deve ser percebida como fora de alcance pelos alunos, não sendo a situação-problema uma situação de carácter problemático. A atividade deve operar em uma zona próxima, propicia ao desafio intelectual a ser resolvido e à interiorização das regras do jogo;

g)A antecipação dos resultados e sua expressão coletiva precedem a busca efetiva da solução, fazendo parte do jogo o risco assumido por cada um;

i)O trabalho da situação-problema funciona, assim, como um debate científico dentro da classe, estimulando os conflitos sociocognitivos potenciais;

j) A validação da solução e sua sanção não são dadas de modo externo pelo professor, mas resultam do modo de estruturação da própria situação;

m) O reexame coletivo do caminho percorrido é a ocasião para um retorno reflexivo, de carácter metacognitivo; auxilia os alunos a se conscientizarem das estratégias que executaram de forma heurística e a estabilizá-las em procedimentos disponíveis para novas situações-problema;

Dentre os aspectos pedagógicos inseridos nesse tipo de problema, podemos destacar o reexame coletivo, o debate científico, o carácter metacognitivo, a elaboração de hipóteses e a utilização de conhecimentos anteriores. Logo, problemas potenciais em práticas investigativas.

Assim, devido às potencialidades educativas presentes nesse tipo de problema, propomos um produto educacional que integre situação-problemas (uma delas na ótica de Astolfi), simuladores computacionais (experimentos virtuais), experimentos reais e leitura numa perspectiva didático-pedagógica com foco no ensino por investigação na ótica de Jorde (2009).

Para tanto o processo didático será centrado na mediação do professor, na interatividade aluno-simulação, aluno-aluno e aluno-aluno-professor. Devido a essa dinâmica

procedimental, lançamos mão da teoria de aprendizagem de Lev Vygotsky. E por considerar os conhecimentos iniciais dos estudantes como pontes de aprendizagens, também recorreremos à teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Assim acreditamos que a tríade interatividade, investigação e problemas (enfrentamento e elaboração) ancorados em experimentos (reais e virtuais) e na leitura enseje oportunidades de aprendizagem significativa em Física, pois [...],o ensino de Ciências por investigação teria o papel de propiciar o desenvolvimento de um raciocínio com base em modelos causais por meio de situações-problema, cujas resoluções produzem significados negociáveis e uma compreensão socialmente construída (MUNFORD; LIMA , 2007 *apud* CARVALHO 2017, p.133-134).

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA

A metodologia é compreendida com a “ciência que investiga os meios de investigação e apresentação de seus resultados”, sendo assim, serão expostos os meios de investigação que foram aplicados no presente estudo (GONÇALVES; MEIRELES, 2004, p. 28).

4.1 TIPO DE PESQUISA

Para desenvolver este trabalho foi elaborado um estudo de campo, permitindo observar um determinado local ou situação, analisando uma realidade e, se necessário, buscando soluções para um problema específico, observando os fatos e fenômenos de acordo como ocorre na realidade. Assim coleta-se dados referentes aos fatos, buscando interpretar e analisar um determinado fenômeno com base em uma fundamentação teórica consistente, objetivando compreender e explicar o problema pesquisado.

De acordo com Prodanov & Freitas (2013) pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta, ou de uma hipótese, que queiramos comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que presumimos relevantes para analisá-los.

Este trabalho foi realizado por meio de pesquisas bibliográficas e de publicações já existentes. A pesquisa bibliográfica é uma modalidade de pesquisa desenvolvida a partir de documentos de domínio científico tais como livros, periódicos, enciclopédias, ensaios críticos, dicionários e artigos científicos, tese e dissertações (OLIVEIRA, 2011).

Em virtude dos objetivos da pesquisa foram empregados os seguintes tipos de pesquisa, ou melhor, as abordagens qualitativa, quantitativa, exploratória e descritiva. Elas se justificam no referido trabalho, sobretudo, pelos instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa.

De acordo com Martins (2006), a pesquisa qualitativa é caracterizada pela descrição, compreensão e interpretação de fatos e fenômenos. Em contrapartida, na pesquisa quantitativa predominam mensurações. No presente estudo será utilizada a pesquisa qualitativa por meio de entrevistas.

Referindo-se à pesquisa quantitativa, Richardson (1999) explica que:

A abordagem quantitativa caracteriza-se pelo emprego de quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples como percentual, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão etc (RICHARDSON, 1999, p.70).

Gil (2002) afirma que as pesquisa exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que esta pesquisa tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou descobertas.

Prodanov & Freitas (2013) diz que:

Pesquisa descritiva: quando o pesquisador apenas registra e descreve os fatos observados sem interferir neles. Visa a descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de Levantamento (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.52).

A presente pesquisa ainda utilizará uma técnica de investigação composta por um número grande ou pequeno de questões apresentadas por escrito que tem por objetivo propiciar determinado conhecimento ao pesquisador.

Lakatos afirma que questionário é “um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador” (LAKATOS, 2010, p.184).

Ainda foram realizadas observações, sendo as mesmas simultâneas com a ocorrência daquilo que está sendo observado. Em outras palavras, esse método observa o comportamento, fato ou ação no exato momento em que ele ocorre. A observação direta intensiva é realizada através de duas técnicas: observação e entrevista (LAKATOS, 2010).

4.2 LOCAL E PARTICIPANTES

Figura 09-Local da pesquisa



Fonte: Google Maps (2019)

A Escola Estadual Senador Petrônio Portella foi inaugurada em 05 de março de 1982, pelo então Governador do Estado do Amazonas, José Lindoso. Atualmente atende jovens de Ensino Médio. A escola fica localizada no Bairro do Dom Pedro cujo endereço é: Rua Bartolomeu Bueno da Silva, s/n - Dom Pedro II, Manaus – AM. Em sua estrutura dispões de 18 de salas de aulas, 51 funcionários, laboratório de informática, laboratório de ciências, sala de recursos multifuncionais para atendimento educacional especializado, quadra de esportes coberta, banheiro fora e dentro do prédio, banheiro adequado à alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, sala de leitura, sala de diretoria, sala para os professores, cozinha, refeitório, almoxarifado e auditório.

O público alvo da pesquisa foram os alunos da escola, destacando que não houve seleção dos alunos, os mesmos foram escolhidos aleatoriamente sendo 25 alunos por turma (duas turmas). Segundo Raths (1973) *apud* Lahera & Fortaleza (2006, p.44), “em igualdade de condições, uma atividade é preferível à outra quando pode ser realizada por alunos de diversos níveis de capacidade e com interesses”.

A escola é de excelência, nos últimos anos estando bem *rankiada* no ENEM, SISU e PSC. Portanto, uma das “melhores” do Estado.

4.3 OS OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SUAS SUBDIVISÕES

A aplicação do produto consistiu em inicialmente levantar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da soma de vetores, sobretudo, sobre a soma geométrica e das funções seno e cosseno. Acreditamos que sem essa base conceitual o processo de assimilação de conceitos cinemáticos e dinâmicos pelos estudantes seria dificultado na aplicação do produto, pois grandezas como força resultante, força peso, velocidade resultante em pontos da trajetória do lançamento oblíquo e horizontal, componentes de velocidades, tempo de voo, alcance máximo, altura máxima, dentre outras, dependem de uma ou de outra forma desses conceitos.

Destacando que até o início da aplicação desse produto educacional, a sequência do currículo foi seguida, ou seja, seguimos pelo itinerário dos conceitos básicos da cinemática, como concepção de tempo, espaço, ponto material, corpo extenso, repouso, movimento, referencial, velocidade, velocidade média, velocidade instantânea, movimento retilíneo uniforme (MRU), movimento retilíneo uniforme variado (MRUV), aceleração, aceleração média, aceleração instantânea, todos numa abordagem escalar. Seguindo o caminho citado foi ministrado o lançamento vertical e horizontal, ambos também numa abordagem escalar.

Nesse último conteúdo foi introduzido de forma puramente tradicional o Princípio da Interdependência de Galileu (PIG), ou seja, na ênfase da escrita na lousa e da exposição. Destacando que no lançamento horizontal não foi dada ênfase na relação de altura e tempo de queda, apenas o foco na aplicação de exercícios, por isso o referido tema foi abordado da forma que se encontra na seção didática 2.

O propósito da nossa sequência didática é que o corpo discente aprenda (ou reaprenda) conceitos cinemáticos, tanto gerais (velocidade média, aceleração, referencial, velocidade limite, dentre outros) como inerentes ao lançamento oblíquo (ângulo de alcance máximo, alcance para ângulos complementares, entre outros presentes no pré-teste), e concomitantemente a isso também aprendam conceitos dinâmicos, especificamente a compreensão conceitual da primeira e da segunda lei de Newton e algumas de suas aplicações básicas, como a força peso oriunda da aplicação da segunda Lei de Newton.

Assim, deseja-se que ao final do projeto o corpo discente tenha ganho um significativo avanço conceitual de conceitos da cinemática e da dinâmica, além disso, interliguem as duas leis de Newton à causa de movimento acelerado ou não (MRU ou repouso para algum referencial inercial) presente na cinemática. Portanto, pretende-se que os estudantes elaborem (no final do projeto) um mapa conceitual consistente com esse objetivo, ou seja, compreendam a subdivisão da mecânica em dinâmica e cinemática e seus conceitos correlatos.

Assim com o propósito de alcançar os objetivos gerais e específicos da pesquisa o processo didático, ancorado na perceptiva de ensino por investigação de Jorde (2009) *apud* Carvalho (2017), foi dividido 7 etapas, denominadas seções didáticas. Segue os segmentos do processo didático e a estrutura de distribuição das aulas:

1. Aula mediada pelo professor com a utilização de uma simulação que contempla a soma geométrica de vetores;
2. Aula mediada pelo professor com a utilização de simulador que contempla o lançamento oblíquo para uma nova ilustração do Princípio da Interdependência;
3. Realização de um experimento acerca do Princípio da Interdependência de Galileu;
4. Estudando a função seno e cosseno e suas diferenças enquanto função crescente e decrescente;
5. Enfretamento de situações-problemas atreladas a simuladores computacionais acerca de conceitos cinemáticos e simetrias do lançamento oblíquo;
6. Simuladores e as duas leis de Newton

7. Reforçando os aspectos conceituais das duas leis de Newton e a construção de um mapa conceitual pelos alunos interligando essas leis a conceitos cinemáticos.

Tabela 1 - Estrutura didática para turma A

Seção didática	Dia (ano de 2019)	Duração total de aulas da seção (min)	Número de aulas
1	27/mai	50	1
2	29/mai	50	1
3	30/mai	50	1
4	03/jun	50	1
5	05/jun	100	2
6	06/jun	50	1
7	10, 12 e 13/06	150	3

Fonte: Autor (2019)

Tabela 2 - Estrutura didática para turma B

Seção didática	Dia (ano de 2019)	Duração total de aulas da seção (min)	Número de aulas
1	29/mai	50	1
2	30/mai	50	1
3	31/mai	50	1
4	05/jun	50	1
5	06/jun	100	2
6	07/jun	50	1
7	12, 13 e 14/06	150	3

Fonte: Autor (2019)

4.3.1 Seção Didática 1

4.3.1.1 Aula mediada pelo professor com a utilização de uma simulação que contempla a soma geométrica de vetores

Como paramos no lançamento horizontal e estávamos seguindo a sequência do livro didático, não iniciamos nenhuma abordagem que se refere ao lançamento oblíquo. No entanto, reforçamos que foi ministrado de forma canônica e em aulas normais (fora do projeto vinculado ao produto) o estudo de vetores, tanto no âmbito algébrico quanto no geométrico. O intuito era

preparar os estudantes para uma compreensão mais completa de conceitos cinemáticos e dinâmicos futuros, uma vez que já tínhamos em mente que estes alunos iriam participar do projeto.

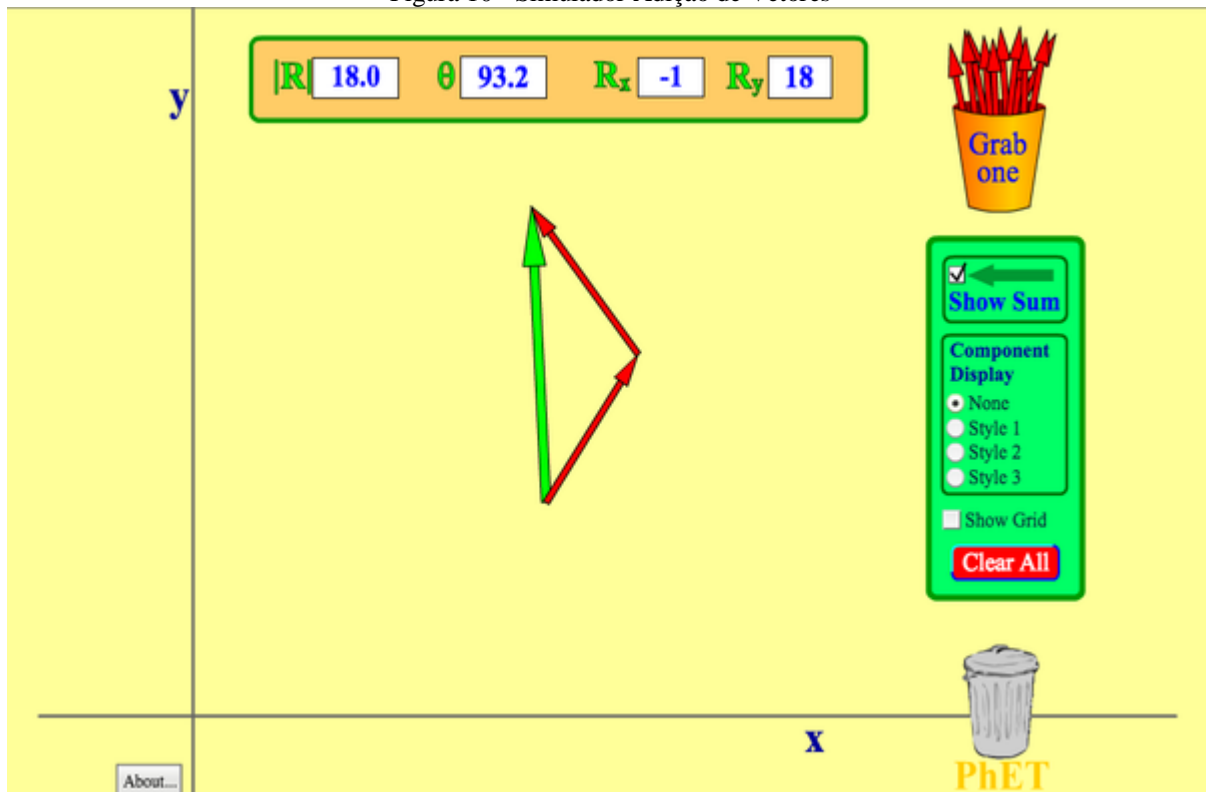
Como o conceito de vetor (como segmento de reta orientado) se trata de uma construção matemática abstrata, julgamos que quanto mais contato e de diversas formas, mais próximo o corpo discente estaria de compreender a operacionalidade sobre vetores, pois esperar que compreendam a sua essência abstrata por completo apenas em contatos por essas situações seria certo exagero.

Com base nos resultados em sala que evidenciaram que muitos alunos ainda não compreendiam a ideia da soma algébrica e geométrica de vetores, o referido professor lançou mão de um processo didático utilizando recursos computacionais. Segundo Moreira (2012) existe inúmero organizador prévio, um deles se trata da utilização de simuladores.

Destacando que os resultados mencionados se mostraram nos últimos anos corriqueiros, por isso mesmo o referido professor lança mão anualmente de outros recursos para ministrar tais assuntos. Assim o professor-pesquisador desenvolveu uma pequena avaliação (apêndice B) que tinham como objetivo aferir a evolução conceitual dos alunos posterior a aula com a utilização do simulador.

A ideia era apresentar os dois tipos de soma de vetores, sobretudo a geométrica, numa perspectiva mais atrativa e dinâmica e, sobretudo, mais interativa. Para tanto o pesquisador utilizou o software educativo presente via online, apesar da possibilidade gratuita de seu download. Trate-se de um software de simulação oferecido pela *University of Colorado Boulder*, fundado pelo Nobel Carl Wieman em 2002. Intitulado *PhET Interactive Simulations* e presente no site https://phet.colorado.edu/pt_BR/, o software é disponibilizado de forma gratuita para professores ou para quaisquer outros usuários interessados em aprender ou ensinar conteúdo específicos abrangendo diversos níveis da Física, Matemática, Biologia, entre outras. A vantagem de se trabalhar com os simuladores presentes no PhET, não significando que em outros simuladores estão desprovidos, reside no fato que as experiências e fenômenos representados nas simulações são expressões o mais fiel possível da teoria abordada, pois as simulações passam constantemente por testes e avaliações (SOARES, 2013).

Figura 10 - Simulador Adição de Vetores



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

Assim, o professor realizou o seguinte procedimento didático, realizando as seguintes etapas:

No laboratório de informática presente na instituição cada discente tinha a oportunidade de realizar a soma geométrica, visualizar e interpretar a soma algébrica de vetores mediados pelo professor, pois para Matui (1995, p.187) “a aprendizagem é sempre mediada”. Após a apresentação dos dois tipos de soma de vetores usando o referido software, foi proposto que cada aluno somasse pelos simuladores quatro vetores aleatoriamente, mas apenas no aspecto geométrico. Após isso foi proposto que em trio os alunos praticassem (em seus cadernos) alguns exercícios semelhantes aos presentes no apêndice C e uma questão proposta na lousa pelo professor (envolvendo a soma com o vetor oposto). Pois,

“É preciso que os estudantes tenham oportunidades de compartilhar suas ideias com seus pares, tanto em pequenos grupos, quanto com a sociedade em sala de aula. Pequenos grupos proporcionam oportunidades para os alunos explicarem e defenderem seus pontos de vista, o que estimula a aprendizagem” (CARVALHO, 2014, p.25).

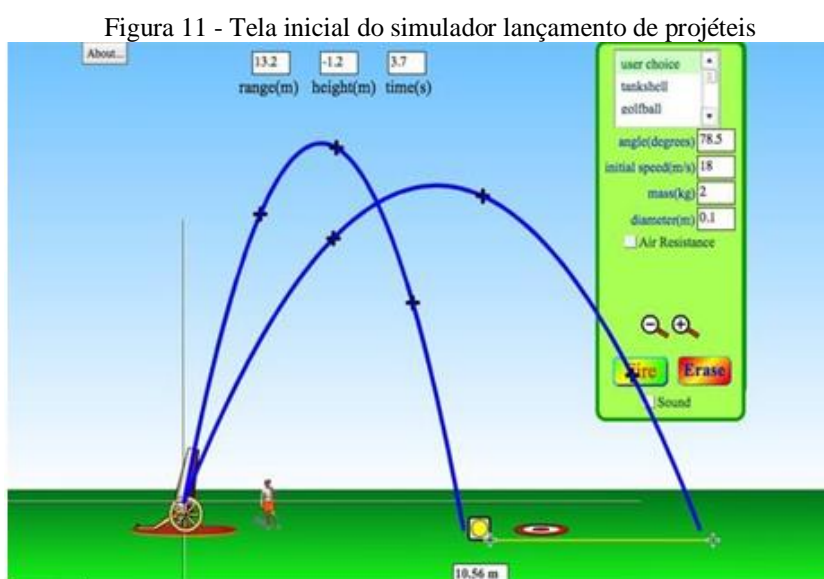
Com isso julgamos que todos tiveram um contato satisfatório com a soma algébrica e geométrica de vetores, tanto pela atividade com recurso digital quanto pelas aulas tradicionais antes ministradas.

Após tal estratégia didática o pesquisador aplicou a avaliação (apêndice C) para ambas as turmas. Os resultados se encontram na Análise dos Resultados da dissertação.

4.3.2 Seção Didática

4.3.2.1 Aula mediada pelo professor com a utilização de simulador que contempla o lançamento oblíquo para uma nova ilustração do princípio da interdependência

Com intuito de introduzir novamente o princípio da interdependência dos Movimentos, porém numa nova perspectiva, lançamos mão mais uma vez das simulações do PhET. O simulador que foi utilizado nessa seção contém inúmeras aplicações, podendo ser utilizado para lançamento vertical, horizontal e oblíquo.



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

No entanto, o nosso propósito é explorá-lo para estudar um pouco mais acerca da interdependência dos movimentos. Queremos convencer o corpo discente desse princípio físico, e o simulador faz isso com maestria. Como a realidade não funciona exatamente como na simulação, na seção 3 estudaremos tal fenômeno em um experimento real para que os alunos adentrem na essência das medidas físicas reais.

Assim nessa etapa o professor procurou seguir pelo seguinte caminho didático:

Como se tratava do segundo contato com o princípio, o professor antes de iniciar a aula com o simulador lançou mão das duas perguntas abaixo:

- A. No lançamento horizontal qual o mecanismo para encontrar o alcance e o tempo de queda?
- B. O que você entende por movimentos independentes?

Alguns alunos responderam as duas questões satisfatoriamente, enquanto outros ainda não entendiam a dinâmica do fenômeno. Isso ilustra que apenas um contato com tal fenômeno é insuficiente, de fato quanto mais diversificados forem o contato com o objeto de conhecimento mais provável a sua assimilação. Sem levar em conta o estado emocional do estudante, os seus conhecimentos prévios durante a aula, como estava sua atenção durante a exposição do professor, a própria didática do docente naquele momento, dentre outros. Por isso reforçamos oportunizar aos alunos contatos diversificados com o objeto de estudo.

Assim as seguintes questões foram atreladas à utilização do software pelos discentes:

- C. Fixe certa altura e lance com diferentes velocidades e observe o que acontece com o tempo de queda. Qual conclusão você chega?
- D. Agora da mesma altura aponte o canhão na vertical e pra baixo e lance com velocidade zero. Note que isso equivale a soltar o objeto com velocidade também nula. Observe e tire suas conclusões.

Após isso o professor usando o próprio recurso tecnológico mediou uma discussão acerca do fenômeno. Pela discussão o docente descreveu as características da força peso, as causas do MRU e MRUV presentes no fenômeno. A intenção era que os discentes contemplassem os conceitos tanto pela exposição dos colegas quanto do professor.

Posteriormente ao debate coletivo, o professor propôs as seguintes questões:

- E. Após a explicação do professor acerca do fenômeno, relate com suas próprias palavras o princípio utilizado argumentando os tipos de movimento envolvidos e suas possíveis causas.
- F. Até esse momento o que você entende por força peso?
- G. E por MRU e MRUV?

Após tudo isso o professor recolheu as respostas do corpo discente e providenciou a formação de grupo de 4 pessoas para discussões livre acerca de toda a aula. Posteriormente o professor oportunizou que eles refizessem suas respostas.

A construção e a evolução conceitual de temas como MRU e MRUV e suas respectivas causas, Princípio da Interdependência de Galileu, força peso e suas características se encontram

relatados na análise dos resultados da dissertação, que evidenciou resultados satisfatórios em termos de aprendizagem significativa.

4.3.3 Seção Didática 3

4.3.3.1 Realização de um experimento real

A Física é uma ciência iminentemente experimental, os inúmeros experimentos realizados ao longo de sua história ilustram bem esse aspecto. Assim deixar de realizar experiências nessa disciplina em sala de aula significa evidenciar seu tratamento incompleto. Citando novamente Rodolpho Caniato (*apud* SOMBRA JÚNIOR, 2015, p. 6.) “Estudar Física sem ser através da experiência é como fazer curso de natação por correspondência”

Segundo Couto (2009) as atividades experimentais em sala favorecem aos alunos uma reestruturação de conceitos, bem como uma maneira de contextualizar o ensino da Física por parte do professor. No ensino por investigação seu valor didático também é reconhecido,

“As demonstrações realizadas em sala de aula podem ser chamadas de investigativas, porque o aluno foi levado a participar da formulação de hipóteses acerca do problema proposto pelo professor e da análise dos resultados obtidos, ou seja, foi levado a encarar os trabalhos experimentais desenvolvidos em sala de aula como atividades de investigação” (AZEVEDO, 2009 p.27).

Assim buscamos nessa seção didática incorporar uma atividade de experimentação real. O propósito é que o corpo discente compare essa atividade com a anterior. Com isso eles terão a oportunidade de rever o princípio da interdependência no âmbito real, reforçando sua concepção do fenômeno ao mesmo tempo em que é inserido ao método procedimental de realizações de medidas reais na Física. O objetivo final desse itinerário educativo, portanto, é que o corpo discente compare as medidas físicas realizadas diretamente pelo simulador e as realizadas na realidade (compreendam que existem erros intrínsecos associados nesse âmbito), compreendendo de forma paralela que a própria Física trabalha mais no âmbito das representações do que das explicações (VEITE; TEODORO, 2002).

Para tanto o professor-pesquisador através do laboratório existente na escola distribuiu grupos de 5 alunos. Através de uma base horizontal presente no recinto, os alunos executavam o seguinte experimento:

Um aluno do grupo colocava uma esfera de aço para deslizar na base horizontal enquanto outro segurava uma esfera idêntica à primeira pondo-a na mesma altura da esfera que

deslizava. No mesmo instante em que a esfera em movimento saísse da base horizontal, o outro aluno tinha a incumbência de soltar a esfera verticalmente.

O experimento foi realizado algumas vezes para garantir com uma boa aproximação que as duas esferas saíssem da mesma linha horizontal no mesmo tempo. Devido à inexistência de equipamentos para medidas mais precisas do tempo, como sensores como medidores do tempo de voo das duas esferas, utilizamos os telefones celulares dos discentes para filmar em câmera lenta o movimento das duas esferas, pois antes do experimento pedimos que alguns alunos providenciassem o aplicativo no seu celular, que é fornecido gratuito através de outros aplicativos presentes também no celular. Destacando que alguns dispositivos já vêm com essa ferramenta embutida, como verificado para alguns de nossos alunos.

Figura 12 – Alunos lançando as duas esferas



Fonte: Autor (2019)

Perguntas associadas ao experimento:

Foi fácil garantir (se é que foi possível) que as duas esferas saíssem ao mesmo tempo do ponto horizontal?

O tempo de voo das esferas são exatos? São próximos? São totalmente diferentes? Quais os motivos você julga para esse fato (para a resposta de uma das três opções propostas)?

O princípio da independência é válido nessa situação?

Após essas questões serem respondidas pelos discentes o docente esclareceu, após uma pequena aula com exposição oral e exemplos práticos, que para qualquer medida real na Física

existe um erro associado, seja devido aos próprios instrumentos ou ao número de medidas realizadas. Destacando que não houve aprofundamento do tema.

*Exemplos realizados por alguns estudantes:

Exemplo prático 1: medir com uma régua fixa o comprimento da largura da lousa.

Exemplo prático 2: medir pelo cronômetro o tempo de queda de uma esfera.

Obviamente para o exemplo 2 obteve-se valores com discrepância enorme, mas como recurso didático foi frutífero.

Somado esses dois exemplos à pequena aula expositiva do professor, julgamos que os pesquisados compreenderam os fundamentos das medidas reais na Física. Mesmo assim culminamos a aula com a seguinte pergunta: “O que você diz sobre medidas realizadas em experimentos reais”?

O propósito desse itinerário educativo foi alcançado, os pormenores dos resultados se encontram no capítulo 5 do referido trabalho.

4.3.4 Seção Didática 4

4.3.4.1 Estudando a função seno e cosseno e suas diferenças enquanto função crescente e decrescente

Em contraste ao tema vetores, que dificilmente os alunos têm contato no ensino fundamental (os 4 anos no local da pesquisa nos permite afirmar isso), a definição do objeto matemático seno e cosseno é abordado nesse nível de ensino. Assim realizamos um teste diagnóstico acerca desse tema. Os resultados também não satisfatórios oportunizou do pesquisador a realização de um instrumento didático para que a função seno e cosseno pudessem ser assimilados de forma satisfatória, sobretudo, nos seus aspectos de funções crescente e decrescente.

Como no lançamento oblíquo o alcance depende da função cosseno, a altura e o tempo de voo da função seno, acreditamos que o conhecimento dessas duas funções favoreceria o entendimento de alguns aspectos desse tipo de lançamento, bem como servisse de base

conceitual para a compreensão da dinâmica e do método da própria Física, que será exemplificado na seção didática 5.

Mesmo sem o corpo discente ter estudado o conceito de função na disciplina de matemática, o professor-pesquisador nesse itinerário didático introduziu a noção qualitativa do tema. Após isso, oportunizou que cada discente individualmente possuísse a seguinte tabela e uma questão atrelada:

Tabela 3 – Dados para o enfrentamento da questão 1

Ângulo (α)	Sen α	Cos α
0°	0	1
10°	0,17	0,98
20°	0,34	0,93
30°	0,50	0,86
40°	0,64	0,76
45°	0,70	0,70
60°	0,86	0,5
80°	0,98	0,17
90°	1	0

Fonte: Autor (2019)

1) Utilizando apenas a tabela como referência qual a diferença da função seno e da função cosseno para o intervalo de ângulos apresentados?

Tal questão encontra-se em sintonia com as competências e habilidades presentes no PCN (2000) no âmbito da Representação e Comunicação, pois uma delas refere-se justamente na utilização e compreensão de tabela.

A resposta esperada deveria se aproximar da seguinte afirmação: “À medida que o ângulo cresce de 0° a 90° os valores correspondentes da função seno aumentam e os valores correspondentes da função cosseno diminuem”.

Como nem todos chegaram a resposta almejada, pedimos para aqueles que se aproximaram da resposta correta, auxiliassem os demais colegas com tais conclusões. Após isso todos puderam refazer as questões. Após isso, o professor culminou a aula frisando o conceito de função crescente e decrescente.

Além disso, foi proposta outra questão:

Suponha que duas grandezas físicas A e B dependam da grandeza ângulo (α), ou seja, $A = \sin \alpha$ e $B = \cos \alpha$. Com isso julgue em verdadeiro ou falso as seguintes preposições:

*Se supormos que a grandeza α seja o tempo, então se ela aumentar a grandeza A também aumentará.

*Se supormos que a grandeza α agora represente ângulo e B represente a grandeza distância, então se o ângulo cresce a distância diminui.

Tal situação foi proposta devido a próxima seção, além disso está em consonância com os PCN (2000, p.29): “Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemáticas e discursiva entre si”.

Os resultados detalhados dessa seção se encontram nos resultados da dissertação.

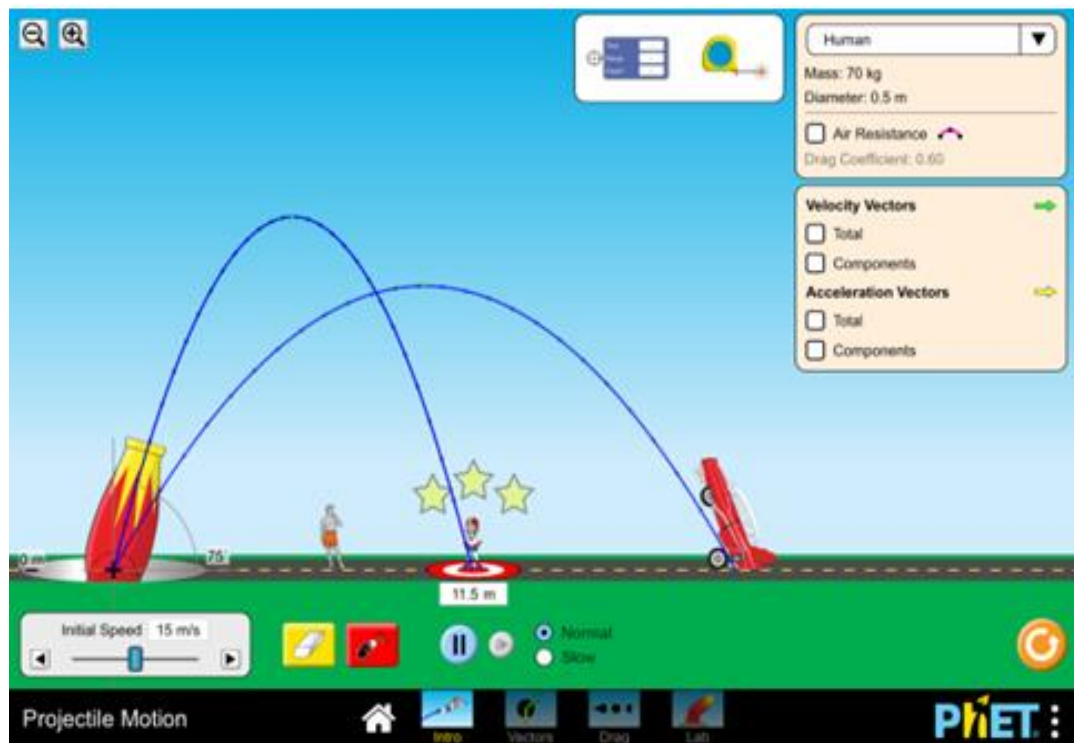
4.3.5 Seção Didática 5

4.3.5.1 Enfretamento de situações-problemas atreladas a simuladores computacionais acerca de conceitos cinemáticos e simetrias do lançamento oblíquo.

O objetivo dessa seção é que o corpo discente descubra algumas simetrias e conceitos do lançamento oblíquo e, além disso, compreendam a essência do método da própria Física, ou seja, alguns ingredientes do método científico. Para tanto usaremos o que o computador tem de melhor, sua capacidade representacional de fenômenos (através de simuladores e animações), bem como sua capacidade de realizar cálculos de forma praticamente instantânea. Ressaltando que na mesma aula e antes do uso do simulador, o professor apresentou o conceito de lançamento oblíquo, de alcance, de altura máxima e de tempo de voo, sem mencionar a aplicabilidade do princípio da interdependência, ou seja, apenas ilustrou graficamente a trajetória do lançamento e algumas denominações específicas, como as citadas.

Assim utilizou-se mais uma vez o simulador do PhET cujo site se encontra em https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html. A sua tela inicial está representada logo abaixo.

Figura 13- Tela inicial do lançamento de projéteis



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

De posse do recurso educacional acima cada aluno individualmente (alguns em dupla) realizava os seguintes procedimentos (denominada aqui de parte 1 da aula):

a) Com a base do canhão fixa no solo aponte o canhão formando um determinado ângulo com a horizontal e escolha uma velocidade qualquer. Feito isso lance o carro e depois a bola de canhão, ambos lançados sem a resistência do ar. Depois realize o mesmo procedimento com a resistência do ar. Faça os mesmos passos para outros parâmetros, ou seja, para outros ângulos, velocidades e objetos. Que conclusão você chegou? Descreva-a.

b) Com a base do canhão fixa no solo e com uma velocidade também fixa e sem a resistência do ar, lance qualquer objeto com os seguintes pares de ângulos: $(30^\circ, 60^\circ)$; $(40^\circ, 50^\circ)$; $(25^\circ, 65^\circ)$ e $(34^\circ, 56^\circ)$. Que conclusão você chegou? Há alguma generalização?

c) Novamente com a base do canhão fixa no solo e com uma velocidade inicial também fixa e sem a resistência do ar, tente descobrir em que ângulo ocorrerá o alcance máximo. Se conseguiu descobri-lo mude para outra velocidade, o alcance máximo ainda ocorre para o mesmo ângulo encontrado? Descreva suas conclusões.

Figura 14 – Alunos interagindo como o simulador



Fonte: Autor (2019)

Nesse percurso didático o professor atuou como mediador para consecução dos objetivos, procurando auxiliar os alunos no entendimento das perguntas, na operacionalidade do software e como oportunizado para que o corpo discente chegasse nas respostas esperadas, pois [...] “não há razão para que essa descoberta tenha de ser necessariamente autônoma senão que pode e deve ser guiada pelo professor por meio do planejamento das experiências e atividades didáticas” (POZO; GOMEZ 2009, p. 253).

O professor ainda aplicou as seguintes questões abaixo como mediadoras de aprendizagens, pois segundo (GILBERT, 2005) a visualização constitui um mecanismo do fazer ciência e, no âmbito educacional, uma ótima ferramenta.

1. Observe a relação entre a altura e ângulo. Relate suas conclusões.
2. Observe a relação entre tempo e altura. Relate suas conclusões.
3. Observe a relação entre alcance e ângulo. Relate suas conclusões.
4. Observe os vetores velocidade (vertical e horizontal) e vetor aceleração. Relate suas conclusões.

Mais uma vez o docente realizou a mediação como instrumento didático para que o corpo discente compreendesse de forma puramente visual alguns conceitos cinemáticos.

PARTE 2 DA AULA

Como tal seção didática foi realizada em dois tempos, a parte 2 da aula consistiu na demonstração das fórmulas que regem o lançamento oblíquo usando o princípio da interdependência com suporte teórico, ou seja, usou tal princípio com hipótese teórica. Segue algumas palavras do professor durante a aula:

Vamos supor que o princípio de Galileu é verdadeiro, então vamos analisar a subida (a altura alcançada) como se o movimento horizontal não existisse, então temos $V_y = V_{0y} - g \cdot t$ pelas equações do lançamento vertical. Na altura máxima $V_y = 0$ então por aritmética básica $t = V_{0y} / g$, ou seja, vemos que o tempo de subida depende do seno do ângulo (AUTOR, 2019).

De forma semelhante o professor deduziu as expressões para o alcance (A), para a altura máxima e a relação entre o tempo e a mesma. Todas as equações encontraram-se no capítulo 2.

Assim de forma expositiva o professor continuou a aula frisando que as fórmulas batiam com o experimento virtual com o qual eles tinham acabado de constatar. Assim citamos mais sobre a aula expositiva do professor:

Então vemos que se o Princípio da Interdependência de Galileu estiver correto, as equações advindas deles representam bem o fenômeno, não é? Pois vemos diretamente dessas fórmulas que o tempo de voo depende da função seno que é crescente, logo se o ângulo cresce o tempo de voo aumenta, não foi assim que vimos no simulador? Também vemos pelas fórmulas que o alcance depende da função cosseno que é decrescente, logo se o ângulo aumenta o alcance diminui, não foi assim também no simulador? Pois bem essas expressões quando comparada com os fenômenos reais tem mostrado sucesso com uma excelente aproximação, devido ao caráter aproximativo das medidas no âmbito real (AUTOR, 2019).

Após isso e durante a mesma aula o professor lançou a seguinte questão para a classe: “Se em algum planeta lançarmos um objeto e ele adquirir um movimento parabólico com o qual estamos estudando e sendo ainda verificado pela experiência que à medida que o ângulo de lançamento é aumentado o alcance do projétil também se eleva, nesse caso o princípio de Galileu é válido ou a tal experiência não pode acontecer, ou seja, a experiência não pode ser discordante do princípio?”

Para ajudá-los a responder tal questão o professor realizou a seguinte estratégia: “Pela lei da Gravitação de Newton (ele enfatizou que há uma lei que “afirma” isso) se eu soltar este pincel que está aqui na minha mão ele irá direto para o chão, eu pergunto se eu soltasse esse pincel na lua, por exemplo, da mesma altura que eu solto aqui (explicou os motivos de objetos a certa altura não retornarem mais à Terra para deixar o exemplo mais completo), mas ele subisse. O que é passível de mudança a realidade ou a lei da Gravitação de Newton que o representa ou explica”?

Apesar dos acertos da maioria dos estudantes acerca do que foi questionado, o professor terminou a aula falando sobre falseabilidade na ciência, usando as ideias de Popper (2001). Relatou de forma indireta através de um texto produzido pelo próprio autor, assim o corpo discente podia ler e reler o texto antes de enfrentar a situação-problema. Além disso, fomentamos a leitura, uma vez que “toda e qualquer atividade relativa à compreensão dos métodos e procedimentos das Ciências da Natureza envolve habilidades que se sustentam na leitura e compreensão de textos” (KLEIMAN, 2002 *apud* GASPAR, 2016, p. 308). Segue abaixo o texto e o problema proposto para averiguar sistematicamente o conhecimento sobre alguns elementos inerentes ao fazer ciência.

Toda teoria para ser científica deve ser passível de refutação, por outros termos deve passar por testes experimentais diversos. Se você diz que descobriu uma teoria que a Terra é plana e fez 10 experimentos constatando isso, mas pelo menos um teste experimental constatou que ela é esférica, sua teoria “foi científica”, mas como ela foi refutável (negada) por um experimento, já não é mais válida. Ora, se um experimento provou que ela é esférica é porque suas experiências anteriores foram equivocadas. Mas se você ao defender a teoria da Terra plana apoiado nos seus 10 experimentos (que justificam sua tese) nega que seja feita novas experiências para confrontá-la, isso a torna não científica. Ou seja, toda teoria pode ser “falseada” (negada) por algum teste de experiência, em outras palavras, se você diz que algo é verdadeiro na ciência, esse verdadeiro será sempre provisório (AUTOR, 2019).

Sobre teoria, lei, princípio, modelos na ciência e sobre seus conhecimentos até aqui assinale a alternativa mais plausível.

- a) Toda teoria é sempre verdadeira
- b) Leis científicas explicam a realidade
- c) Toda teoria pode ser corrigida ou excluída
- d) Muitos experimentos apontam que a Lei da gravidade de Newton está correta, logo ela é verdadeira.

Os resultados qualitativo e quantitativo dessa atividade de encontra no capítulo 5 do referido trabalho.

4.3.6 Seção Didática 6

4.3.6.1 Simuladores e as duas leis de Newton.

O intuito dessa seção é que o corpo discente contemple e compreenda a 1ª e 2ª lei de Newton, bem como reforçar a compreensão da força peso e ilustrar a mesma é a responsável pelo movimento ser parabólico para um referencial determinado. Para tanto seguiremos pelo seguinte caminho didático:

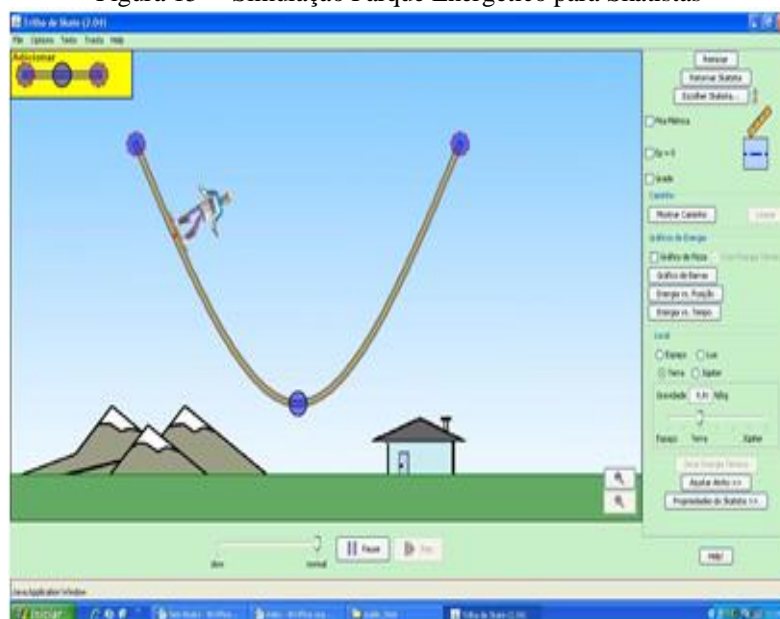
Cada aluno no laboratório de informática portando apenas as seguintes perguntas impressas sobre o lançamento oblíquo (denominada parte 1 dessa seção):

a) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e ângulo qualquer com gravidade zero e sem resistência do ar, que tipo de trajetória você esperaria para esse caso?

b) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e um ângulo qualquer com gravidade diferente de zero e novamente sem a resistência do ar, qual seria a trajetória do projétil agora?

Após isso o professor recolheu as repostas individuais e posteriormente aplicou o seguinte itinerário didático (parte 2 da seção):

Figura 15 – Simulação Parque Energético para Skatistas



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

Nesse momento cada aluno estava diante de uma simulação também da plataforma PhET (figura acima) cuja endereço se encontra em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-skate-park).

A escolha dessa simulação foi justamente conter o parâmetro ajustável da gravidade, inclusive gravidade zero (espaço sideral). Isso torna o referido recurso como potencial para inserir os alunos na dinâmica das duas leis de Newton e sua correlação com as causas dos movimentos ou de repouso de objetos, mais especificamente, as causas de movimento com aceleração ou não, sem, contudo, adentar na equivalência entre repouso e MRU para algum referencial inercial.

Antes da aplicação do simulador cada aluno tentou no prazo de 5 min responder a seguinte questão: “Se lançarmos um objeto de uma base horizontal com ângulo de 30° e com uma velocidade não nula e sendo a gravidade do local diferente de zero, qual tipo de trajetória você esperaria para esse caso”? “E se agora, para a mesma questão, a gravidade for zero que tipo de trajetória seria nesse novo caso”?

Após isso o professor recolheu as respostas e oportunizou que cada estudante manipulasse a simulação com o seguinte procedimento didático:

a) Escolha gravidade 10m/s^2 (próxima à da Terra), escolha uma velocidade e ângulo razoáveis. Observe a trajetória? Que tipo de trajetória você observou? Descreva-a

b) Agora faça o mesmo procedimento anterior apenas mudando a gravidade para 0m/s^2 . O que você observa agora? Qual é tipo de trajetória? Descreva-a.

Evidentemente todos descreveram a trajetória correta, pois apenas exigia a visualização da situação. Após isso o professor lançou mão de um texto de sua autoria cujo intuito era fornecer elementos fundamentais para a compreensão do conceito da força peso e os fundamentos da segunda lei de Newton e sua correlação com o MRUV.

A redação segue abaixo:

A força peso está associada ao conceito de campo. Para entendermos isso imagine um ímã, como sabemos ele atrai um prego quando posto próximo dele. Diz assim que o ímã gera um campo magnético, mas ele apenas se manifesta se for posto algo perto dele, como um pedaço de ferro ou uma substância do mesmo tipo, pois sabemos que o ímã não atrai uma borracha, por exemplo. Assim o campo magnético surgido é devido ao ímã, mas a força magnética que atrai o ferro só se manifesta quando este é posto próximo dele. Imagine agora que a Terra gere um campo, mas agora denominado campo gravitacional. Se você colocar qualquer objeto que tenha massa (basta apenas que possua massa) próximo dela, ela irá atrai-lo e, além disso, irá puxá-lo para o seu centro (da Terra). Portanto, a Terra gera um campo ao seu redor e uma força é manifestada quando algo massivo é posto nas suas proximidades, sendo tal força a responsável em dirigir o corpo para o seu centro. Esta força citada foi denominada na Física de força peso. Por que então objeto não vai até o centro? É

devido a superfície do planeta, mas isso já faz parte de outros fenômenos e que por isso não iremos abordá-los aqui (AUTOR, 2019).

Destacando que o texto constitui um organizador prévio no sentido de fornecer uma aprendizagem mais efetiva acerca do tema força peso (e conceitos correlatos), pois segundo Moreira (2012, p. 48), ao esclarecer a função desse elemento no contexto da aprendizagem significativa, cita que “a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este”

Após a leitura do referido texto o professor propôs a atividade abaixo (Fornecimento de informações com mediadores para aprendizagem):

* Sabendo que o campo gerado pela Terra é o denominado gravidade e que você aprendeu que se trata de uma aceleração, refaça as duas questões da parte 1 com os acréscimos apresentados:

a) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e ângulo qualquer com gravidade zero e sem resistência do ar, que tipo de trajetória você esperaria para esse caso?

R : _____

Agora marque a questão mais coerente (apenas uma) para a situação-problema acima.

1. Se não houver nenhuma força atuando no corpo e ele foi posto em movimento, ele permanecerá em MRU ().
2. Se não houver forças atuando no corpo ele não poderá continuar em movimento ().

b) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e um ângulo qualquer com gravidade diferente de zero e novamente sem a resistência do ar, qual seria a trajetória do projétil agora?

R _____

Agora marque a alternativa correta com respeito à questão acima.

1. A força peso (que uma força sempre vertical) é única responsável pelo movimento ser do tipo MRUV na subida e na descida e, como não há força no sentido horizontal, o movimento nessa direção é MRU ()

2. A força peso causa aceleração e desaceleração tanto na vertical quanto na horizontal ()

c) Descreva o que você entende por força peso?

O intuito dessas questões é que os discentes aprendam com as próprias perguntas.

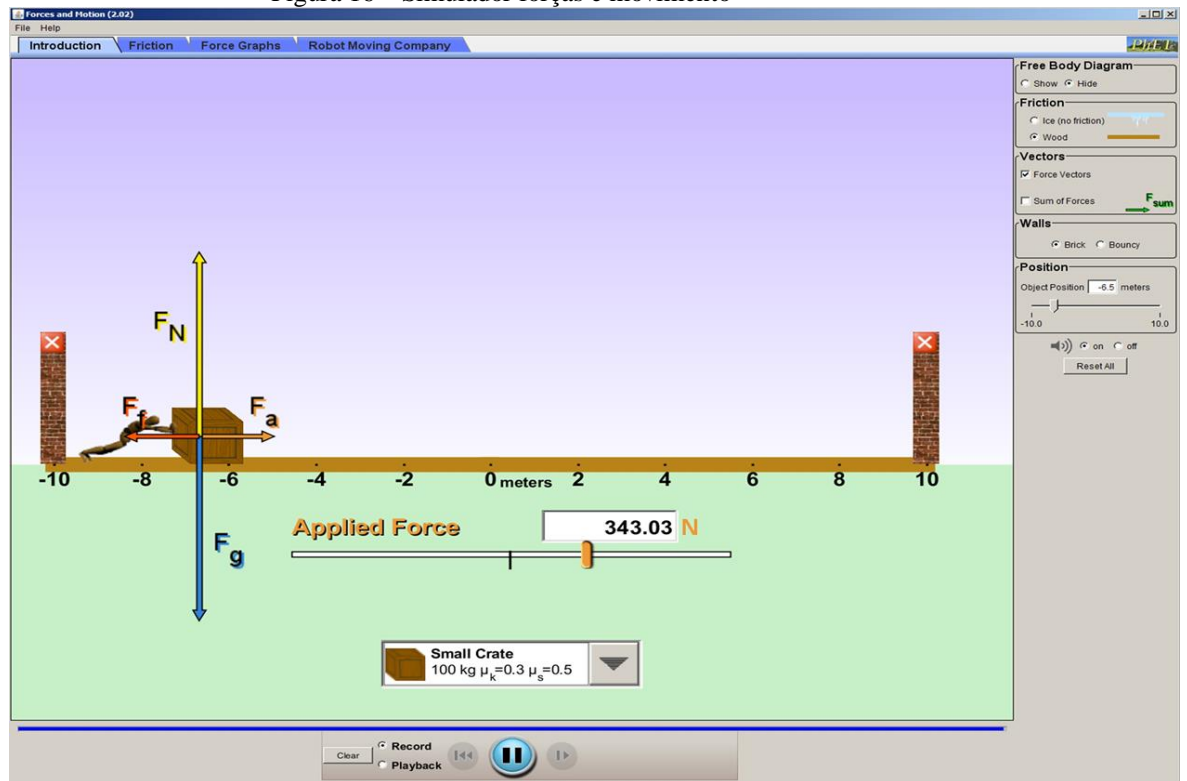
Os resultados qualitativos e quantitativos dessa seção se encontram no capítulo posterior

4.3.7 Seção Didática 7

4.3.7.1 Reforçando os aspectos conceituais das duas leis de Newton e a construção de um mapa conceitual pelos alunos interligando essas leis a conceitos cinemáticos

Retomando aspectos da aula anterior (utilizando o simulador dessa seção) o professor reforçou os fundamentos da primeira lei de Newton (agora a denominando) ilustrando alguns exemplos do dia a dia. Depois iniciou uma prática educativa com o software (ilustrado abaixo) em sala de aula. A intenção aqui é que o corpo discente apenas visualize os fenômenos. O primeiro fenômeno consistiu em aplicar uma força em uma caixa apoiada numa pista de gelo e depois cessar tal força, pela simulação o corpo permanecia em MRU. Isso podia ser visto através de um painel presente no software. Oportunizou-se que eles visualizassem o fenômeno. Depois perguntou-se o que iria acontecer se fosse posto naquele momento uma pista de madeira. Deixou-se as respostas fluírem. Quando acionamos a opção para que a pista mudasse para material de madeira observava-se a diminuição da velocidade do bloco, no entanto, notava-se que sua aceleração ou desaceleração permanecia constante. Segue a tela principal do objeto de aprendizagem utilizado:

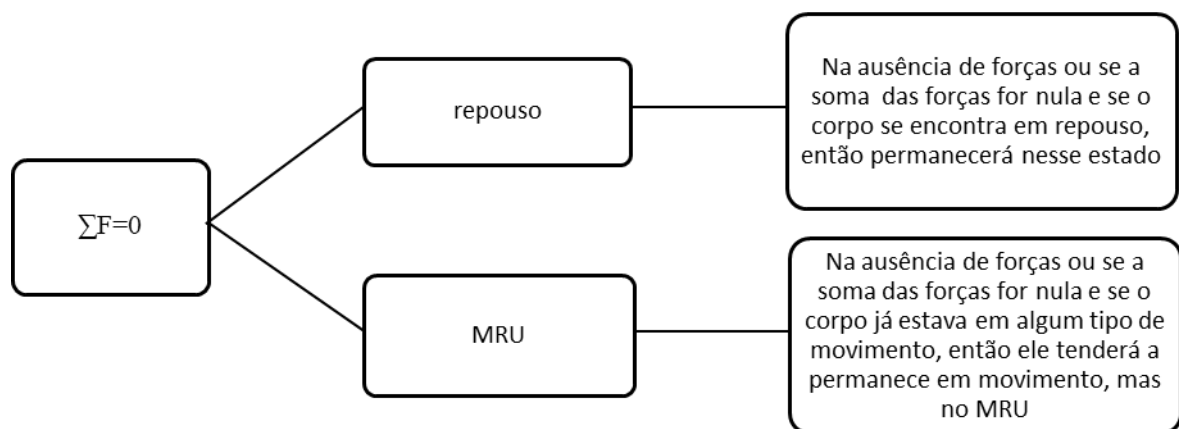
Figura 16 – Simulador forças e movimento



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

Após essa dinâmica de aula, o professor (expresso na lousa) ilustrou o seguinte esquema que sintetiza a primeira lei de Newton.

Figura 17 - 1ª Lei de Newton

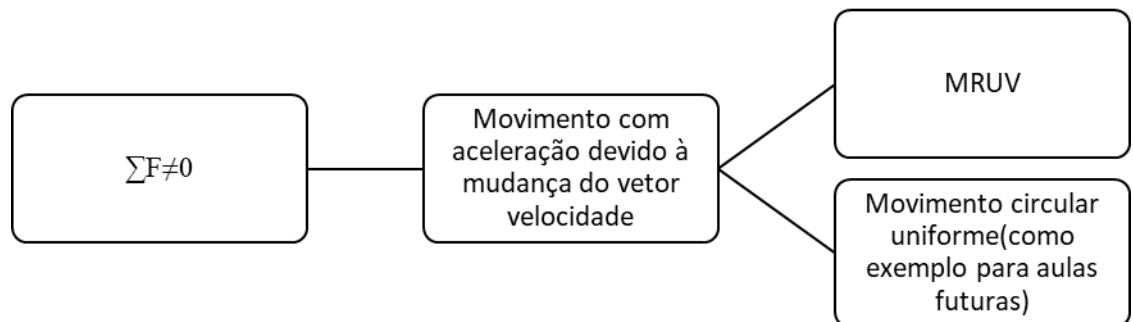


Fonte: Autor (2019)

Após a apresentação desse esquema, o professor mediou a resolução de exercícios teóricos (apêndice D) acerca dessa lei.

Como segunda parte da aula o professor apresentou o esquema abaixo:

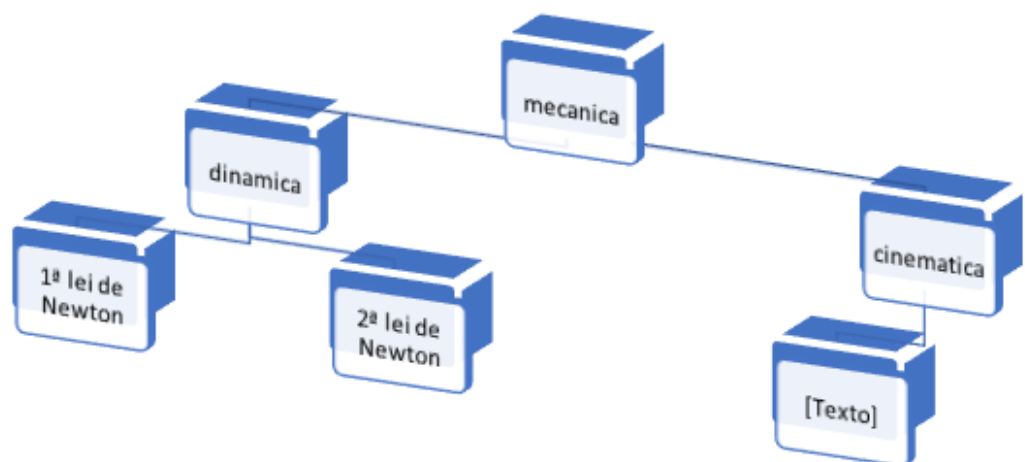
Figura 18 - 2ª Lei de Newton



Fonte: Autor (2019)

Após isso pediu-se que os estudantes construíssem um mapa conceitual (sem levar o rigor hierárquico completo inerente a esse tipo de esquema avaliativo) oferecendo como apoio de partida o seguinte diagrama:

Figura 19 - Base para construção do mapa conceitual



Fonte: Autor (2019)

Pretendia-se que eles produzissem seus próprios mapas conceituais, pois “o que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo” (MOREIRA, 2012, p.10).

Mesmo assim o professor mediou (usando apenas algumas analogias com outros conteúdos) tal processo de forma a oportunizar a produção do conhecimento pelos próprios alunos.

Ainda foi posto nesse caminho didático e durante a construção do mapa uma questão básica que do Princípio Fundamental da Dinâmica (PFD). Ao final da produção do instrumento avaliativo (mapa conceitual) foi aplicado o pós-teste para ambas as turmas. Os resultados das aprendizagens dos sujeitos da pesquisa nessa seção, bem como de toda a metodologia se encontra no próximo capítulo.

CAPÍTULO 5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DA SEÇÃO DIDÁTICA 1

Reiterando que o objetivo desse itinerário educativo era que os estudantes compreendessem a soma geométrica de vetores numa perspectiva mais dinâmica pela interação aluno-simulador, pondo os estudantes numa posição mais ativa no processo de ensino e aprendizagem, pois “em igualdade de condições, uma atividade é preferível a outra quando atribui ao aluno um papel ativo em sua realização” (RATHS 1973 *apud* LARERA & FORRALEZA, 2006, p.44). Esse tipo de atividade também é classificada como sendo um organizador prévio por envolver o uso de simuladores e por ser um conteúdo mais geral inclusivo para a introdução do conceito de força, significando um material potencial para a aprendizagem significativa.

Segue abaixo o resultado quantitativo das questões propostas após a metodologia empregada.

Tabela 4 – Resultado da turma A

Questão	Nº de acertos	Nº de erros
1	25	0
2	15	10
3	16	9
4	11	14
5	16	9

Fonte: Autor (2019)

Tabela 5 – Resultado da turma B

Questão	Nº de acertos	Nº de erros
1	23	2
2	15	10
3	20	5
4	12	13
5	18	7

Fonte: Auto (2019)

Figura 20 - Alunos realizando a soma geométrica de vetores



Fonte: Autor (2019)

Percebe-se que todos os estudantes de ambas as turmas já compreendem as características básicas de um vetor (módulo, direção e sentido) e que mais da metade compreenderam a dinâmica da soma geométrica de vetores. O resultado de acertos menor que 50% na questão 4 para os dois grupos indica a evidência de algumas dificuldades dos alunos acerca do vetor oposto.

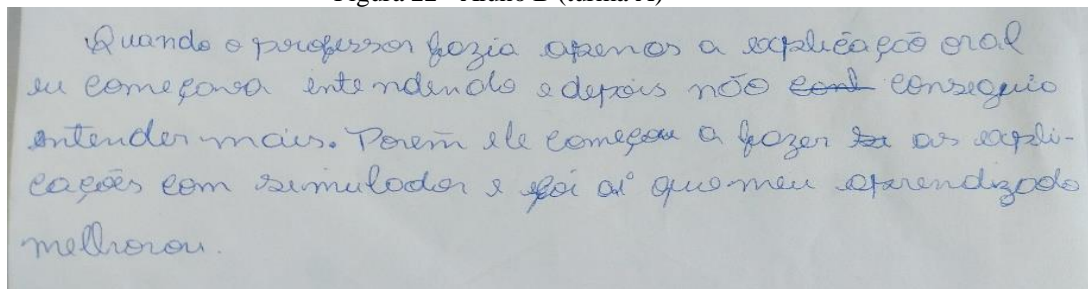
Preferimos ao final da aplicação desse questionário propor a seguinte pergunta: “Se você julga que compreendeu a soma geométrica de vetores, então quais os fatores você cita que contribui para isso”? Praticamente todos foram concordantes ao citar a utilização do software em sala de aula como fator positivo. Segue alguns relatos dos alunos:

Figura 21 - Aluno A (turma A)

 A photograph of a piece of white paper with handwritten text in black ink. The text reads: "Acho que com o simulador o aprendizado ficou MUITO mais fácil pelo fato da ilustração, que ajuda bastante; e pelo fato dos alunos quererem fazer a prática do assunto. Só com palavras é difícil."

Fonte: Autor (2019)

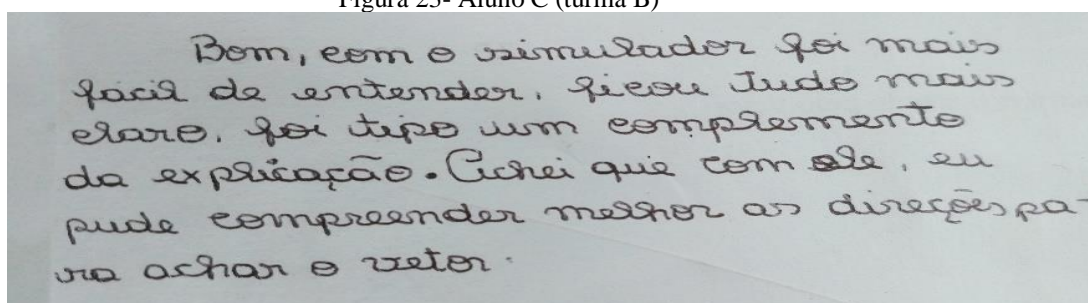
Figura 22 - Aluno B (turma A)



Quando o professor fazia apenas a explicação oral eu começava entendendo e depois não conseguia entender mais. Porém ele começou a fazer as explicações com simulador e foi aí que meu aprendizado melhorou.

Fonte: Autor (2019)

Figura 23- Aluno C (turma B)



Bom, com o simulador foi mais fácil de entender, ficou tudo mais claro, foi tipo um complemento da explicação. Citei que com ele, eu pude compreender melhor as direções para achar o vetor.

Fonte: Autor (2019)

Com esses relatos e com os dados analisados nessa seção evidenciamos uma satisfatória abordagem sobre o conceito e soma geométrica de vetor, assim um resultado importante para os objetivos da pesquisa, pois a soma de vetores seria utilizada em outras oportunidades como subsunçor.

5.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 2

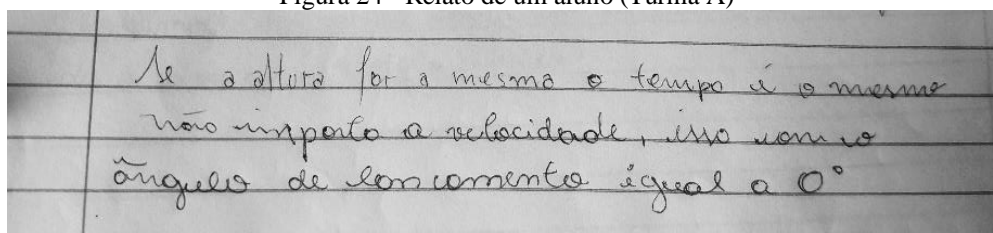
Reforçando que o objetivo desse caminho didático era inserir os estudantes em um novo contato com FIG, com o MRU e o MRUV e com a força peso, bem como introduzi-los em experimentos virtuais para sua posterior comparação com o experimento real, pois “se essa modelagem não estiver clara para professores e educandos, se os limites de validade do modelo não forem tornados explícitos, os danos potenciais que podem ser causados por tais simulações são enormes” (MEDEIROS A; MEDEIROS C, 2002, p.81).

Como mencionado na metodologia, poucos estudantes responderam satisfatoriamente a respeito desses temas, evidenciando algumas lacunas de aprendizagem antes da aplicação do projeto.

Assim com base na dinâmica relatada no capítulo anterior citaremos algumas conclusões extraídas da metodologia.

Para a questão C e D presente na metodologia, que buscava ilustrar que o tempo de voo do lançamento horizontal é equivalente a uma queda livre da mesma altura devido à interdependência dos movimentos, evidenciamos muitos resultados positivos como relatados abaixo:

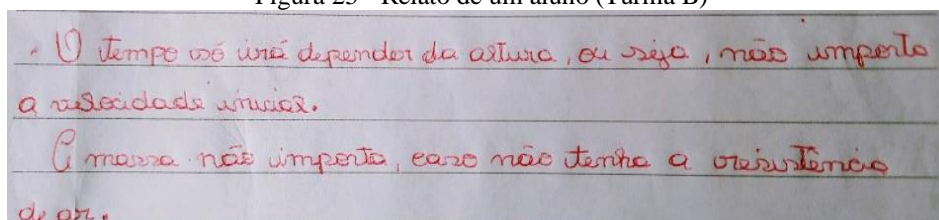
Figura 24 - Relato de um aluno (Turma A)



Se a altura for a mesma o tempo é o mesmo não importa a velocidade, isso com o ângulo de lançamento igual a 0°

Fonte: Autor (2019)

Figura 25 - Relato de um aluno (Turma B)

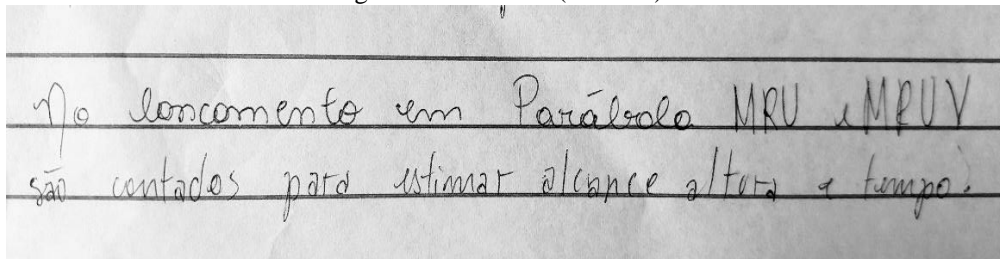


O tempo só irá depender da altura, ou seja, não importa a velocidade inicial.
A massa não importa, caso não tenha a existência de ar.

Fonte: Autor (2019)

Como visto nessa prática educativa, após a utilização da simulação computacional como recurso interativo entre aluno-simulador o professor pesquisador lançou mão do mesmo recurso educacional (o software) para mediar uma abordagem complementar para o mesmo propósito, ou seja, oportunizar uma outra visão do problema para consecução dos objetivos da seção. Um foco centrado nas causas do MRU, MRUV e da força peso e de um entendimento mais dinâmico do conceito de movimentos independentes. Segue algumas respostas dos estudantes acerca da compreensão da aula,

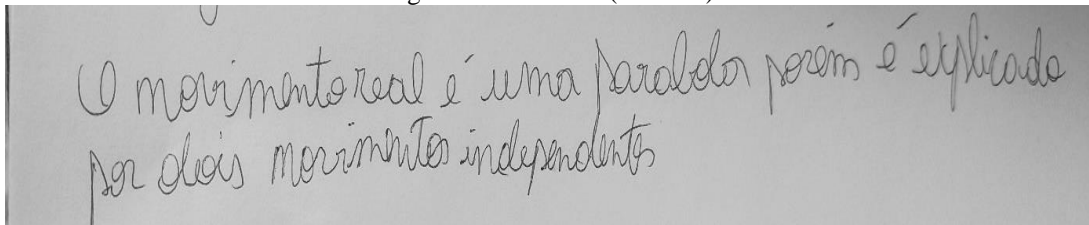
Figura 26 - Aluno A (turma A)



No lançamento em Parábola MRU e MRUV são contados para estimar alcance altura e tempo?

Fonte: Autor (2019)

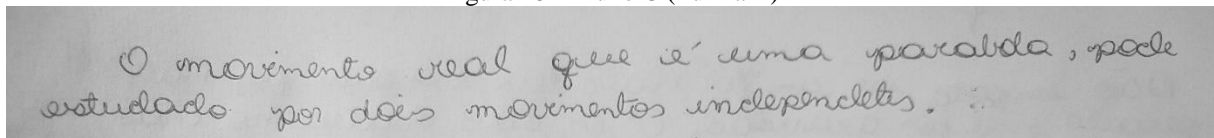
Figura 27 - Aluno B (turma A)



O movimento real é uma parábola porém é explicado por dois movimentos independentes

Fonte: Autor (2019)

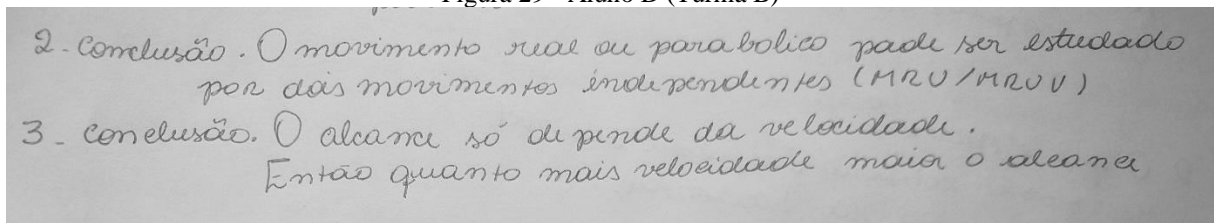
Figura 28 - Aluno C (Turma B)



O movimento real que é uma parábola, pode estudado por dois movimentos independentes.

Fonte: Autor (2019)

Figura 29 - Aluno D (Turma B)



2. conclusão. O movimento real ou parabólico pode ser estudado por dois movimentos independentes (MRU/MRUV)
3. conclusão. O alcance só depende da velocidade.
Então quanto mais velocidade maior o alcance

Fonte: Autor (2019)

Percebe-se que muitos dos alunos englobam o lançamento horizontal como a composição de dois tipos de movimento e justificam a causa de ambos, apesar de alguns ainda apresentarem algumas respostas inconsistentes com o esperado. No entanto, praticamente todos mencionaram que o lançamento horizontal é fruto da composição de dois movimentos independentes. Enquanto à força peso, MRU e MRUV seguem alguns relatos dos pesquisados.

Na horizontal o movimento é MRU, que não tem aceleração, pois a gravidade atua na vertical.

O movimento na descida vertical é MRUV, ou seja, tem aceleração que é devido exclusivamente à gravidade.

O movimento é MRUV na vertical por que a gravidade só atua assim, já na horizontal ela não age assim é MRU. E os dois movimentos independentes explica o movimento parabólico.

Vemos que na horizontal o vetor velocidade não muda de tamanho, só o da vertical. O da vertical muda de tamanho por causa da gravidade, o outro não muda por que a gravidade não se manifesta.

Os resultados mencionados para os três conceitos-chave, evidencia que o simulador complementa a aula de forma eficaz, uma vez que ilustra o vetor velocidade constante na horizontal, variável na vertical e o vetor peso constante na vertical.

Comparando os relatos dos estudantes nessa prática educativa com as repostas iniciais dos mesmos acerca dos temas estudados nessa seção, julgamos que a metodologia foi proveitosa para reforçar e/ou aprender conceitos da cinemática e da dinâmica, bem como frutífera para os objetivos da seção seguinte.

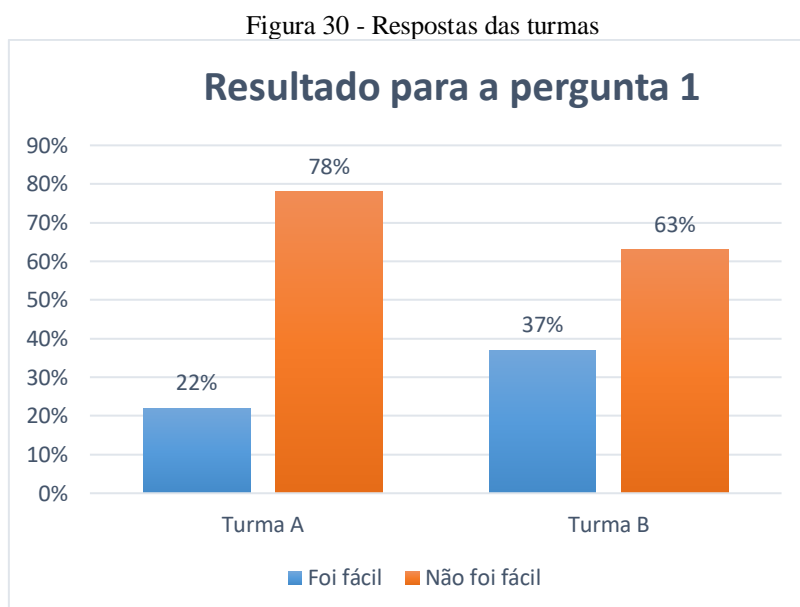
5.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 3

Como foi visto no procedimento didático, os objetivos dessa seção era oportunizar numa perspectiva real o PIG e por tal dinâmica inserir os estudantes de uma forma introdutória ao método científico através de realizações de medidas físicas reais, bem como reforçar conceitos inerentes ao lançamento horizontal. Além disso,

O destaque dado por Vygotsky ao professor valoriza as atividades experimentais em sala de aula no momento em que ela é um instrumento que serve prioritariamente ao professor, agente do processo e parceiro mais capaz a ser imitado. É de responsabilidade do professor, fazer, demonstrar e destacar o que deve ser observado, sobretudo, explicar o modelo teórico que possibilite a compreensão do que é observado e estabelecido cultural e cientificamente (MOREIRA 2011, p.36).

Segundo a visão interacionista de Vygotsky (1991), as atividades em grupo favorecem o desenvolvimento de conceitos. Por isso propomos que a atividade dessa seção educativa fosse realizada em grupo de pelo menos quatro alunos. Apesar de fomentar o trabalho em equipe, foi proposto que cada aluno construísse suas próprias respostas acerca das questões, pois segundo a teoria Vygotskiana o conhecimento passa necessariamente das atividades interpessoais (como o diálogo com os membros da equipe acerca do objeto de conhecimento) para as atividades intrapessoais, ou seja, aquelas onde o indivíduo exerce esforços cognitivos para que o objeto seja assimilado como conhecimento em sua estrutura interna.

As respostas das turmas à primeira pergunta dessa prática educativa tornam clara a inserção dos estudantes às dificuldades procedimentais na realização de medidas físicas reais. Segue logo abaixo os dados quantitativos extraídos:



Fonte: Autor (2019)

Figura 31-Alunos no laboratório



Fonte: Autor (2019)

Para as demais questões presentes nessa prática educativa foi realizada uma análise através de tabela, como verificado logo a seguir.

Tabela 6 - Análise quantitativa para as demais questões

Questão	Nº de ocorrência para um grupo de 23 alunos (Turma A)	Nº de ocorrência para um grupo de 24 alunos (Turma B)
Próximos ou exatos	21	24
Totalmente diferentes	2	0
PIG é valido nesse caso	21	22
Caráter aproximativo de medidas físicas	21	24

Fonte: Autor (2019)

Os resultados apresentados acima mostram proveitoso o caminho didático do lançamento horizontal ancorado na experiência. Para corroborar com tal argumento segue abaixo algumas palavras dos estudantes sobre a validade do PIG durante a atividade e sobre medidas físicas:

Sim, pois caíram muitos próximos (aluno A).

Sim, porque no momento em que jogamos a bolinha que estava na horizontal e ela deixa a base, jogamos a que estávamos segurando, assim ambas chegavam praticamente juntas no chão (Aluno B).

Sim ele é válido, pois não depende da velocidade e sim só da altura. É o alcance que depende da velocidade (Aluno C).

As medidas físicas não são exatas, são sempre números quebrados (Aluno D).

Nenhuma medida é exata, mesmo com sensores de alta qualidade (Aluno E).

Destacando que foi realizada uma pergunta no final dessa atividade, que tinha como objetivo extrair a visão do corpo discente sobre a aula no aspecto geral. A pergunta em síntese pedia que o aluno resumisse a aula em uma frase. Seguem algumas respostas:

Figura 32 - Entrevistado

R: A teoria é diferente de prática, nós entendemos que os métodos não são totalmente iguais.

Fonte: Autor (2019)

Figura 33 – Entrevistado

Interessante. Um melhor método de Ensino, Aprendemos mais do que com apenas uma Explicação. Trabalhando A parte Prática e Mental das coisas.

Fonte: Autor (2019)

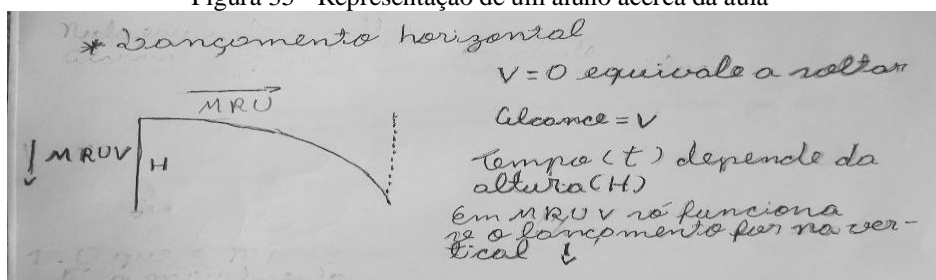
Figura 34 – Entrevistado

5) A realidade não é a mesma coisa que em um simulador.

Fonte: Autor (2019)

Teve ainda um aluno que representou nas suas argumentações uma configuração do experimento, talvez fruto de seu entendimento da aula anterior quando foi utilizado o experimento virtual.

Figura 35 - Representação de um aluno acerca da aula



Fonte: Autor (2019)

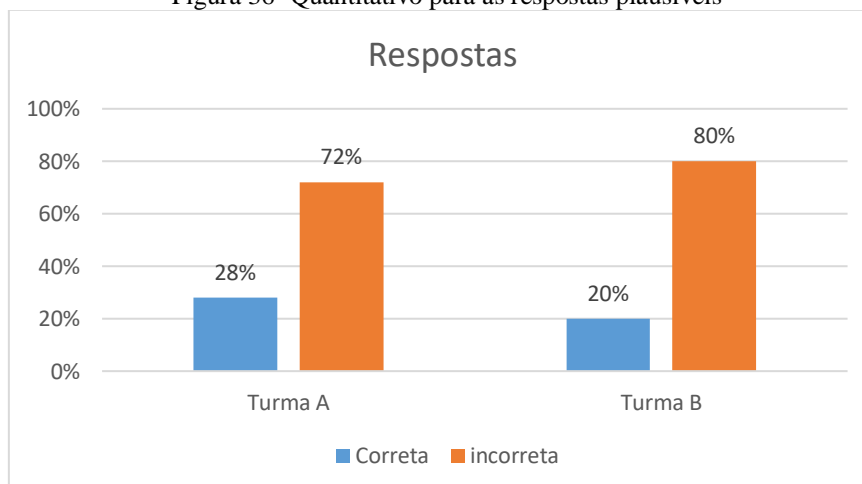
Portanto, julgamos que tal estratégia didática foi satisfatória para consecução dos objetivos da seção e para os objetivos específicos e gerais da pesquisa

5.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 4

A meta dessa seção era fornecer elementos imprescindíveis para o estudo do lançamento oblíquo, apresentar alguns aspectos do fazer científico da própria Física, bem como apresentar o caráter provisório de leis científicas.

Como visto na metodologia foi proposto inicialmente uma situação-problema apresentada em forma de tabela onde o intuito era que os estudantes percebessem a diferença fundamental da função seno e cosseno para aquele caso específico, ou seja, esperava-se uma resposta que se aproximasse da seguinte preposição: À medida que o ângulo cresce no intervalo de 0° a 90° os valores da função seno e cosseno cresce e decresce, respectivamente. O gráfico abaixo ilustra os resultados pertinentes para ambas às turmas.

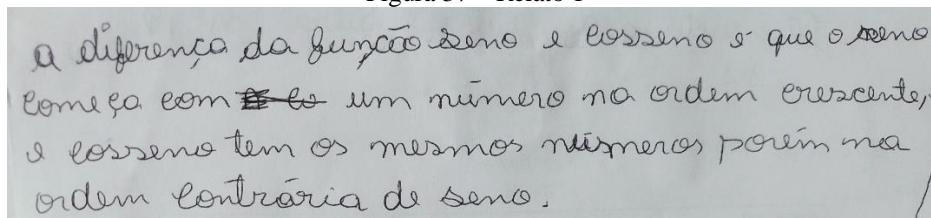
Figura 36- Quantitativo para as respostas plausíveis



Fonte: Autor (2019)

Segue os relatos mais plausíveis de alguns alunos de ambas as turmas:

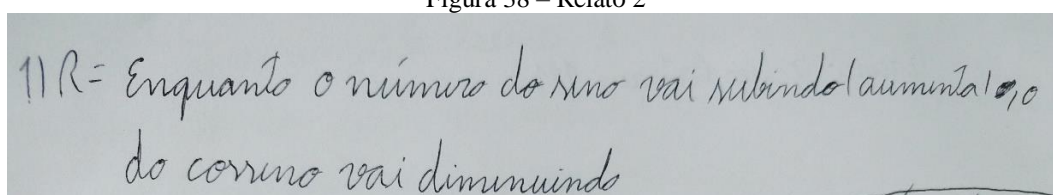
Figura 37 – Relato 1



a diferença da função seno e cosseno é que o seno começa com ~~1~~ um número na ordem crescente, e cosseno tem os mesmos números porém na ordem contrária de seno.

Fonte: Autor (2019)

Figura 38 – Relato 2



11R= Enquanto o número do seno vai subindo (aumentando), o do cosseno vai diminuindo

Fonte: Autor (2019)

Em virtude dos resultados das duas turmas para a questão proposta e o tempo gasto pela maioria dos estudantes na tentativa de sua solução, fazemos alusão à frase de Canguillem (1995) *apud* Lahera & Fortaleza (2006, p.48), “uma pergunta não parece jamais tão bem formulada como no momento que já tem solução, ou seja, quando desaparece como pergunta”. E, pelo exposto, também julgamos que tal questão abrange uma situação-problema na ótica de Astolfi, pois acreditamos que todas as suas características se mostrou presente nesse tipo de problema.

Como também relatado nessa etapa didática foi oportunizado que eles refizessem suas respostas após a discussão coletiva com os colegas e com o professor. Tal recurso é frutífero em termos pedagógicos, pois segundo o nono critério de Raths (1973) *apud* Lahera & Fortaleza (2006, p.45), “em igualdades de condições, uma atividade é preferível à outra quando obriga o aluno a reconsiderar e revisar seus esforços iniciais”.

Assim obtiveram-se os seguintes relatos:

Minha nova resposta: Dependendo do ângulo, tipo, aumentando, o seno também vai aumentando, enquanto o cosseno vai diminuindo (Aluno A)

Minha nova resposta: Enquanto o ângulo aumenta ou seja a medida que o ângulo vai aumentando o seno aumenta e o cosseno diminui (Aluno B)

Minha nova resposta: Quando o ângulo aumenta, a função seno tende a aumentar também, mas o cosseno diminui (Aluno C)

Minha nova resposta: É que o seno aumenta e o cosseno está diminuindo, enquanto o ângulo aumenta (Aluno D)

Para as questões com foco algébrico analisou-se por tabela:

Tabela 7 – Análise das questões algébricas

Sequência de marcação	Nº de ocorrência para turma A no total de 25 alunos	Nº de ocorrência para turma B no total de 24 alunos
VV(correta)	16	14
VF	7	7
FF	1	1
FV	1	2

Fonte: Autor (2019)

Pelos dados percebe-se que a maioria dos alunos de ambas as turmas tiveram um aproveitamento acima de 50% para as duas questões algébricas apresentadas. Apesar desse resultado satisfatório, nota-se pela tabela alguns erros, evidenciando algumas lacunas de aprendizagem dos discentes quando introduzidos em questões que envolvem variáveis literais. Em entrevista com alguns alunos após essa atividade extraímos tais dificuldades.

“Professor, mas a questão só tinha letra e símbolos” (relato 1)

“Não entendi a questão, na verdade” (relato 2)

“É como aquela aula que o senhor deu, no começo era só letras, depois quando você começou a usar números ficou mais fácil, foi difícil por causa disso” (relato 3)

Ao final da aula o professor destacou as possíveis soluções para as questões propostas. Assim pelos dados qualitativos e quantitativos analisados para esse caminho didático, julgamos uma metodologia satisfatória para consecução dos objetivos da pesquisa.

5.5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 5

O foco desse percurso didático era permitir que os alunos descobrissem algumas simetrias do lançamento oblíquo através da interação com o simulador, bem como compreender o caráter provisória de teorias e leis científicas, pois “a Ciência produz conhecimentos abertos, sujeitos a mudanças e reformulações” (CARVALHO; SASSERON, 2010, p. 110-111).

Conforme Pozo & Gomes (2009) atividade desse cunho deve ser mediada pelo professor. Dentre outros fatores que fortalece a inserção dos estudantes em atividades de descoberta pelo simulador, reside justamente facilitar a ilustração do fenômeno. Segundo Gilbert (2005) a visualização é um fator importante na prática educativa de ciências.

Com base nas três primeiras questões presentes na metodologia apresentamos os resultados quantitativos presentes na tabela abaixo:

Tabela 8 – Resultados para as três questões iniciais da seção

Questão	Nº de ocorrências no total de 24 alunos (turma A)	Nº de ocorrências no total de 25 alunos (turma B)
A massa não importa	24	25
Ângulos complementares tem o mesmo alcance, sem resistência do ar	24	25
Para uma velocidade fixa o alcance é máximo para o ângulo de 45, desde que seja sem a resistência do ar.	24	25

Fonte: Autor (2019)

Figura 39 - Aluno da turma B se preparando para a atividade



Fonte: Autor (2019)

O resultado de 100% para as três questões propostas foi fruto da mediação do professor para que eles observassem e descobrissem a simetria no tempo de aula previsto. Assim o professor pesquisador foi dando elementos para que todos descobrissem de alguma forma o resultado esperado, oportunizando também a troca de ideias com os colegas. Destacando que antes de mediar essa atividade em buscar dos objetivos almejados, o professor incentivou que

em cada uma das três questões os discentes lançassem hipótese acerca das mesmas. Assim segue algumas respostas dos entrevistados:

Acredito que irá mais longe se lançarmos com 30° (Aluno A)

Quanto mais alto mais longe, então acho que 70° (Aluno B)

O de 60° vai cair mais distante que o de 30° , pois o ângulo é maior (aluno C)

Seguem dois relatos (um aluno de cada turma) sobre conceitos presentes no lançamento oblíquo pela simples visualização do fenômeno e pela manipulação dos parâmetros presentes na simulação.

Figura 40 – Relato 1

A medida que o ângulo cresce o tempo cresce e o alcance diminui, porque o tempo depende do seno e o alcance depende do cosseno.

Fonte: Autor (2019)

Figura 41 – Relato 2

A medida que o ângulo cresce, a distância diminui e o tempo cresce.

Fonte: Autor (2019)

Como foi visto, após oportunizar essas visualizações pelos estudantes e demonstrar que as fórmulas tinham consistências plausíveis com o fenômeno virtual e real (destacou e relembrou que as medidas físicas reais são dotadas de erros intrínsecos), o professor abriu mão de uma pergunta de exemplo hipotético que contrariava o Princípio da Interdependência de Galileu.

Tabela 9 – Distribuição de acertos para a questão hipotética

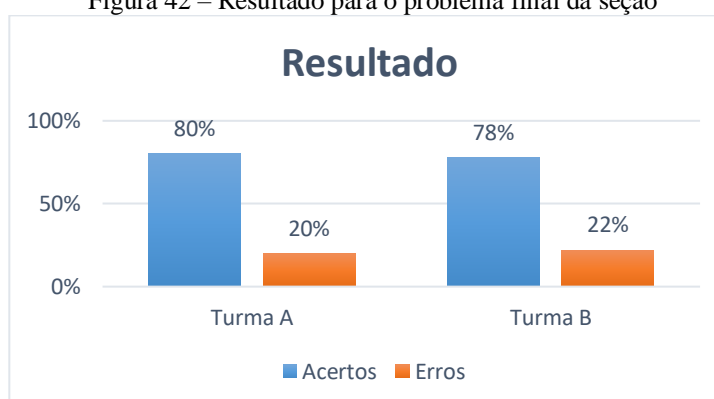
Questão	Nº de ocorrências afirmando que a teoria teria que ter mudado no total de 24 alunos da turma A	Nº de ocorrências afirmando que a teoria teria que ter mudado no total de 25 alunos da turma B
O tempo de voo para o lançamento oblíquo era inversamente proporcional ao seno do ângulo para uma situação hipotética, nesse caso muda-se a lei ou o experimento não pode ocorrer devido à teoria estudada.	20	19

Fonte: Autor (2019)

Julgamos que as possíveis causas para o resultado satisfatório para essa questão foi o exemplo aplicado pelo professor como suporte para a resposta dessa questão presente na metodologia.

Por fim, o professor-pesquisador aplicou junta a turma um texto de sua autoria acerca do método científico e uma situação-problema de múltipla escolha associada a ele. Os resultados seguem logo abaixo:

Figura 42 – Resultado para o problema final da seção



Fonte: Autor (2019)

Pelos resultados aqui apresentados conclui-se que a metodologia presente nessa seção evidenciou aprendizados de conceitos físicos e do fazer ciência, logo satisfatório para os objetivos da pesquisa.

5.6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 6

O objetivo desse recurso didático era mostrar as causas do MRU e do MRUV presente no lançamento oblíquo e, portanto, servir de ponte para a introdução das leis de Newton. Assim foi apresentado o conceito de força peso e sua importância como causa do movimento parabólico do lançamento oblíquo, bem como ilustrado a possibilidade de movimento na ausência de forças aplicadas.

Segue os resultados quantitativos de ambas as turmas para as duas questões introdutórias, ou seja, que foram aplicadas antes da utilização do simulador pelo corpo docente e das explicações acerca do conteúdo pelo professor.

Figura 43 – Alunos enfrentando a questão inicial da seção



Fonte: Autor (2019)

Tabela 10 – Distribuição de acertos para a turma A

Questão	Tipo de trajetória esperada	N de ocorrência no total de 24
Lançamento com gravidade nula	Em linha reta	17
Lançamento com gravidade não nula	Parabólica	24

Fonte: Autor (2019)

Tabela 11 – Distribuição de acertos para a turma B

Questão	Tipo de trajetória esperada	N de ocorrência no total de 25
Lançamento com gravidade nula	Em linha reta	16
Lançamento com gravidade não nula	Parabólica	25

Fonte: Autor (2019)

Dentre as alternativas consideradas não consistentes com o propósito da aula consistiu justamente em não especificar a trajetória reta. Já os acertos mostram que muitos alunos já entram no ensino médio com alguma noção das leis de Newton, pois alguns alunos (poucos) deixaram escapar nas suas falas determinados termos que se refere a essas leis. No entanto, essas noções, mesmo que sejam intuitivas, são pontes de aprendizagens em Ciências.

Seguem os resultados após a utilização do simulador, da leitura do texto sobre a força peso e de algumas observações do professor acerca do tema, ou seja, do MRUV e MRU presentes no lançamento oblíquo.

Figura 44 – Alunos interagindo com a simulação



Fonte: Autor (2019)

Tabela 12 – Distribuição de acertos das turmas

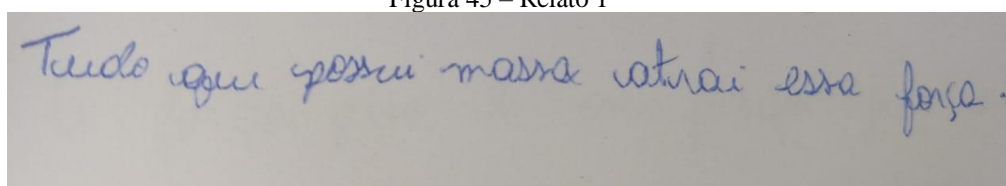
Questão	Tipo de trajetória esperada	Nº de ocorrência no total de 24(turma B)	Nº de ocorrência no total de 25(turma B)
Lançamento com gravidade nula	Em linha reta	24	25
Lançamento com gravidade não nula	Parabólica	24	25
Na ausência de forças o corpo poderá estar em movimento (MRU)(questão correta)	Em linha reta	18	19
A força peso é a única responsável pela presença do MRUV no lançamento oblíquo, assim não existe aceleração na horizontal(questão correta)		16	18

Fonte: Autor (2019)

Os resultados apresentados por ambas as turmas evidenciam que o corpo discente na sua maioria já conseguia compreender as causas do MRU e MRUV presente no lançamento oblíquo.

Como foi visto no capítulo anterior, a metodologia culminou com uma questão que pedia para o corpo discente descrevesse sobre a força peso. Assim seguem alguns relatos acerca disso:

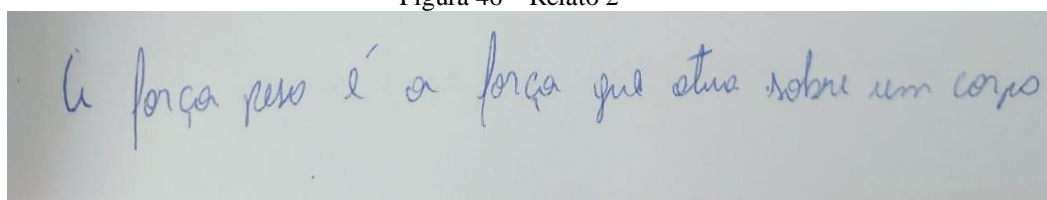
Figura 45 – Relato 1



Tudo que possui massa atrai essa força.

Fonte: Autor (2019)

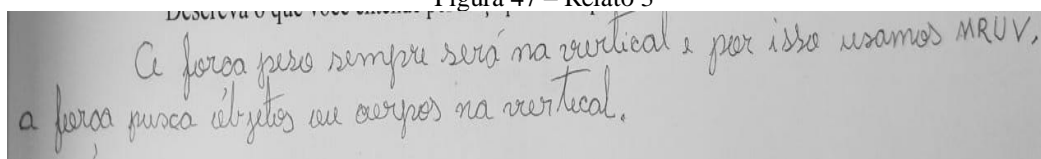
Figura 46 – Relato 2



A força peso é a força que atua sobre um corpo

Fonte: Autor (2019)

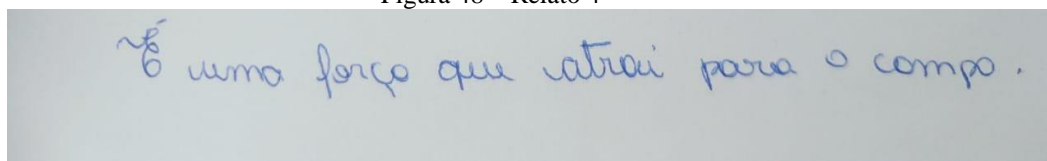
Figura 47 – Relato 3



A força peso sempre será na vertical e por isso usamos MRUV, a força puxa objetos ou corpos na vertical.

Fonte: Autor (2019)

Figura 48 – Relato 4



Fonte: Autor (2019)

Como se nota muitas das respostas (algumas não exibidas para não tornar o texto exaustivo) são fruto da leitura do texto do professor, bem como de aulas anteriores. Destacando que a maioria, praticamente todos das duas turmas, relata que a força peso é sempre vertical e envolve o conceito de campo e massa.

Pelos dados qualitativos e quantitativos presentes na análise dessa seção notamos uma proposta didático-pedagógica condizente com os objetivos esperados da pesquisa, bem como uma metrologia adequada para uma introdução das duas primeiras leis de Newton e do conceito de força peso através do conceito de campo.

5.7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA SEÇÃO DIDÁTICA 7

O objetivo dessa última etapa da sequência didática era fornecer elementos necessários para que o público alvo da pesquisa construísse um mapa conceitual interligando as duas primeiras leis de Newton a conceitos cinemáticos. Também foi oportunizado que eles enfrentassem uma questão básica do Princípio Fundamental da Dinâmica envolvendo a soma geométrica de vetores. Como força é uma grandeza vetorial julgamos significativa a aplicação desta questão nesse caminho didático, pois “em igualdades de condições, uma atividade é preferível à outra quando obriga o aluno a examinar, em um contexto novo, uma ideia, conceito, lei, etc., que já conhece” (RATHS, 1973 *apud* LAHERA; FORTALEZA 2006, p.44).

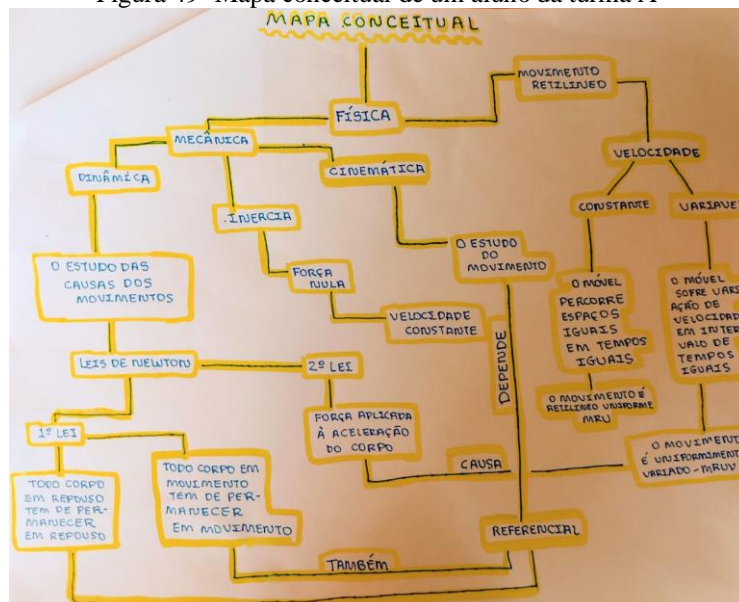
Além disso, segundo Moreira (2012) quando se utiliza um subsunçor (vetor) como âncora para novas aprendizagens, este também é refinado e enriquecido.

Destacando que nessa etapa didática foi também utilizado um organizador prévio como auxílio para oportunizar aprendizagem significativa, pois antes da síntese dada pelo professor acerca das duas primeiras leis de Newton, o mesmo utilizou duas simulações como ferramenta complementar para introduzir essas leis.

Com base na metodologia seguida, ou seja, uma aula mediada por simuladores, por uma síntese das duas leis de Newton através de diagramas e de exercícios contemplando ambas

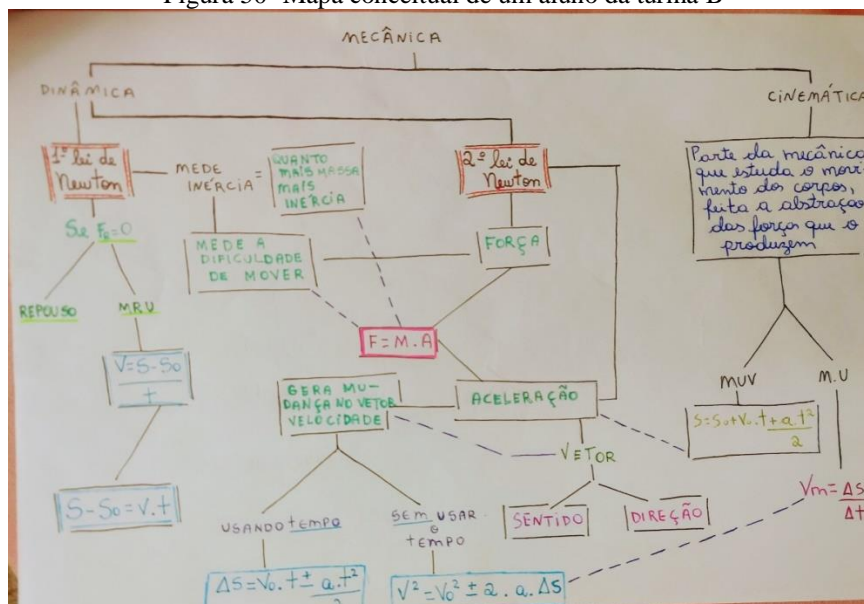
as leis, segue dois mapas conceituais construídos de um aluno de cada turma. Frisando que cada discente construía o seu, mas podendo trocar ideias com os colegas.

Figura 49- Mapa conceitual de um aluno da turma A



Fonte: Autor (2019)

Figura 50- Mapa conceitual de um aluno da turma B



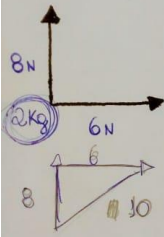
Fonte: Autor (2019)

Apesar dos mapas conceituais construídos variar de aluno para aluno em termos de abrangência, o que se pretendia como objetivo final da pesquisa era que os alunos associassem as duas leis de Newton às causas do movimento acelerado ou retilíneo uniforme, ou seja, a relação entre conceitos cinemáticos e dinâmicos. Reiterando que não houve uma exigência do rigor sistemático da construção de um mapa conceitual.

Seguem também duas respostas uma para cada turma acerca de uma questão básica da dinâmica.

Figura 51- Resposta de um aluno da turma A

Aponte a direção e o sentido do deslocamento do corpo abaixo e calcule a aceleração.



$$S = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$S = \sqrt{8^2 + 6^2}$$

$$S = \sqrt{64 + 36}$$

$$S = \sqrt{100}$$

$$S = 10 \rightarrow F_R = 10$$

$$F_R = m \cdot a$$

$$10 = 2 \text{ Kg} \cdot a$$

$$a = \frac{10}{2} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

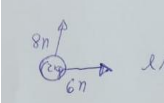
para onde ela vai.

→ a cada segundo sua aceleração aumenta em 5 metros.

Fonte: Autor (2019)

Figura 52-Resposta de um aluno da turma B

Aponte a direção e o sentido do deslocamento do corpo abaixo e calcule a aceleração.



$$F_R = \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{64 + 36} = \sqrt{100} \rightarrow \sqrt{100} = 10$$

$$10 = 2 \cdot a$$

$$a = \frac{10}{2} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$F_R = 10$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

para onde o corpo vai.

Fonte: Autor (2019)

Com essa aplicação básica da segunda lei de Newton, de exercícios conceituais da primeira lei (Apêndice D) utilizado durante as aulas dessa seção e da construção de mapas conceituais pelos estudantes abrangendo conceitos cinemáticos e dinâmicos, terminamos a aplicação da sequência didática, ou seja, da sequência do produto educacional.

E pelos dados qualitativos oriundos dessa seção, extraímos evidências de aprendizagem significativa, pois a elaboração de mapas conceituais oportunizam a ocorrência

de aprendizagem dessa natureza (MOREIRA, 2012) uma vez que a confecção dos mesmos requer do aprendiz várias capacidades, como associação e distinção entre termos, utilização de conhecimentos anteriores, etc.

5.8 ANÁLISE DO PRÉ E PÓS-TESTE

Como a intenção didática do projeto consistia em averiguar a evolução conceitual dos estudantes acerca de conteúdo específico da cinemática e da dinâmica, o pré-teste foi realizado antes da aplicação do produto. Assim o pós-teste foi aplicado ao público alvo da pesquisa após a última seção didática.

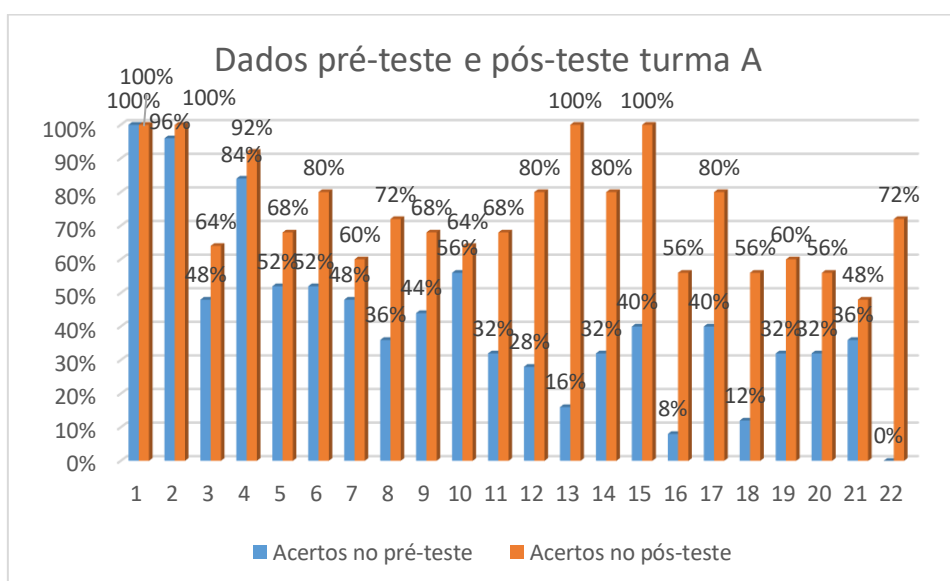
A seguir são ilustrados os dados referentes ao pré-teste e pós-teste.

Tabela 13 - Dados de acertos do pré-teste e pós-teste (turma A)

Questão	Nº de acertos pré-teste	Percentual de acertos no pré-teste (%)	Nº acertos pós teste	Percentual de acertos pós-teste (%)	Ganho percentual (%)
1	25	100%	25	100%	0%
2	24	96%	25	100%	40%
3	12	48%	16	64%	16%
4	21	84%	23	92%	8%
5	13	52%	17	68%	16%
6	13	52%	20	80%	28%
7	12	48%	15	60%	12%
8	9	36%	18	72%	36%
9	11	44%	17	68%	24%
10	14	56%	16	64%	80%
11	8	32%	17	68%	36%
12	7	28%	20	80%	52%
13	4	16%	25	100%	84%
14	8	32%	20	80%	48%
15	10	40%	25	100%	50%
16	2	8%	14	56%	48%
17	10	40%	20	80%	40%
18	3	12%	14	56%	44%
19	8	32%	15	60%	28%
20	8	32%	14	56%	24%
21	9	36%	12	48%	12%
22	0	0%	18	72%	72%

Fonte: Autor (2019)

Figura 53 – Evolução da turma A



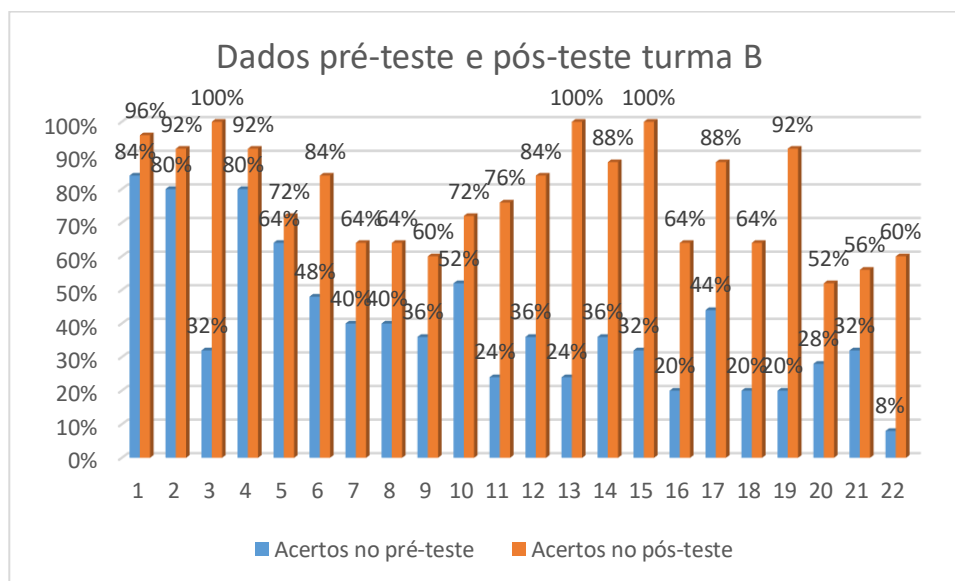
Fonte: Autor (2019)

Tabela 14 - Dados de acertos do pré-teste e pós-teste (turma B)

Questão	Nº de acertos pré-teste	Percentual de acertos no pré-teste (%)	N acertos pós-teste	Percentual de acertos pós-teste(%)	Ganho percentual(%)
1	21	84%	24	96%	12%
2	20	80%	23	92%	12%
3	8	32%	25	100%	68%
4	20	80%	23	92%	12%
5	16	64%	18	72%	8%
6	12	48%	21	84%	36%
7	10	40%	16	64%	24%
8	10	40%	16	64%	24%
9	9	36%	15	60%	24%
10	13	52%	18	72%	20%
11	6	24%	19	76%	52%
12	9	36%	21	84%	48%
13	6	24%	25	100%	76%
14	9	36%	22	88%	52%
15	8	32%	25	100%	68%
16	5	20%	16	64%	44%
17	11	44%	22	88%	44%
18	5	20%	16	64%	44%
19	5	20%	23	92%	72%
20	7	28%	13	52%	24%
21	8	32%	14	56%	24%
22	2	8%	15	60%	52%

Fonte: Autor (2019)

Figura 54 – Evolução da turma B



Fonte: Autor (2019)

Nota-se para a turma A que houve um ganho percentual de acertos em praticamente todas as questões, exceto a primeira que continuou com o 100% de acertos. Em relação ao aumento quantitativo de acertos em conceitos cinemáticos, destaca-se o ganho percentual de 84% para a questão 13, o de 52% da questão 12, de 50% da questão 15 e 48% da questão 14. Destacando que as questões 13 e 15 englobam conceitos aprendidos durante a seção didática 5 quando foi oportunizado que os alunos descobrissem através da mediação do professor algumas simetrias do lançamento oblíquo ao enfrentarem algumas situações-problemas atreladas a simuladores.

Em relação aos conceitos dinâmicos percebe-se um rendimento um pouco inferior aos cinemáticos, apesar de todas as questões apresentarem ganho percentual no pós-teste. Embora essa evolução numérica de acertos no pós-teste, verificamos que a questão 21 ficou abaixo de 13 acertos do total de 25 alunos participantes. No entanto, no geral verificamos que houve um satisfatório ganho conceitual de conceitos físicos.

Diferentemente da turma A, o outro grupo apresentou ganho percentual em todas as questões. No entanto, ao comparar as duas turmas, observa-se um desempenho equivalente.

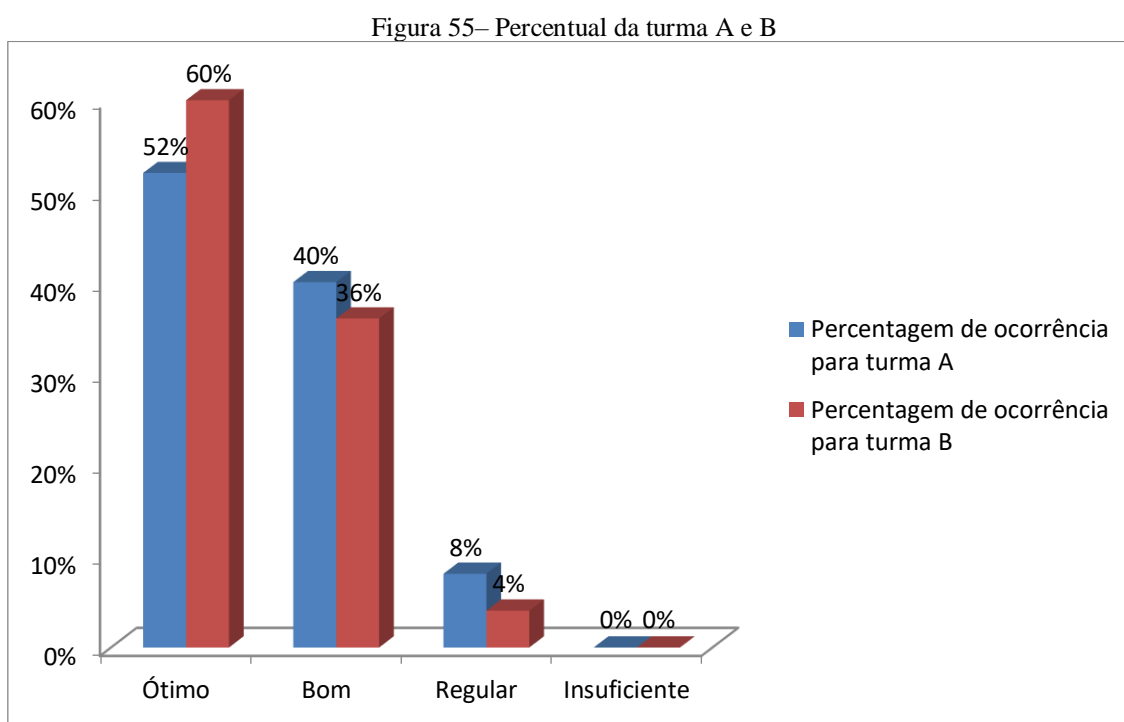
Com isso conclui-se que a metodologia (o produto educacional) foi satisfatória em termos de aprendizagens de conceitos cinemáticos e dinâmicos para ambas as turmas em virtudes dos ganhos percentuais analisados.

5.9 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO (APÊNDICE E)

Para a pergunta 1 obteve-se 80% de não para a turma A e 88% para a turma B. Tal resultado evidencia a cultura da ausência de experimentos em aulas da disciplina (Física) no ensino fundamental para o público alvo da pesquisa. Tal fato é mencionado por Gaspar (1996) ao criticar a carência de atividades desse cunho no ensino da Física no Brasil.

Para a questão 2 obteve-se 84% de não para a turma A e 76% para a B. Nesse caso conclui-se que a maioria dos discente alvo da pesquisa praticamente não tiveram contato com experimentos simulados antes da aplicação do projeto, ou seja, antes de sua inserção no ensino médio. No entanto, percebe-se que a minoria desses alunos já teve contato com simuladores, evidenciando que recursos digitais dessa natureza já aparecem em algumas práticas docentes.

Para a questão 3 obteve os seguintes resultados analisados por gráfico.

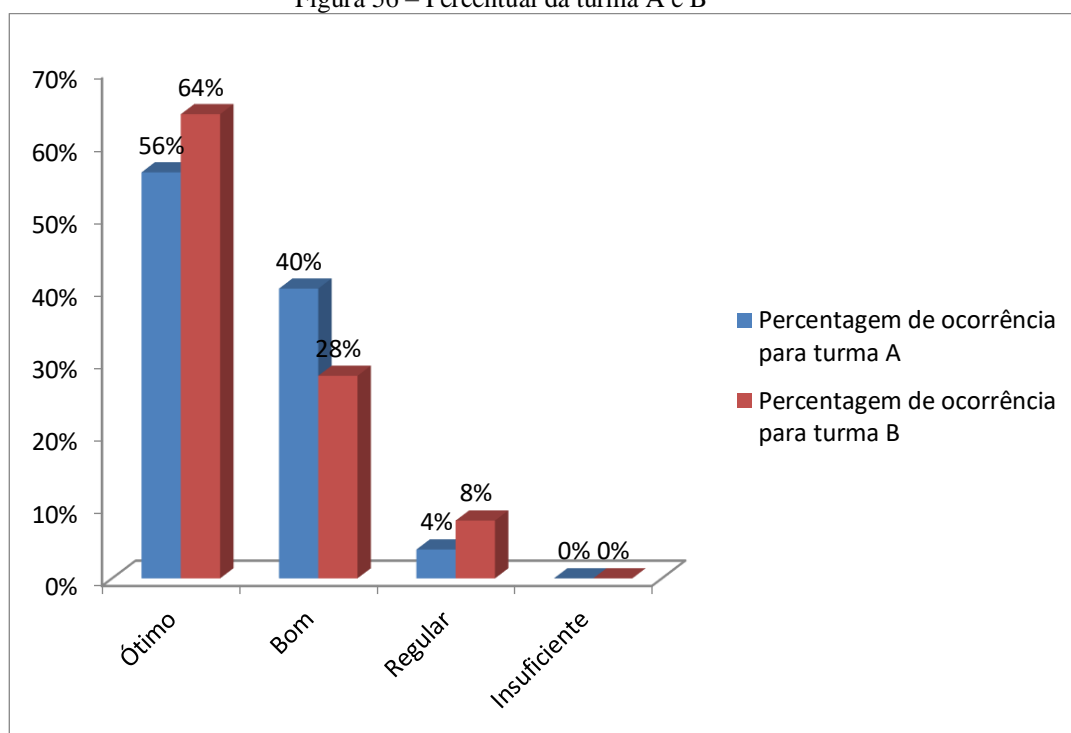


Fonte: Auto (2019)

Com os dados acima conclui-se que mais de 90% do pesquisados julgam a oportunidade de refazer as questões após o debate coletivo como ótimo ou boa. Assim concluímos ser um excelente recurso didático oportunizar aos alunos tal mecanismo de ensino.

A pergunta 4 refere-se exclusivamente aos recursos digitais presentes na metodologia, ou seja, como os discentes julgam o favorecimento de sua aprendizagem a respeito de conceitos físicos pela inserção desses recursos no ensino. Pelos dados extraídos das duas turmas foi construída o gráfico abaixo.

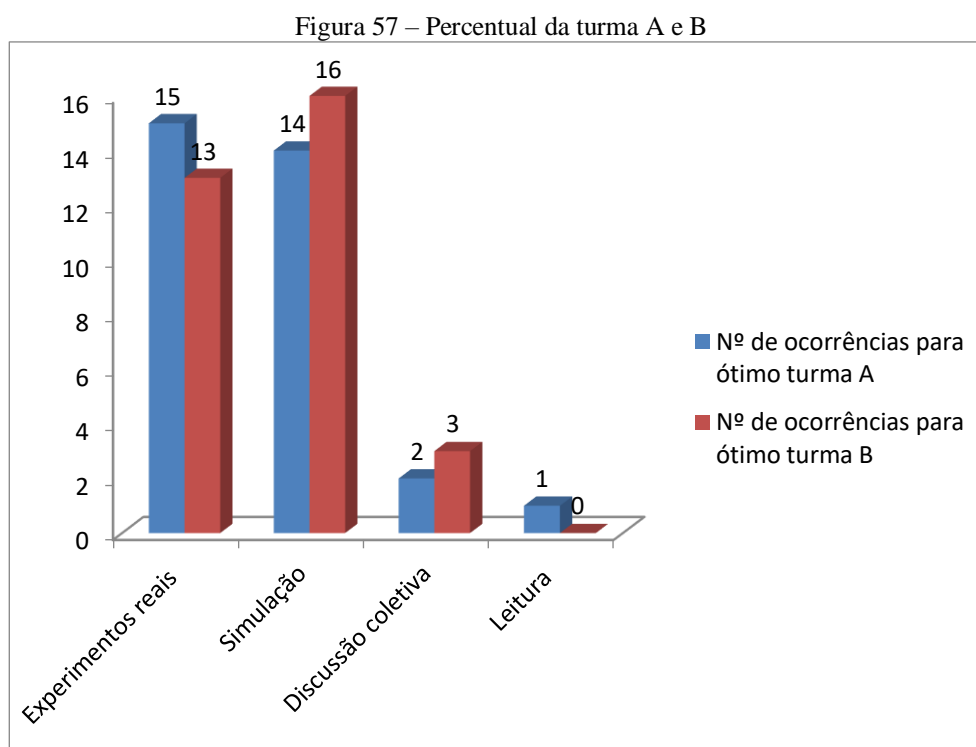
Figura 56 – Percentual da turma A e B



Fonte: Autor (2019)

Os resultados acima seguem o mesmo sentido dos mencionados para a pergunta 3, ou seja, mais de 90% dos entrevistados concordam que uso de ferramentas digitais auxiliaram de alguma maneira o seu aprendizado sobre conceitos da cinemática e da dinâmica. Julgamos que além do uso de simuladores, a utilização do celular no experimento real foi também relevante para tais resultados.

A pergunta 5 tinha como meta extrair do corpo discente seu grau de satisfação com os quatro recursos didático-pedagógicos utilizados no projeto. O gráfico a seguir exhibe os dados quantitativos para ambas as turmas focando-se, no entanto, apenas na citação do ótimo.



Fonte: Autor (2019)

Com base nos dados apresentados no gráfico acima percebe-se que os experimentos reais e virtuais são os mais cogitados no conjunto das duas turmas. Isso de alguma forma é de se esperar, pois tais recursos colocam os discentes em uma situação mais ativa e interativa no processo em comparação com as outras duas. Observamos pela análise da pergunta 3 que os resultados foram positivos para a reavaliação coletiva, assim parecermos que a leitura como um recurso potencial ainda não é enxergada por nossos alunos como elemento imprescindível no processo de sua aprendizagem.

A pergunta 6 refere-se aos recursos utilizados nas etapas didáticas, ou seja, a toda a metodologia. Cerca de 68% da turma A classificou a sequência didática como ótima e 32% com boa, não havendo assim relatos para regular ou insuficiente. Já para a turma B 88% a classificou com ótima e 12% como boa, não existindo também para essa classe relatos para regular ou insuficiente. Dessa forma nota-se que a maioria do corpo discente aprovou as divisões didáticas da sequência e a dinâmica dessas etapas.

A pergunta 7 tinha o intuito de constatar a recepcidade dos estudantes quanto a abordagem do conteúdo com foco memorístico ou não na Física. Ambas as turmas apresentaram um resultado de 100% para a alternativa que correspondia à ênfase não memorística no ensino

da disciplina. Tal resultado evidencia que a prática educativa presente no projeto concebe o alunado como agente ativo no processo de ensino aprendizagem.

A última questão que também envolvia uma determinada escolha e que contemplava o caráter motivacional da sequência didática apresentou o mesmo resultado da pergunta anterior, ou seja, 100% de satisfação do público alvo da pesquisa em relação a tal aspecto. Assim julgamos que a sequência didática cumpriu com os objetivos almejados na pesquisa.

Para as duas últimas perguntas presente no questionário, que pedia relatos acerca do conhecimento científico e de como o projeto tinha ajudado na compreensão de conceitos físicos, preferiu-se ilustrar as próprias palavras dos pesquisados. Seguem algumas delas:

Figura 58 – Relato 1

9) Descreva um breve relato de como o projeto contribui para o seu aprendizado de conceitos da cinemática e da dinâmica.

através do mapa conceitual, eu pude compreender muito mais os assuntos.

Fonte: Autor (2019)

Figura 59 – Relato 2

9) Descreva um breve relato de como o projeto contribui para o seu aprendizado de conceitos da cinemática e da dinâmica.

Contribuiu bastante a compreender as teorias e as experiências feitas durante os encontros e despertou-me o interesse em aprender a física.

Fonte: Autor (2019)

Figura 60 – Relato 3

9) Descreva um breve relato de como o projeto contribui para o seu aprendizado de conceitos da cinemática e da dinâmica.

COM O PROJETO, EU PUDE COMPREENDER MELHOR OS CONCEITOS GRAÇAS À ESSE METODO QUE JUNTOU A LEITURA, SIMULAÇÕES, ETC.

Fonte: Autor (2019)

Figura 61 – Relato 4

4) Me ajuda com a explicação do professor e pelos seus simuladores, que facilitou a compreensão

Fonte: Autor (2019)

Figura 62 – Relato 5

10) Descreve algo acerca do conhecimento científico.

O conhecimento científico é algo provisório, que pode sempre estar mudando.

Fonte: Autor (2019)

Figura 63 – Relato 6

10) Descreve algo acerca do conhecimento científico.

O conhecimento científico é adquirida através de experimentos, mas mesmo se a teoria tiver certa da é provisória.

Fonte: Autor (2019)

Figura 64 – Relato 7

10) Descreve algo acerca do conhecimento científico.

O conhecimento científico tem experiências mais não é permanente, sempre estará em constante mudança.

Fonte: Autor (2019)

Figura 65 – Relato 8

10) Descreve algo acerca do conhecimento científico.

O conhecimento científico é melhor que o conhecimento religioso e filosófico, porém, também é limitado. Todo o conhecimento um dia pode mudar, pois podem vir novas coisas, elementos, experimentos e etc.

Fonte: Autor (2019)

Com esses relatos acreditamos que o projeto atingiu seu objetivo visto que praticamente todos reconheceram o conhecimento científico como um tipo de conhecimento dotado de certas exigências e rigor, porém, passível de retificação. Nota-se também muitos alunos citando os recursos tecnológicos como ferramenta que o auxiliou em aprendizado de conceitos da Física, nesse caso da dinâmica e da cinemática. Nota-se também alunos se referindo à leitura e ao mapa conceitual como instrumentos valiosos para compreensão dos conteúdos estudados. Assim reforçamos que os objetivos da pesquisa foram alcançados.

Enfim, pelo exposto nesse capítulo, acreditamos ter gerado um produto educacional potencial para obtenção de aprendizagem significativa ao conceber o aluno como protagonista

na ação educativa, assumindo que o mesmo não é uma tábua rasa que simplesmente reflete as informações que lhe são fornecidas, mas um ser cognitivo que constrói e reconstrói constantemente o seu conhecimento.

CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino da Física tem recebido por muitos anos inúmeras críticas, sobretudo, pela maioria das abordagens didáticas nessa disciplina enfatizarem o caráter memorístico da utilização de fórmulas e aplicação de exercícios repetitivos que, muitas vezes, são desconexos da realidade do estudante. Assim a prática investigativa dessa ciência permaneceu em segundo plano, bem como a utilização de atividades experimentais, fruto de um ensino propedêutico e tradicional que geralmente concebe o corpo discente como agente passivo no processo educativo.

Com intuito de trilhar por uma perspectiva que considera o aprendiz um agente ativo no processo de ensino e aprendizagem o referido trabalho centrou-se numa abordagem didático-pedagógica investigativa. Para tanto o projeto ancorou-se no ensino por investigação na ótica de Jorde (2009) *apud* Carvalho (2017). Nessa visão de ensino com ênfase na investigação a prática educativa deve passar por quatro etapas independentes, ou seja, os alunos são inseridos nas seguintes atividades: “a) atividades de aprendizagens baseadas em problemas autênticos; b) experimentos e atividades práticas, incluído a busca de informações; c) atividades autorreguladas, isto é, que priorizam a autonomia dos alunos; e d) comunicação e argumentação”. Afim de contemplar essas etapas didáticas a prática investigativa foi dividida em sete seções, denominadas seções didáticas. Todas elas procuraram inserir o público alvo da pesquisa como protagonista e construtores de sua aprendizagem.

Com bases nos dados qualitativos e quantitativos extraídos durante e após a aplicação da sequência didática constatamos evidências de aprendizagem significativa, uma vez que muitos estudantes aplicavam os seus conhecimentos iniciais em diversas situações, refinando esses saberes e gerando novos. Como exemplos, citamos a aplicação satisfatória da soma de vetores para o cálculo da força resultante e estimar a direção e o sentido da aceleração de um corpo e, conseqüentemente, o trajeto do mesmo. Citamos também a utilização do princípio da interdependência dos movimentos em inúmeras aplicações, constatando-se que o mesmo se tornou mais robusto pela sua aplicação em situações diversas, como nos experimentos reais e virtuais, bem como outros aprendizados por ele oportunizado (MRU, MRUV, etc.)

Também com bases nos dados qualitativos e quantitativos verificamos que as atividades em grupo, tanto nas laboratoriais quanto nas discussões coletiva, contribuíram para o aprimoramento de conceitos cinemáticos e dinâmicos pelos estudantes, sendo assim um resultado satisfatório em termos de aprendizagem na visão interacionista de Vygotsky. Segunda tal perspectiva não há construção de conhecimento se o sujeito não agir de forma efetiva com

objeto de conhecimento, ou seja, se não agir sobre a informação e fornecer um significado próprio a mesma, desde carregue as características “aceitáveis” que foram estabelecidas culturalmente sobre o objeto de conhecimento. Assim o projeto incentivou diversos contatos sobre inúmeros temas, pois são diante de conflitos cognitivos que o objeto de estudo é refinado e enriquecido.

Quando fomentamos o uso de simuladores na sequência didática destacamos seu caráter interativo intrínseco, pois a maioria dos estudantes o mencionavam de alguma ou de outra maneira como recurso facilitador de sua aprendizagem. Das sete seções a qual fora dividida a sequência didática, as simulações de fenômenos físicos estavam presentes em cinco delas, dessa forma julgamos que foi proveitosa a presença desse mecanismo interativo, pois “quanto mais interativa for essa relação, maiores serão as possibilidades de enriquecer as condições de elaboração do saber” (PAIS, 2005, p. 144).

A pesquisa que tinha como meta dois objetivos principais, o primeiro aprimorar e construir conceitos cinemáticos e dinâmicos, o segundo compreender a essência do método científico e do fazer ciência, teve sua finalidade alcançada em virtude do aumento percentual de acertos no pós-teste para ambas as turmas, bem como dos relatos extraídos acerca do método científico durante a pesquisa.

Enquanto metodologia motivacional acerca de estudos de conceitos físicos o presente trabalho mostrou-se útil uma vez que a análise do questionário (apêndice D) evidenciou que a integração entre atividades experimentais (reais e virtuais) e leitura, alicerçados no enfrentamento de situações-problemas teve uma recepção satisfatória do corpo discente.

Apesar dos resultados positivos extraídos dessa pesquisa notamos algumas dificuldades, uma delas se refere justamente em manter o corpo discente alvo da pesquisa frequente em todas as etapas do processo metodológico. Em alguns encontros foi verificado a ausência de alunos, que apesar de mínima, possivelmente contribui para o aluno ausente não tenha usufruído de todos os objetivos de aprendizagem propostos.

Julgamos que seja uma dificuldade inerentes à execução do projeto devido a sua divisão em 11 aulas, porém não afeta necessariamente a aplicação do projeto, pois o aluno ausente poderá buscar as informações perdidas durante a aula, embora não seja equivalente à aula realizada junta a classe, podendo até ser irrecoverável dependendo do tipo de aula (como a interação durante um experimento) que fora ministrada.

Portanto, é necessário ter em mente que apesar de toda a riqueza didática oriunda da aplicação dessa sequência didática, como a produção de problemas atrelados a simuladores, textos auxiliares a enfrentamento de situações-problemas, experimentos reais confrontando os

virtuais, inserção dos estudantes no caminho para descobertas de conceitos físicos, a aplicação desse itinerário didático a outras turmas deverá ser executado com certa vigilância, pois a simples integração entre diversas tecnologias no ensino não implica em aprendizagem significativa. Além disso, julgamos que a aplicação isolada da seção didática 1 configura um excelente organizador prévio para o estudo de qualquer tema que envolva o domínio da soma de vetores, como o estudo da segunda Lei de Newton, da conservação do momento linear, do movimento circular, estática, dentre outros.

REFERÊNCIAS

ABI-EL-MONA, I.; ABD-EL-KHALICK, F. **Argumentative Discourse in a High School Chemistry Classroom. School Science and Mathematics.** v.106, n.8, p.349-361, 2006.

ABRANTES, Beatriz. **Cinemática: entenda tudo sobre esse tema!**. 2018. Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/2018/07/25/cinematica-entenda-tudo-sobre-esse-tema/> Acesso em 28 abr. 2019.

ALBE, V. When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, **Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socioscientific Issue.** Research in Science Education. v.38, n.1, p.67-90, 2008.

ALVES, V. F. **A inserção de atividades experimentais no ensino de física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília (2006).

ANTONIO, Marco. Força Elétrica – Lei de Coulomb. (s/d). Disponível em: discovirtual.net/fisica.com/Aulas/Eletricidade/?download=001+Força+Elétrica...pdf. Acesso em: 06 Mai 2019.

ARAGÃO, R. M. R. **Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel** [Tese de Doutorado]. Campinas: UNICAMP; 1976.

ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. **Interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino aprendizagem de Física.** 2008. Disponível em http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/midias/apoio/14_Jornada_UNIFRA_2008.pdf. Acesso 24/08/2017

ASSIS, A. A., **O computador no processo de ensino-aprendizagem: da resistência à sedução.** Belo Horizonte: UFMG (2008).

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK; J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AZEVEDO, M. C. P. S. **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: Cengage Learning. 2009. cap. 2, p. 19-33.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA A. F. (coord). **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2013**. 2014. Disponível em http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_DOM_EMP_2013_livro_eletronico.pdf , Consultado em 14/11/2017

BASTOS, J. A. S. L. A. de (Org.). **Tecnologia e interação**. Curitiba: CEFET-PR, 1998.

BATISTA, A. **Conceitos Básicos: Ponto Material**. 2013. Disponível em: <https://estudandoestatica.wordpress.com/2013/01/04/conceitos-basicos-ponto-material/> Acesso em 29 abr. 2019.

BAYERL, G. S. **O Ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: Uma reflexão histórica das políticas de educação do Brasil**. IV simpósio Nacional de ensino de ciências e tecnologia. Ponta Grossa – PR, 2014. Disponível em: <http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/ensino-de-ciencias-nos-anosiniciais/01408286963.pdf> Acesso em: 20 maio. 2017.

BEHAR, P. A. **Modelos Pedagógicos para a Educação a Distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BELLONI, M. L. **Educação a distância**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

BERBEL, A. **Guia de Informática na escola: como implantar e administrar novas tecnologias**. Alabama Editora, 1999.

BIANCHETTI, Roberto G. **Neoliberalismo e políticas educacionais**. 3º ed. São Paulo. Cortez, 2001.

BISQUOLO, Paulo Augusto. **Estática - do ponto material**. 2014. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/estatica-do-ponto-material.htm> Acesso em: 29 abr. 2019.

BONJORNO R. A; BONJORNO, J .R.; BONJORNO, V.; CLINTON, M. R. **Física fundamental**. São Paulo: FTD, 1993.

BLANCO, E.; SILVA, B. (1993). **Tecnologia Educativa em Portugal: conceito**. Origens, evolução, áreas de intervenção e investigação. Acessado a 20 de Maio, 2019 em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/521>

BRANDÃO, R. V. **Investigando a Aprendizagem do Campo Conceitual Associado à Modelagem Científica por Parte de Professores de Física do Ensino Médio**. 2008. 204 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BRASIL. **Guia de tecnologias educacionais**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, Brasília, 2008. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Avalmat/guia_de_tecnologias_educacionais.pdf>. Acesso em: 03 Out. 2017.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica, 2006

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2008.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Conselho Nacional de Educação e Câmara de Educação Básica. Resolução n. 7, 7 abr. 2010.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. **Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental**. Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências, 18(1), 123-146. <http://dx.doi.org/10.1590/198321172016180107>. Acesso em 03 de Maio de 2019.

BULEGON, M. A. **Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa**. 2011. Tese (Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011

BUNGE, M. **Teoria e Realidade**. São Paulo: Perspectiva. 1974.

BUZZI, A, R. **Introdução ao pensar: o ser, o conhecimento, a linguagem**. 36ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2012.

CARVALHO, A.M.P. (ORG). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

CARVALHO, A.; M.P. SASSERON, L.E. **Abordagens histórico-filosóficas em sala de aula: questões e propostas**. In: CARVALHO, A. M. P.(Org). Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 146 p.

CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede**. A Era da Informação: economia, sociedade e cultura, v.1. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTRO, C. M. **Educação brasileira: consertos e remendos**. Rio de Janeiro: Rocco, 1994.

CAVALCANTI, F. **O uso das simulações computacionais no ensino da Física**. Revista brasileira de ensino de física, v. 28, n.4, 2006, disponível em <http://www.cet.ucs.br/eventos/outros/egem/cientificos/cc13.pdf>. Acesso em 11 jun. 2019.

COELHO, L. PISONI, S. **Vygotsky: sua teoria e a influência na educação**. Rev. e-Ped. V. 2, n. 1, 2012.

COUTO, F.P. **Atividades experimentais em aulas de Física: repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem**. 2009, Dissertação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CORTELLA, M. S. DIMENSTEIN, G. **A era da curadoria: O que importa é saber o que importa!** São Paulo: Papirus 7 Mares, 2015.

CORTELAZZO, I. B. C. **Recursos tecnológicos na educação**. Curitiba: EADCON, 2009

CRAIG, J. J. **Robótica**. 3. Ed. São Paulo: Pearson, 2012.

CRUZ, C. C. **A teoria cognitivista de Ausubel**. Disponível em: http://www.robertexto.com/archivo3/a_teorias_ausubel.htm. Acesso em: 5/6/2019

CYSNEIROS, P. G. **Interação, tecnologias e Educação**. Recife, PE: Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

DISTLER, R. R. **Contribuições de David Ausubel para a Intervenção Psicopedagógica**. Rev. Psicopedagogia, v. 32, n. 98, p. 191-199, 2015.

DORNELES, P. F. T. **Integração entre atividades computacionais E experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. Tese. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre, 2010.

FERNANDES, E. **David Ausubel e a Aprendizagem Significativa**. Rev. Escol. Abril, 2014

FINKELSTEIN, N. D.; ADAMS, W. K.; KELLER, C. J.; KOHL, P. B.; PERKINS, K. K.; PODOLEFSKY, N. S.; REID, S. **When learning about the real world is better done virtually**: a study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, College Park, v.1, n.1, 010103 8p., July/Dec. 2005.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.

FINO, N.C. **Investigação e Inovação (em educação)**. Funchal: IV Colóquio CIE-UMa, 2011.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas, SP: Autores Associados, 2006, p.1-56.

FREDERICO, F.T e D.E. GIANOTTO, D. E. **Diálogos & Saberes**, Mandaguari 9, 39 (2013).

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. 3ed. São Paulo: Ática, 2016.

GASPAR, A. **Experiência no ensino da física**, 4ed. Ática, 1996, 232p.

GESSER, V. **Novas tecnologias e educação superior**: Avanços, desdobramentos, Implicações e Limites para a qualidade da aprendizagem. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, n. 16, p. 23-31, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GILBERT, J. K. **Visualization: A metacognitive Skill in Science and Science Education**, , in Gilbert, J.K. (ed), *Visualization in Science Education*, Netherlands: Springer, 09-27, 2005.

GONÇALVES, Carlos Alberto.; MEIRELLES, Anthero de Moraes. **Projeto e Relatório de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J, R.; CARRON, W. **Física** 1.1ed. São Paulo: Ática 2013

HALLIDAY, David.; RESNICK, Robert. **Física I**. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

HALLYDAY, D. **1916-2010 Fundamentos de física, volume 1** : mecânica. tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. Rio de Janeiro : LTC, 2016.

HELERBROCK, R. **Conceitos fundamentais da Cinemática Escalar**. 2018. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/cinetica-escalar.htm> Acesso em: 28 abr. 2019

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 7. Ed. São Paulo: Cortez, 2010.

JENSEN, J. F. **Interactivity: Tracing a new concept in media and communication studies**. Nordicom Review. (19) 185–204, 1998.

JÚNIOR, Joab Silas Da Silva. **"O que é aceleração?"**; Brasil Escola. 2019. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-aceleracao.htm>. Acesso em: 03 de mai. 2019.

JUNIOR, Joab Silas da Silva. **Lançamento oblíquo** - Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/lancamento-obliquo.htm>>. Acesso em: 07 Mai 2019.

KAWAMURA, M.R.D. ; HOSOUME, Y. **A contribuição da Física para um novo Ensino Médio, Física na Escola**, São Paulo, v. 4, n.2. 2003. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a09.pdf>. Acesso em 08 set. 2019.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papirus, 2007.

LAHERA, J ; FORTALEZA, A. **Ciências físicas nos ensinos fundamental e médio: modelos e exemplos**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica: Técnicas de pesquisa**. 7º ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

LEMOS, A. **Cirbecultura, tecnologia e vida social na cultura contemporânea**. Porto alegre: Sulina, 2002.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência**. O futuro do pensamento na era da informática. 2. ed. Rio de Janeiro : Editora 34, 1993.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 1. ed. São Paulo: Editora 34, 1999.

LUZ, A. M. R. ALVARES, B. A. GUIMARÃES, C. C. **Física: Contexto e Aplicações**. 2ed. São Paulo: Scipione, 2016.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, p. 562-613, ago. 2012. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21757941.2012v29nesp1p562/22936>. Acesso em: 20 jan. 2019.

MARINHO, S. P. (1998). **Educação na era da informação: os desafios na incorporação do computador na escola**. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisas**. São Paulo: Atlas, 2006.

MATTAR, J. **Web 2.0 e redes sociais na educação**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2013

MATUI, J. **Construtivismo: Teoria Construtivista Sócio-Histórica Aplicada ao Ensino**. São Paulo: Moderna, 1995.

MCDERMOTT, L.C. **Guest Comment: How we teach and how students learn— A mismatch?**. American Journal of Physics vol. 61, no 4, p. 245,1993.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. (2002) **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.24, n.2, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S180611172002000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 16 agos. 2017.

MEIRIEU, P. **Aprender ... Sim, mas como?** Porto Alegre: Artmed, 1998.

MELLO, G. N. **Transposição didática, interdisciplinaridade e contextualização**. 2012. Disponível em: <http://www.namodemello.com.br/pdf/escritos/outros/contextinterdisc.pdf> A acesso em 20 jul, 2015.

MIQUELIN, A, F. **Contribuições dos Meios Tecnológicos Comunicativos Para o Ensino de Física na Escola Básica**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MIRANDA, A. L. **Da natureza da tecnologia: uma análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna.** 2002 pp. 161 (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Tecnologia do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR)

MONTEIRO, M. M. **Inércia e Natureza da Ciência no Ensino de Física.** 2014. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. **Uma análise das interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental.** Investigações em Ensino de Ciências, v.9, n.3, 2004, p.243-263. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/?go=artigos&idEdicao=30>>. Acesso em: 14 de set. 2017

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. **Uma análise das interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental.** Investigações em Ensino de Ciências, v.9, n.3, 2004, p.243-263. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/?go=artigos&idEdicao=30>>. Acesso em: 18 de ago.2018

MONTEIRO, M. A. A.; SANTOS, D. A.; TEIXEIRA, O. P. B. (2007). **Caracterizando a autoria no discurso em sala de aula.** Investigações em Ensino de Ciências, v.12, n.2, 2007, p.205-225. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID198/v12_n2_a2007](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID198/v12_n2_a2007.pdf)>.pdf.>. Acesso em: 14 de ago. 2018.

MORAN, J. M. (1995). **Novas tecnologias e o re-encantamento do mundo.** [online]. Tecnologia Educacional, v.23, n.126. p. 24-26. set.out. Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacao/novtec.pdf. Acesso em: 08 jun. 2019.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (Ed.). **Novas tecnologias e mediações pedagógicas.** 13. ed. São Paulo: Papirus, 2007.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarciso. & BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 7 ed. Campinas, SP: Papirus, 2003. Corrigir no texto

MOREIRA, A. C. S. **Uma visão vygotskyana das atividades experimentais de Física publicadas em revistas de ensino de Ciências.** 2011, Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências), Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2011.

MOREIRA, M, A. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas**. 2012. Acesso em http://www.profjudes.unir.br/uploads/444444444/arquivos/TAS_1518397339.pdf 30/08/2018

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

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU; 1999

MOREIRA, M. A., **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: Mapas Conceituais, Diagrama V e Organizadores prévios**. 6º Ed. Porto Alegre, 2009. Link: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios3.pdf>, acessado 15 de Junho de 2017.

MORIN, E. **A religião dos saberes: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. *Práxis Educativa*, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistema, organização e métodos: uma abordagem gerencial** / Djalma de Pinho Rebouças de Oliveira. – 20. ed. – São Paulo: Atlas, 2011.

PACHECO, D. **Trabalho, educação e tecnologia**. Manaus: Cefet/BK, 2008.

PAIS, L. C. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

PASQUALETTO, Terrimar Ignácio; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. **Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [s.l.], v. 17, n. 2, p.551-577, 31 ago. 2017. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educacao em Ciencia*.

PASSARELLI, B. **Interfaces digitais na educação: @lucin[ações]consentidas**. São Paulo: Escola do futuro da USP, 2007.

PCN – CNM, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 03 de jul. 2018.

PCN -**Bases Legais**, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2019.

PELLIZZARI, A. et al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo ausubel**. Revista Psicologia Educação Cultura, v. 2, n. 1, p.37-42, 2002.

PERRENOLD, P. **Des novas competências para ensinar: convite à viagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PERRENOUD, P. **10 Novas competências para ensinar** . Porto Alegre: Artmed, 2000.

PERRENOUD, P; et al. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PIAGET, J. **Aprendizagem e conhecimento**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 2001.

POZO, J. I. CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009

PRESTES, Z. R. **Quando não é quase a mesma coisa** - Análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil - Repercussões no campo educacional. Orientador: Elizabeth Tunes. 2010, 337 folhas. Tese (de Doutorado em Educação) faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano.; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]** : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico . – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale,2013.

PRESTES, Z.;TUNES, E., NASCIMENTO, R. **Lev Semionovitch Vigotski: Um Estudo da Vida e da Obra do Criador da Psicologia Histórico-Cultural**. In. Ensino desenvolvimental: vida pensamento e obra dos principais representantes russos/ Uberlândia: EDUFU, 2013.

RAFAELA, Agnes. **Referencial, movimento, espaço e repouso**. 2016 Disponível em: <https://www.estudopratico.com.br/referencial-movimento-espaco-e-repouso/> Acesso em: 29 abr. 2019.

RAMALHO, J.F. **1940: Os Fundamentos da física**. 9.ed. São Paulo: Moderna, 2007.

REZENDE, F. **As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 1, mar. 2002. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/13/45>. Acesso em: 12 agosto 2018.

RIBAS, A. S. **Telefone Celular Como Um Recurso Didático: Possibilidades Para Mediar Práticas do Ensino de Física**. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

RIBEIRO, Angela A. simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. Quim. Nova, Canoas - Rs, v. 26, n. 4, p.542-549, 14 nov. 2002.

RICARDO, E.C. **Implementação dos PCN em sala de aula: dificuldades e possibilidades**, A Física na Escola, São Paulo, v.4, n. 1, 2003. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/292148821_Implementacao_dos_PCN_em_Sala_de_Aula_dificuldades_e_possibilidades acesso em 02/04/2018.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROEGIERS, Xavier. **Aprendizagem integrada: situações do cotidiano escolar**. tradução Jeni Wolff. - Porto Alegre : Artmed, 2006. 272 p

RONEN, M.; ELIAHU, E. **Simulation - a bridge between theory and reality: the case of electric circuits**. Journal of Computer Assisted Learning, Oxford, v. 16, n. 1, p. 14- 26, Mar. 2000.

ROSA, C. W. ;ROSA, A.B. **O Ensino de ciências (FÍSICA) no Brasil: da historia às novas orientações educacionais**. Revista Iberoamericana de Educación. N. 58, v. 2, 2012.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**. Trad.: Rosaura Eichemberg. São Paulo: Cia. das Letras, 1996.

SANTOS, A. V.; SANTOS, S. R.; FRAGA, L. M. **Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 185-195, jun. 2002.

SANTOS, J. N. S.; SILVA, R. T. **Animação interativa como organizador prévio**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. Atas do ... Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 2333-2342. 1 CD-ROM.

SANTOS, R. **TIC`s uma tendência no ensino da matemática, 2006**. Disponível em <HTTP:// WWW.meu artigo.brasilecola.com/educação/tics. htm >. Acesso em 03/05/2018.

SASSERON, L, H. **Alfabetização Científica**, Ensino Por Investigação E Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (belo Horizonte), [s.l.], v. 17, n. , p.49-67, nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acesso em 23/04/2018.

SERÉ, M.G. Coelho, S.M. Nunes, A.D. Cad. Bras. Ens. Fís. 20, 1 (2003).

SCLIAR, M. **Judaísmo**, dispersão e unidade. São Paulo: Ática; 1994.

SIERRA, Maria Angela Bassan; Barroco, Sonia Mari Shima. **Contribuições de Vigotski para a educação especial nas áreas da surdez, cegueira e surdocegueira**. Disponível em: http://www.abrapee.psc.br/documentos/cd_ix_conpe/IXCONPE_arquivos/TrabalhosIXCONPE. Acesso em 21 mar. 2019.

SILVA, Idilene Rodrigues, SILVA, Rosimary de Arruda: **As Tecnologias E Suas Contribuições Na Educação**, 2012. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/as-tecnologias-e-suascontribuicoesna-educacao/66953/>. Acessado em: 08 mar. 2019.

SILVA, MARCO. **Sala de aula interativa**. 3ed. Rio de Janeiro: Quartet, 2002.

SILVA. M. **Sala de aula interativa a educação presencial e à distância em sintonia com a era digital e com a cidadania**. 2001. Disponível em: <http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/80725539872289892038323523789435604834.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2019.

SILVA. A. L. S. da. **Teoria de Aprendizagem de Vygotski**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/pedagogia/teoria-de-aprendizagem-de-vygotsky/>. Acesso em 18 de março de 2019.

SÓ FÍSICA. **Velocidade Instantânea**. 2019. Disponível em: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Cinematica/velocidade2.php>. Acesso em: 07 Mai. 2019

SOARES, A. R. **Sobre a PhET**. 2013. Disponível em: http://phet.colorado.edu/pt_BR/about. Acesso em: 12 Ago. 2018.

SOMBRA JÚNIOR, José Maria. **Novas Abordagens Para O Ensino De Física No Ensino Médio: Construção De Projetos Experimentais Com Materiais De Baixo Custo**. Mossoró-RN: UFERSA, 2015.

TAVARES, R. **Aprendizagem Significativa e o Ensino de Ciências**. Ciências & Cognição, v. 13, p. 94-100, mar. 2008.

TOFFLER, Alvin. **Criando uma nova civilização: A política da terceira onda**. Rio de Janeiro: Record, 1995.

TRIGO, Thiago. **Movimento Retilíneo Uniformemente Variado**. 2018. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/movimento-retilineo-uniformemente-variado/> Acesso em: 03 maio 2019.

VAILLANT, Denise. **Ensinando a ensinar: as quatro etapas de uma aprendizagem**. 1. ed. Curitiba: UTFPR, 2012.

VALENTE, J. A. (org.). **Computadores e conhecimento: repensando a Educação**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 2ª edição, 1998.

VEEN, W.; VRAKING, B. **Homo zappiens: educando na era digital**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VEIT, E. A. TEODORO, V. D. **Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os novos Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, junho, 2002.

VIEIRA, F.M. S. **A Utilização das Novas Tecnologias na Educação numa Perspectiva Construtivista**. 22ª Superintendência Regional de Ensino de Montes Claros - Núcleo de Tecnologia Educacional – MG7 – ProInfo – MEC. 2009. Disponível em: <<http://www.proinfo.mec.gov.br/upload/biblioteca/191.pdf>>. Acesso em: 26 ago 2018.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VILAÇA, F. N. **Revisão Bibliográfica: a experimentação no ensino de Física**. Universidade Federal São João Del Rey, São João Del Rey, 2012.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984

YAMAZAKI, S. C. **Teoria de Aprendizagem de David Ausubel**. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2008.

YAMAMOTO, K. FUKE, L, F. **Física para o ensino médio**. 4ed. São Paulo: Saraiva, 2016

WILEY, D. A. **Connecting learning objects to instructional design theory**: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*, 2000. Disponível em <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>, consultado em 25 de Abril de 2018.

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

ZACHARIA, Z. C. ANDERSON, O.R. *Am. J. Phys* 71, 6 (2003).

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL

Desde que ingressou na carreira do magistério no ano de 2013 pela secretaria de estado da educação de Rondônia através de concurso público que o professor da referida dissertação se defrontou com os desafios presentes quando se pretende ensinar física no ensino médio. Entre inúmeros fatores, cita-se a falta de bagagem de conhecimentos básicos de aritmética do ensino fundamental, a falta de entusiasmos dos estudantes acerca do tema que envolvia alguma dose de abstração, a visão memorística da Física que muitos alunos traziam do ensino fundamental, como músicas decoradas para fórmulas da cinemática, etc.

Em virtude dessas condições adversas presentes no processo de ensino e aprendizagem em aulas do ensino médio, o professor ancorou nesses últimos anos as simulações computacionais como recurso complementar em suas aulas. Sem dúvida, tais recursos põem as aulas de Física numa perspectiva mais dinâmica e atrativa.

Segundo Monteiro (2014) na maioria dos livros didáticos os conceitos tratados na dinâmica, através das Leis de Newton, parecem não ter ligação alguma com os temas tratados na cinemática. Ainda destaca que os conteúdos dentro da própria cinemática são abordados numa estrutura separada.

Somado todo esse contexto à falta de experimentos presentes na maioria das abordagens dessa disciplina, que estão norteadas basicamente no ensino propedêutico e tradicional, nasceu o referido trabalho. Baseado numa integração entre atividades experimentais (reais e virtuais), leitura e discussão coletiva acerca de conceitos da cinemática e da dinâmica com suas respectivas relações, o referido projeto foi ancorado na ótica investigativa de Jorde (2009) *apud* Carvalho (2017).

Nessa perspectiva de ensino por investigação as atividades devem proporcionar ao aluno oportunidades como: a) “atividades de aprendizagens baseadas em problemas autênticos; b) experimentações e atividades práticas, incluído a busca de informações; c) atividades autorreguladas, isto é, que priorizam a autonomia dos alunos; e d) comunicação e argumentação”.

Por envolver os estudantes em atividades grupais e discussões coletivas o projeto didático recorreu a teoria de aprendizagem interacionista de Lev Vygotsky. E por utilizar os conhecimentos prévios dos estudantes e organizadores prévios como instrumento didático também foi incorporada como referencial teórico a teoria da aprendizagem significativa de

David Ausubel. O referencial teórico sintetizado referente aos conteúdos abordados no trabalho encontra-se no apêndice F.

Com esse mecanismo didático traçado a pesquisa da dissertação opiou-se nos seguintes objetivos:

OBJETIVOS GERAIS:

- Fomentar o apreço pela disciplina, compreender a dinâmica do trabalho científico, sobretudo da Física, e visualizar sua aplicação nos mais variados segmentos sociais.
- Oportunizar que o corpo discente compreenda a relação inerente das Leis de Newton com as causas dos tipos de movimento presente na cinemática e relacione vários conceitos cinemáticos entre si.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender conceitos cinemáticos como repouso, referencial, como velocidade média e instantânea, aceleração, Princípio da Interdependência de Galileu, algumas simetrias cinemáticas do lançamento oblíquo, como ângulo de alcance máximo, alcance para ângulos complementares, tempo de voo, relação entre altura e tempo de voo, dentre outros.
- Compreender o conceito de força de campo e de contato, bem como as características da força peso.
- Compreender em diversas perspectivas as duas primeiras leis de Newton e correlacioná-las com conceitos cinemáticos.

Com intuito de alcançar tais metas a prática educativa foi dividida em sete etapas, denominada seções didáticas. Segue assim a estrutura dos sete segmentos de aula proposta na dissertação, bem como os objetivos da pesquisa. Destacando que a sequência didática poderá ser adaptada por outro professor que queira aplicar o produto em outra ocasião e com outros objetivos.

ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 1

Nº DE AULAS: 1 aula/50min

CONTEÚDOS TRABALHADOS

Soma de vetores

OBJETIVOS ALMEJADOS

Que os discentes compreendam a noção de vetor e sua propriedade de equipolência, bem como dominem a soma geométrica de vetores para aplicação futura.

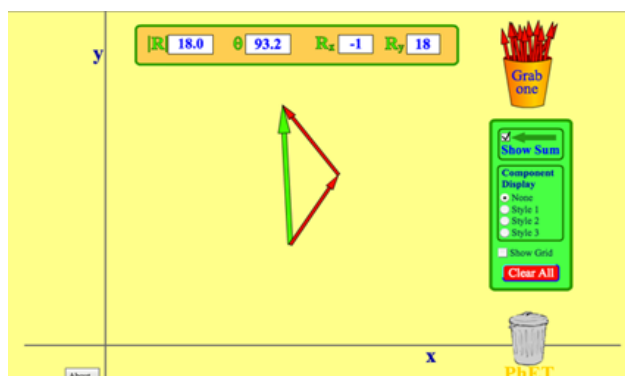
JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

A aula busca inserir o corpo discente numa posição mais ativa no processo educativo, pois “em igualdade de condições, uma atividade é preferível à outra quando atribui ao aluno um papel ativo em sua realização” (RATHS 1973 *apud* LARERA & FORRALEZA, 2006, p 44). Para tanto o professor oportunizará através da mediação que o corpo discente interaja com o objeto de conhecimento de forma a facilitar a sua assimilação. Segundo Matui (1995, p.187), “a aprendizagem é sempre mediada”.

Em termos de favorecimento de aprendizagem significativa tal seção didática se mostra frutífera uma vez que a utilização de uma simulação antes de um determinado conteúdo constitui um organizador prévio (MOREIRA, 2012), contribuindo assim para que ocorra aprendizagem significativa.

RECURSO DIDÁTICO

Figura 1-Simulador de adição de vetores



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

Trata-se de um simulador, intitulado *PhET Interactive Simulations*, oferecido pela University of Colorado Boulder(Universidade do Colorado) de forma gratuita e presente em https://phet.colorado.edu/sims/vector-addition/vector-addition_pt_BR.html. Sua característica básica é fornecer o vetor soma, bem como o valor de seu módulo para uma adição razoável de vetores.

PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Através do simulador mencionado, o professor gerenciou a metodologia que consistia em proporcionar que os discentes através da propriedade de equipolência do vetor, somasse pelo menos 3 a 4 vetores de forma diversificada. Favorecendo ainda que os mesmos percebam que a essência (módulo, direção e sentido) do vetor soma permanece a mesma para o conjunto de vetores adicionados. Também foi incentivado que a turma enfrentasse algumas questões (pertinentes ao assunto), como uma adição de três vetores quaisquer, em pequenos grupos, pois,

“É preciso que os estudantes tenham oportunidades de compartilhar suas ideias com seus pares, tanto em pequenos grupos, quanto com a sociedade em sala de aula. Pequenos grupos proporcionam oportunidades para os alunos explicarem e defenderem seus pontos de vista, o que estimula a aprendizagem “(CARVALHO, 2014, p. 25).

Após isso preferimos aplicar uma pequena avaliação (apêndice C) que contemplava as características conceituais de um vetor e a soma geométrica do mesmo, com uma das questões envolvendo o vetor oposto.

ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 2

Nº DE AULAS: 1 aula/50min

CONTEÚDOS TRABALHADOS

Princípio da Interdependência de Galilleu (PIG), MRU, MRUV e força peso.

OBJETIVOS ALMEJADOS

Oportunizar um contato interativo com os conteúdos trabalhados bem como servir de base para a próxima aula, onde os estudantes terão a oportunidade de comparar o fenômeno real com o virtual.

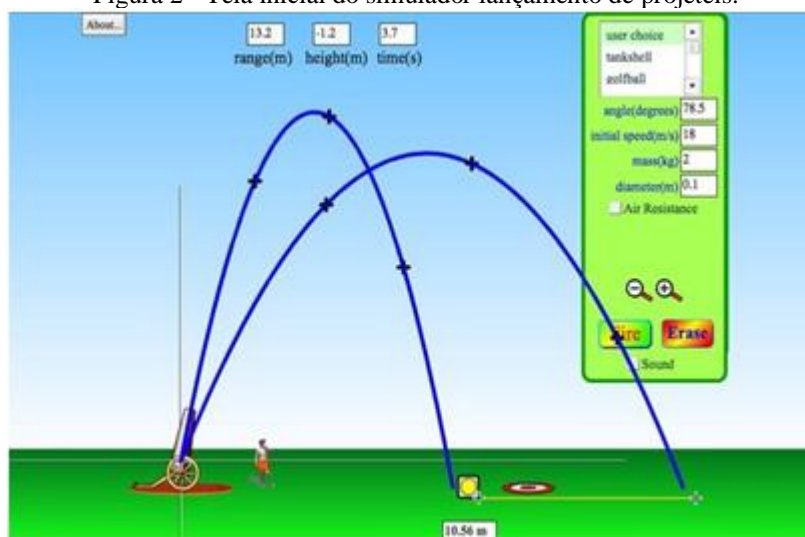
JUSTIFICATIVA PARA ATIVIDADE

Conforme Veite & Teodoro (2002) a Física trabalha mais com representação do que explicação de fenômenos. A utilização de simuladores no processo de ensino aprendizagem em Física tem sido apontado como recurso complementar potencial, devido sobretudo a oportunizar uma interação mais eficaz com o objeto de estudo e por ilustrar de forma dinâmica o fenômeno em estudo. No entanto, quando se aplica esse tipo de recurso no processo didático é necessário ter uma certa vigilância,

Se estas complementações não forem realizadas não existe garantia de que o aprendizado ocorra e de que o conhecimento possa ser aplicado à vida real. Além disto, pode levar o aprendiz a formar uma visão distorcida a respeito do mundo; por exemplo, ser levado a pensar que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma maneira que nos programas de simulação. Portanto, é necessário criar condições para o aprendiz fazer a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real. Esta transição não ocorre automaticamente e, portanto, deve ser trabalhada (VALENTE, 1995, p.12).

RECURSO DIDÁTICO

Figura 2 - Tela inicial do simulador lançamento de projéteis.



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

Pertence também ao grupo PhET o referido software oferece ao usuário a oportunidade de visualizar muitas características acerca de lançamentos na Física. Focando-se no lançamento horizontal, o mesmo consegue ilustrar o mesmo tempo de queda para corpos lançados de uma determinada altura e com velocidades iniciais diferentes.

PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Em virtude de se tratar de um segundo contato com o PIG, a prática educativa iniciou-se com as seguintes questões.

- a) No lançamento horizontal qual o mecanismo para encontrar o alcance e o tempo de queda?
- b) O que você entende por movimentos independentes?

Diante dos resultados não tão satisfatórios do corpo discente acerca dessas perguntas, (o que de alguma forma era esperado uma vez que a primeira abordagem foi superficial com ênfase na exposição e aplicações em alguns exercícios sem explicitar a relação entre altura, tempo e velocidade presente nesse tipo de lançamento) evidenciamos que apenas um contato com o objeto de conhecimento é insuficiente para a sua efetiva assimilação.

Assim o professor propôs que cada aluno diante do simulador realizassem o seguinte procedimento:

c) Fixe certa altura e lance com diferentes velocidades e observe o que acontece com o tempo de queda. Qual conclusão você chega?

d) Agora da mesma altura aponte o canhão na vertical e pra baixo e lance com velocidade zero. Note que isso equivale a soltar o objeto com velocidade também nula. Observe e tire suas conclusões.

Posteriormente o docente mediou uma discussão acerca do fenômeno. Na discussão descreveu as características da força peso, as causas do MRU e do MRUV presentes no simulador. A pretensão era ocasionar que os discentes contemplassem os conceitos físicos tanto pela exposição dos colegas (respostas às perguntas do docente durante a aula) quanto do professor.

Posteriormente a essa dinâmica de aula foi proposto as seguintes questões

e) Após a explicação do professor acerca do fenômeno, relate com suas próprias palavras o princípio utilizado argumentando os tipos de movimento envolvidos e suas possíveis causas.

f) Até esse momento o que você entende por força peso?

g) E por MRU e MRUV?

Após o recolhimento dessas respostas foi providenciado a formação de grupo de até 4 alunos para uma livre discussão acerca de todo o conteúdo, sendo que no final dessa dinâmica cada discente poderia refazer suas respostas.

ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 3

Nº DE AULAS: 1 aula/50min

CONTEÚDOS TRABALHADOS

PIG e lançamento horizontal.

OBJETIVOS ALMEJADOS

Analisar de forma real a validade do PIG presente no lançamento horizontal, compreender os aspectos inerentes a medidas físicas e que a Física trabalha mais no âmbito das representações do que das explicações.

JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

A Física é uma ciência eminentemente experimental de maneira que uma abordagem didática que omita esse aspecto a torna incompleta. Conforme Rodolpho Caniato (*apud* SOMBRA JÚNIOR, 2015, p. 6.) “Estudar Física sem ser através da experiência é como fazer curso de natação por correspondência”.

De acordo com Couto (2009) as atividades práticas realizadas em sala de aula constituem uma forma de contextualizar o conteúdo, bem como reestruturar os conceitos presentes na teoria. No âmbito investigativo tal recurso se mostra relevante,

“As demonstrações realizadas em sala de aula podem ser chamadas de investigativas, porque o aluno foi levado a participar da formulação de hipóteses acerca do problema proposto pelo professor e da análise dos resultados obtidos, ou seja, foi levado a encarar os trabalhos experimentais desenvolvidos em sala de aula como atividades de investigação.”(AZEVEDO, 2009 p.27).

O destaque dado por Vygotsky ao professor valoriza as atividades experimentais em sala de aula no momento em que ela é um instrumento que serve prioritariamente ao professor, agente do processo e parceiro mais capaz a ser imitado. É de responsabilidade do professor, fazer, demonstrar e destacar o que deve ser observado,

sobretudo, explicar o modelo teórico que possibilite a compreensão do que é observado e estabelecido cultural e cientificamente. (MOREIRA 2011, p. 36)

Conforme a teoria de aprendizagem construtivista de Vygotsky (1991) as atividades acadêmicas realizadas em grupo favorecem o desenvolvimento de conceitos, pois segundo essa perspectiva o conhecimento transita necessariamente das atividades interpessoais, como o diálogo entre os colegas ou com o parceiro mais capaz acerca do objeto de estudo, para as atividades intrapessoais, ou seja, aquelas onde o indivíduo exerce esforços cognitivos, agindo de forma individual sobre a informação, dando-lhe um significado próprio.

RECURSOS

Laboratório de ciência contendo pelo menos algumas esferas de aço e um suporte horizontal.

PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Com grupos de até 5 alunos foi proposto que um deles segurasse uma esfera de aço a uma determinada altura, enquanto outro colocava em movimento uma outra esfera idêntica que deslizava sobre uma base horizontal da mesma altura. A que deslizava na horizontal sairia em um movimento parabólico, já a outra em movimento vertical.

Abaixo tem-se a ilustração do procedimento.

Figura 3 - Tela inicial do simulador lançamento de projéteis



Fonte: Autor (2019).

Para medir o tempo de queda das duas esferas simultaneamente cada grupo utilizou seus próprios celulares pelo recurso de câmera lenta presente nos mesmos.

As perguntas realizadas durante o experimento foram as seguintes:

Foi fácil garantir (se é que foi possível) que as duas esferas saíssem ao mesmo tempo do ponto horizontal?

O tempo de voo das esferas são exatos? São próximos? São totalmente diferentes? Quais os motivos você julga para esse fato (para a resposta de uma das três opções propostas)?

O princípio da intencionalidade é válido nessa situação?

Após gerenciar esse mecanismo experimental foi oportunizado ainda dois experimentos práticos realizados por alguns alunos.

Exemplo prático 1: medir com uma régua fixa o comprimento da largura da lousa.

Exemplo prático 2: medir pelo cronômetro o tempo de queda de uma esfera.

Os resultados diferentes divulgados pelos discentes, sobretudo, da discrepância apresentada no exemplo 2 e do relato do professor acerca do tema, culminou com o fechamento da aula utilizando a questão abaixo:

O que você diz sobre medidas realizadas em experimentos reais?

Assim com todas as respostas recolhidas fechou-se essa seção didática.

ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 4

Nº DE AULAS: 1 aula/50min

CONTEÚDOS TRABALHADOS

O conceito de seno e cosseno como função.

OBJETIVOS ALMEJADOS

Compreender os aspectos do objeto matemático seno e cosseno enquanto função crescente e decrescente como mecanismo de aprendizagem para a próxima aula.

JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

A interpretação de gráficos e tabelas é parte de um espectro de habilidades e competências preconizados em vários instrumentos legais, como no PCN (2000). Segundo o mesmo documento almeja-se que os estudantes sejam “capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemáticas e discursiva entre si”(PCN, 2000, p.29). Situações-problemas que envolve esses elementos são potenciais para desenvolver uma aprendizagem significativa, pois exigem daquele que a enfrenta comparação de informações, mobilizações de recursos, estimativas de grandezas apoiado em seus conhecimentos iniciais. E quando tais situações é introduzida em meio a discussões coletivas potencializar aprendizagem na ótica de Vygotsky.

RECURSO

Tabela e perguntas associadas

PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Primeiro o professor ministrou uma pequena aula de 5min sobre função (noção intuitiva). Após isso oportunizou que cada aluno individualmente possuísse a tabela abaixo com a respectiva pergunta:

Tabela 1 - Dados para o enfrentamento da questão 1

Ângulo (α)	Sen α	Cos α
0°	0	1
10°	0,17	0,98
20°	0,34	0,93
30°	0,50	0,86
40°	0,64	0,76
45°	0,70	0,70
60°	0,86	0,5
80°	0,98	0,17
90°	1	0

Fonte: Autor (2019)

Usando a penas a tabela como referência qual a diferença da função seno e da função cosseno para o intervalo de ângulos apresentados?

As respostas plausíveis para o propósito da questão deveriam se aproximar da seguinte afirmação: À medida que o ângulo cresce de 0° a 90° os valores correspondentes da função seno aumentam e os valores correspondentes da função cosseno diminuem.

Diante do resultado (abaixo do esperado) foi utilizado como estratégia didática que aqueles alunos que obtiveram resposta mais coerente com a pretendida, ajudassem os demais colegas a refazerem suas respostas numa discussão coletiva, provocando ocasiões de interação e aprendizagem por Vygotsky. Ao final dessa etapa o professor explicou o resultado da tabela e o que seria uma função crescente e decrescente.

Por fim para essa seção didática foi proposta ainda duas questões de acordo com um dos argumentos presente na justificativa. São elas:

Suponha que duas grandezas físicas A e B dependam da grandeza ângulo (α), ou seja, $A = \sin \alpha$ e $B = \cos \alpha$. Com isso julgue em verdadeiro ou falso as seguintes proposições:

*Se supormos que a grandeza α seja o tempo, então se ela aumentar a grandeza A também aumentará ()

*Se supormos que a grandeza α agora represente ângulo e B represente a grandeza distância, então se o ângulo cresce a distância diminui. ()

ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 5

Nº DE AULAS: 2 aulas de 50min

CONTEÚDOS TRABALHADOS

Lançamento oblíquo.

OBJETIVOS ALMEJADOS

Descobrir algumas simetrias e conceitos do lançamento oblíquo pela mediação do professor, bem como compreender a essência do método da própria Física, ou seja, alguns ingredientes do método científico

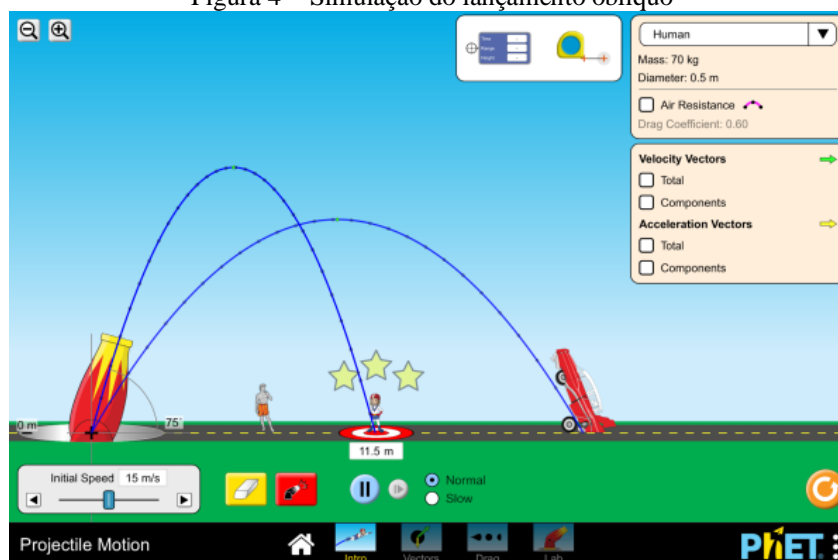
JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

Apesar do processo didático ancorado em aprendizagem por descoberta não acarretar necessariamente aprendizagem significativa, tal mecanismo tem importância pedagógica em procedimentos científicos (MOREIRA, 2012). Segundo Pozo & Gomes, [...] “não há razão para que essa descoberta tenha de ser necessariamente autônoma senão que pode e deve ser guiada pelo professor por meio do planejamento das experiências e atividades didáticas” (POZO; GOMEZ; 2009, p.253). Assim é o professor que deve guiar e gerenciar o processo para que ocorra a descoberta pelos alunos e que a mesma implique em aprendizagem significativa.

Inserir os estudantes em procedimentos investigativos em ciência deve estar permeados de ingredientes do método científico, sobretudo, das limitações dos conhecimentos por ele produzido, pois “a Ciência produz conhecimentos abertos, sujeitos a mudanças e reformulações”(CARVALHO & SASSERON, 2010, p. 110-111).

RECURSOS

Figura 4 - Simulação do lançamento oblíquo



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

Tem a característica de ilustrar a trajetória e o alcance para ângulos complementares, alcance máximo para o ângulo de 45° , opção de inserir resistência do ar e alterar o objeto lançado. Destacando que tal simulação não mostra o tempo de voo do objeto lançado, assim para esse propósito também foi empregado nessa aula o simulador presente na seção didática 2.

PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Os discentes individualmente ou em dupla (alguns) realizavam o seguinte procedimento experimental (parte 1 da aula):

a) Com a base do canhão fixa no solo aponte o canhão formando um determinado ângulo com a horizontal e escolha uma velocidade qualquer. Feito isso lance o carro e depois a bola de canhão, ambos lançados sem a resistência do ar. Logo após realize os mesmos procedimentos com a resistência do ar. Faça os mesmos passos para outros parâmetros, ou seja, para outros ângulos, velocidades e objetos. Que conclusão você chegou? Descreva-a.

b) Com a base do canhão fixa no solo e com uma velocidade também fixa e sem a resistência do ar, lance qualquer objeto com os seguintes pares de ângulos: $(30^\circ, 60^\circ)$; $(40^\circ, 50^\circ)$; $(25^\circ, 65^\circ)$; $(34^\circ, 56^\circ)$. Que conclusão você chegou? Há alguma generalização?

c) Novamente coma a base do canhão fixa no solo e com uma velocidade inicial também fixa e sem a resistência do ar, tente descobrir em qual ângulo ocorrerá o alcance máximo. Se conseguiu descobri-lo mude para uma outra velocidade, o alcance máximo ainda ocorre para o mesmo ângulo encontrado? Descreva suas conclusões.

Destacando que o docente mediu toda a atividade para garantir a consecução dos objetivos almejados como argumentado na justificativa, garantindo assim que todos os discentes chegassem nas respostas esperadas de uma maneira provocadora e interativa. Durante o gerenciamento foi oportunizado que os alunos lançassem hipótese acerca das perguntas para posterior reanálise.

Posteriormente e na mesma aula o professor oportunizou a seguinte estratégia

Observe a relação entre a altura e ângulo. Relate suas conclusões.

Observe a relação entre tempo e altura (com o simulador da aula 2). Relate suas conclusões.

Observe a relação entre alcance e ângulo. Relate suas conclusões

Observe o vetor velocidade (vertical e horizontal) e o vetor aceleração. Relate suas conclusões.

De acordo com Gilbert (2005) a visualização, além de constitui um mecanismo do fazer científico, no âmbito educacional tem se mostrado uma ótima ferramenta.

Como segunda parte da aula o professor demonstrou as expressões que regem o lançamento oblíquo supondo o PIG como hipótese teórica. Seguem algumas palavras do docente durante a aula:

Vamos supor que o princípio de Galileu é verdadeiro, então vamos analisar a subida (a altura alcançada) como se o movimento horizontal não existisse, então temos $V_y = V_{0y} - g \cdot t$ pelas equações do lançamento vertical. Na altura máxima $V_y = 0$ então por aritmética básica $t = V_0 \cdot \sin \alpha / g$, ou seja, vemos que o tempo de subida depende do seno do ângulo (Autor, 2019)

O mesmo seguiu argumentando:

Então vemos que se o Princípio da Interdependência estiver correto, as equações advindas deles representam bem o fenômeno, não é? Pois vemos diretamente dessas fórmulas que o tempo de voo depende da função seno que é crescente, logo se o ângulo cresce o tempo de voo aumenta, não foi assim que vimos no simulador? Também notamos pelas fórmulas que o alcance depende da função cosseno que é decrescente, logo se o ângulo aumenta o alcance diminui, não foi assim também no simulador? Pois bem essas expressões quando comparada com os fenômenos reais tem mostrado sucesso com uma excelente aproximação, devido ao caráter aproximativo das medidas no âmbito real (Autor, 2019)

Após isso o professor abriu mão da seguinte questão: “Se em algum planeta lançarmos um objeto e ele adquirir um movimento parabólico com o qual estamos estudando e sendo ainda verificado pela experiência que à medida que o ângulo de lançamento é aumentado o alcance do projétil também se eleva, nesse caso o princípio de Galileu é válido ou a tal experiência não pode acontecer, ou seja, a experiência não pode contrariar à teoria? Como recurso pedagógico complementar para tal indagação o pesquisador descreveu o seguinte relato:

Pela lei da Gravitação de Newton (ele enfatizou que existir uma lei que “afirma” isso) se eu soltar este pincel que está aqui na minha mão ele irá direto pro chão, eu pergunto se eu soltasse esse pincel na lua, por exemplo, da mesma altura que eu solto aqui (explicou os motivos de objetos a certa altura não retornarem mais à Terra para deixa o exemplo mais completo), mais ele subisse. O que é passível de mudança a realidade ou a lei da Gravitação de Newton que o representa ou “explica”? (Autor, 2019)

Por fim, em virtude dos objetivos da aula, o docente propôs que os estudantes respondessem individualmente uma questão de múltipla escolha após a leitura de texto de sua autoria com base em Popper (2001). Além disso, “toda e qualquer atividade relativa à compreensão dos métodos e procedimentos das Ciências da Natureza envolve habilidades que se sustentam na leitura e compreensão de textos” (KLEIMAN, 2002 *apud* GASPARELLO, 2016, p. 308). Segue o texto e a situação-problema atrelada:

Toda teoria para ser científica deve ser passível de refutação, por outros termos, deve passar por testes experimentais diversos. Se você diz que descobriu uma teoria que a Terra é plana e fez 10 experimentos constatando isso, mas pelo menos um teste experimental constatou que ela é esférica, sua teoria “foi científica”, mas como ela foi refutável (negada) por um experimento, já não é mais válida. Ora, se um experimento

provou que ela é esférica é porque suas experiências anteriores foram equivocadas. Mas se você ao defender a teoria da Terra plana apoiado nos seus 10 experimentos (que justificam sua tese) nega que seja feita novas experiências para confrontá-la, isso a torna não científica. Ou seja, toda teoria pode ser “falseada” (negada) por algum teste de experiência, em outras palavras, se você diz que algo é verdadeiro na ciência, esse verdadeiro será sempre provisório. (AUTOR, 2019).

*Sobre teoria, lei e princípio existente na ciência e sobre seus conhecimentos até aqui assinale a alternativa mais plausível.

- a) Toda teoria é sempre verdadeira
- b) Leis científicas explicam a realidade
- c) Toda teoria pode ser corrigida ou excluída
- d) Muitos experimentos apontam que a Lei da gravidade de Newton está correta, logo ela é verdadeira.

ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 6

Nº DE AULAS: 1 aula/50min

CONTEÚDOS TRABALHADOS

Primeiras duas leis de Newton e a força peso

OBJETIVOS ALMEJADOS

Compreender de forma introdutória os aspectos fundamentais oriundos da primeira e segunda lei de Newton, bem como o entendimento da força peso como um tipo de força de campo.

JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

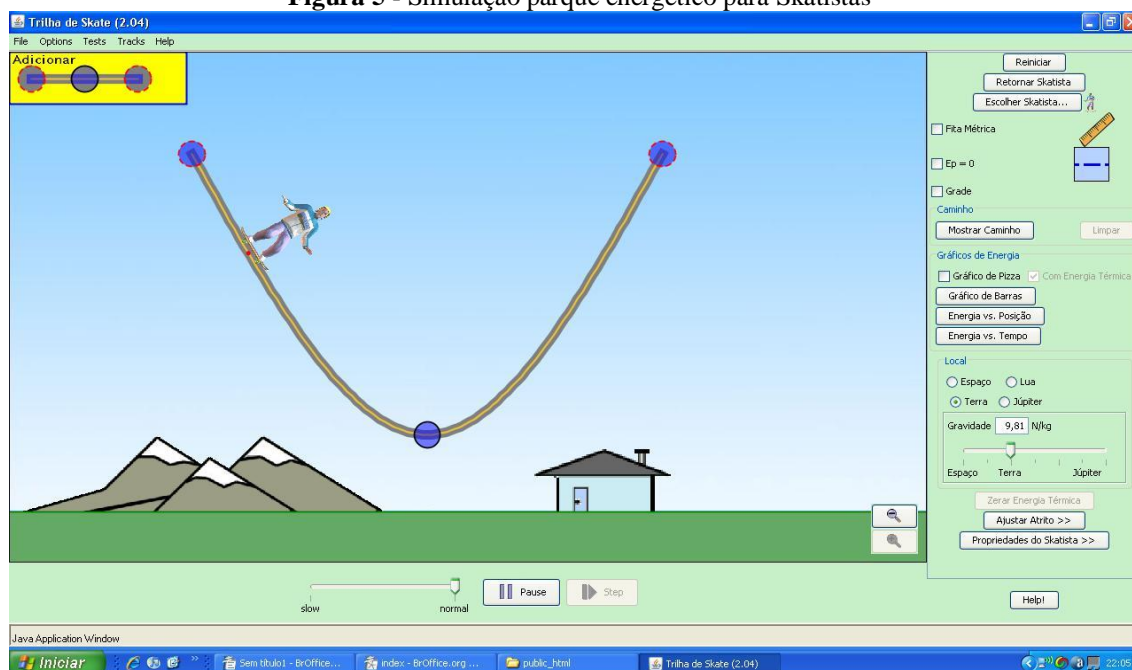
A utilização de um organizador prévio constitui um elemento fundamental para ocorrência de aprendizagem significativa, sobretudo, quando o subsunçor ainda não apresenta uma ancoragem rígida na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo Moreira (2012) o uso de simuladores corresponde um organizador desse tipo. Para o autor um organizador prévio deve se apresentar algumas características, assim sintetiza que “a condição é que preceda a

apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este”(MOREIRA, 2012, p.48).

Como a leitura de um texto pode implicar numa atividade investigativa (CARVALHO, 2017) lançou-se mão de um texto que aborda a força peso como uma força de campo. Logo, por utilizar o conceito de campo para se referir ao conteúdo da força peso, podemos concluir que se trata de um organizador prévio, assim favorecendo a ocorrência da aprendizagem significativa.

RECURSO

Figura 5 - Simulação parque energético para Skatistas



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

PROCEDIMENTO DIDÁTICO

A primeira parte da dessa seção didática constituiu em propor aos alunos as duas questões baixo cujo enfrentamento durou cerca de 6min.

a) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e ângulo qualquer, com gravidade zero e sem resistência do ar, que tipo de trajetória você esperaria para esse caso?

b) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e um ângulo qualquer com gravidade diferente de zero e novamente sem a resistência do ar, qual seria a trajetória do projétil agora?

Ao término do prazo o professor recolheu as respostas e partiu para o próximo passo da atividade. Nesse momento cada aluno diante da simulação citada realizavam os seguintes procedimentos:

Escolha gravidade 10m/s^2 (próxima à da Terra), escolha uma velocidade e ângulo razoáveis. Observe a trajetória? Que tipo de trajetória você observou? Descreva-a

Agora faça o mesmo procedimento anterior apenas mudando a gravidade para 0 m/s^2 . O que você observa agora? Qual é o tipo de trajetória? Descreva-a.

Como todas as respostas foram satisfatórias em virtude da exigência da simples visualização do fenômeno, o docente realizou a aproxima atividade.

Através de um texto de própria autoria e de explicações básicas a acerca do conteúdo trabalhado (algumas observações pertinentes as aulas passadas sobre MRU e MRUV e suas causas) o docente finalizou a aula. Segue o texto e suas perguntas associadas:

A força peso está associada ao conceito de campo. Para entendermos isso imagine um ímã, como sabemos ele atrai um prego quando posto próximo dele. Diz assim que o ímã gera um campo magnético, mas ele apenas se manifesta se for posto algo perto dele, como um pedaço de ferro ou uma substância do mesmo tipo, pois sabemos que o ímã não atrai uma borracha, por exemplo. Assim o campo magnético surgido é devido ao ímã, mas a força magnética que atrai o ferro só se manifesta quando este é posto próximo dele. Imagine agora que a Terra gere um campo, mas agora denominado campo gravitacional. Se você colocar qualquer objeto que tenha massa (basta apenas que possua massa) próximo dela, ela irá atrai-lo e, além disso, irá puxá-lo para o seu centro (da Terra). Portanto, a Terra gera um campo ao seu redor e uma força é manifestada quando algo massivo é posto nas suas proximidades, sendo tal força a responsável em dirigir o corpo para o seu centro. Esta força citada na Física foi chamada de força peso. Por que então objeto não vai até o centro? É devido à superfície do planeta, mas isso já faz parte de outros fenômenos e que por isso não iremos abordá-lo aqui (Autor, 2019)

*Sabendo que o campo gerado pela Terra é o denominado gravidade e que você aprendeu que se trata de uma aceleração, refaça as duas questões da parte 1 com os acréscimos apresentados:

a) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e ângulo qualquer com gravidade zero e sem resistência do ar, que tipo de trajetória você esperaria para esse caso?

R _____

A) Agora marque a questão mais coerente (apenas uma) para a situação-problema acima.

i) Se não houver nenhuma força atuando no corpo e ele foi posto em movimento, ele permanecerá em MRU.

ii) Se não houver forças atuando no corpo ele não poderá continuar em movimento.

b) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e um ângulo qualquer com gravidade diferente de zero e novamente sem a resistência do ar, qual seria a trajetória do projétil agora?

R _____

—

B) Marque a alternativa correta com respeito a questão acima

i) A força peso (que é uma força sempre vertical) é a única responsável pelo movimento ser do tipo MRUV na subida e na descida e, como não há força no sentido o horizontal, o movimento nessa direção é MRU.

ii) A força peso causa aceleração e desaceleração tanto na vertical quanto na horizontal. Descreva o que você entende por força peso?

ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 7

Nº DE AULAS: 3 aulas de 50min

CONTEÚDOS TRABALHADOS

As duas primeiras leis de Newton

OBJETIVOS ALMEJADOS

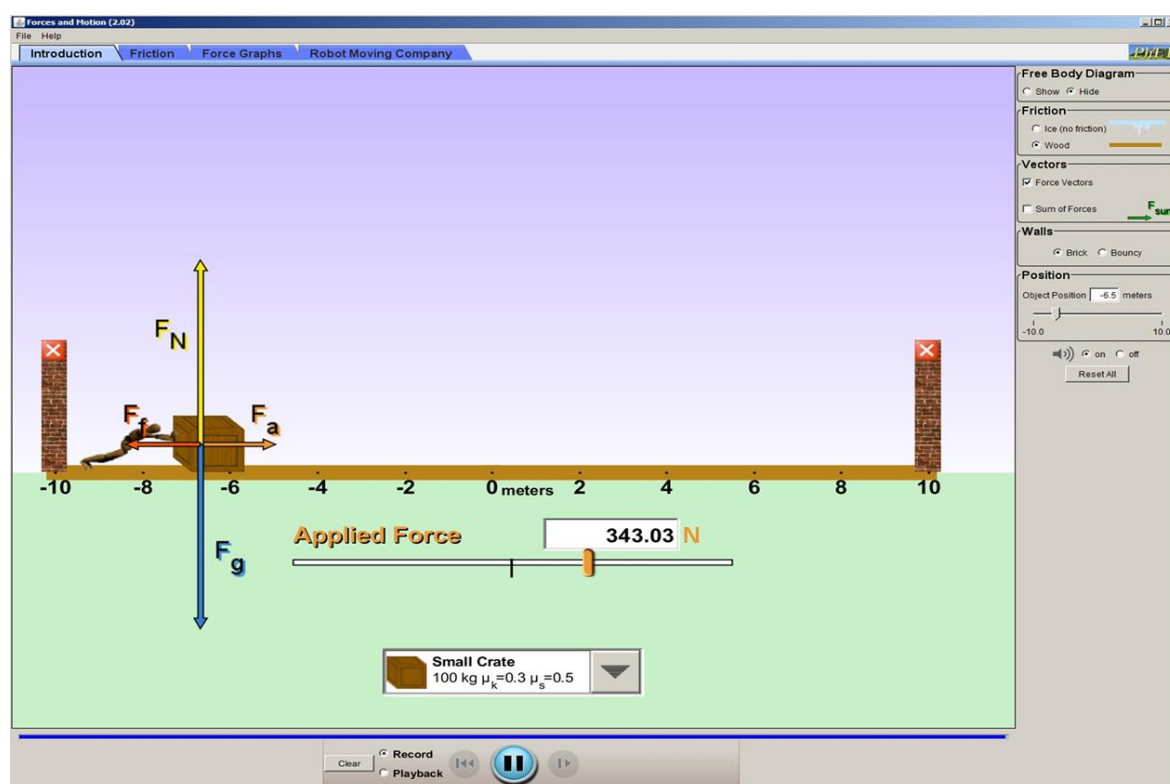
Compreender as causas do movimento retilíneo uniforme e do movimento com algum tipo de aceleração, interligando conceitos cinemáticos e dinâmicos através da confecção de um mapa conceitual.

JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

Quanto mais se utiliza um subsunçor como âncora para outros aprendizados, este também é refinado, tornando-se mais robusto (MOREIRA, 2012). Assim nessa seção didática foi oportunizado a aplicação da soma de vetores para encontrar a força resultante, pois “em igualdades de condições, uma atividade é preferível à outra quando obriga o aluno a examinar, em um contexto novo, uma ideia, conceito, lei, etc., que já conhece”(RATHS, 1973 *apud* LAHERA; FORTALEZA 2006, p.44).

O organizador prévio através de simuladores computacionais também se mostrar proveitosa para essa atividade, pois a visualização da possibilidade de movimento na ausência de forças é um fenômeno bastante abstrato. Por utilizar os conhecimentos prévios dos estudantes, o uso de organizador prévio e de mapa conceitual julga-se uma ótima atividade para ocorrer aprendizagem significativa. Conforme Moreira (2012) não existe mapa conceitual correto, o importante é se que ele evidencia alguns elementos de aprendizagem significativa, ou seja, se o aluno consegue relacionar conceitos de forma consistente e coerente.

Figura 6 - Simulador forças e movimento.

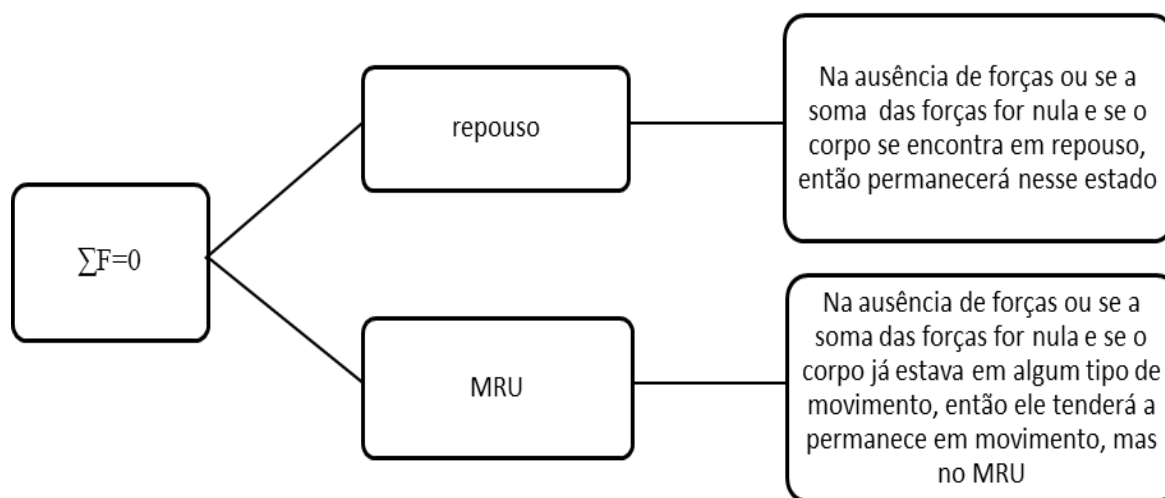


Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Primeiro o professor relembrou os aspectos da aula anterior, focando-se nas trajetórias retilínea e parabólica e suas respectivas causas. Diante do recurso digital o professor ilustrou uma força causando um movimento sobre uma pista de gelo e através de um diagrama de forças (forças opostas e de iguais intensidades) os discentes visualizam o corpo deslizar infinitamente em linha reta em com velocidade constante. O corpo apenas alterava o sentido da velocidade quando colidia com uma mola. Apesar do vetor velocidade alterar o sentido, omitimos o detalhe dessa causa (surgimento de uma força) para o propósito da aula. Durante a aula o professor mudava a pista de gelo para a de madeira, sendo possível visualizar pelo simulador a velocidade decrescer e aceleração (desaceleração) permanecer constante até a parada do corpo. Após iniciar as explicações inerentes ao conteúdo o professor sintetizou a primeira lei de Newton no quadro usando o esquema abaixo:

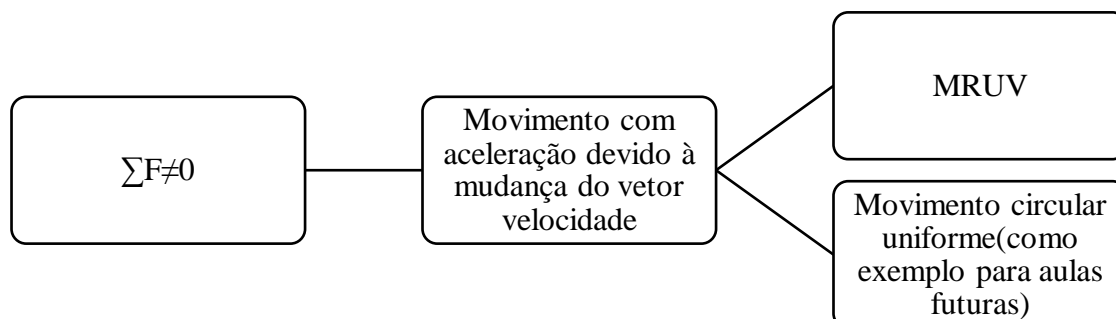
Figura 7 - 1ª Lei de Newton



Fonte: Autor (2019)

Após a explicação do esquema acima juntamente com a mediação da resolução dos exercícios teóricos (Apêndice D), foi apresentada a segunda parte da aula pela através da síntese abaixo:

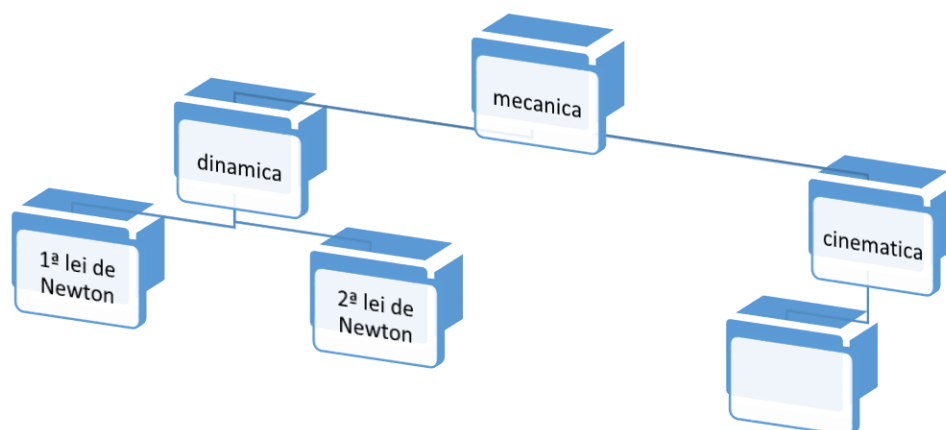
Figura 8 - 2ª Lei de Newton



Fonte: Autor (2019)

Após a explicação do esquema acima, foi pedido que os discentes iniciassem a construção de um mapa conceitual. Para tanto o professor ilustrou alguns mapas conceituais, como um envolvendo mistura química. Salientado que “o que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo” (MOREIRA, 2012, p. 10). Segue abaixo o ponto de partida para a confecção do mapa conceitual:

Figura 9 - Base para construção do Mapa conceitual.



Fonte: Autor (2019)

Ainda foi solicitado que o corpo discente resolvesse uma questão básica do Princípio Fundamental da Dinâmica (PFD), ou seja, estima a direção e o sentido da aceleração de um

corpo contendo 5kg de massa e sujeito a ação de duas forças perpendiculares, uma de intensidade 8N e outra de 6N.

O professor a critério poderá aplicar um pré-teste e pós-teste (apêndice B) antes e depois da aplicação dessas etapas didáticas para verificar a evolução conceitual de seus alunos em conceitos cinemáticos e dinâmicos. Também poderá aplicar um questionário (apêndice E) posterior a aplicação da sequência didática para averiguar o nível de satisfação da metodologia pelo corpo discente.

APENDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE³

1-Quando um móvel percorre distâncias iguais em tempos iguais, podemos afirmar que:

- a) Este móvel apresenta um movimento no qual sua velocidade está variando;
- b) Este móvel apresenta um movimento no qual sua velocidade permanece constante.

2-Para se calcular a velocidade média de um móvel em MRU, devemos conhecer:

- a) A distância total percorrida pelo móvel e o tempo total gasto no percurso;
- b) Apenas o tempo gasto no percurso;
- c) Apenas a distância total percorrida.

3-Para determinarmos a velocidade instantânea de um móvel, devemos:

- a) considerar espaços cada vez menores nos deslocamentos em relação ao tempo de percurso;
- b) considerar que o tempo em determinado deslocamento se aproxima do zero.

4-A velocidade média de um móvel, em um determinado trajeto, nos dá:

- a) uma visão geral do movimento do móvel;
- b) a capacidade de saber quantas vezes o móvel se manteve parado durante o trajeto.

5- Quando uma esfera é lançada horizontalmente, com uma dada velocidade v_0 de um ponto próximo à superfície da Terra. Podemos afirmar que:

- a) Sua trajetória será uma reta vertical descendente;
- b) Sua trajetória será uma curva conhecida como parábola;
- c) A esfera seguirá horizontalmente ao solo até parar e cair verticalmente.

6- Ao abandonar a superfície de lançamento com certa velocidade v_0 , a esfera fica animada com:

- a) Um MRU seguindo na trajetória horizontal;
- b) Um MRUV seguindo uma trajetória vertical;
- c) Uma composição destes dois movimentos e suas respectivas trajetórias.

7- As equações que regem o estudo do lançamento horizontal de uma esfera são:

- a) As mesmas usadas para estudar o MRU, exclusivamente;
- b) As mesmas usadas para estudar a queda livre dos corpos, exclusivamente;
- c) As equações estudadas em ambos os movimentos.

8) No lançamento oblíquo de projéteis, a distância máxima alcançada depende:

³ SOUZA, N.J.G. **A experimentação em cinemática como facilitador da aprendizagem da física no ensino médio.** 2018, Dissertação (Mestrado em ensino de Física), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2018. Esse questionário é composto por questões de vestibular, de autoria própria e da dissertação citada.

- a) Tempo de voo do projétil;
- b) Da altura máxima alcançada pelo projétil;
- c) Da velocidade inicial de lançamento;
- d) Do ângulo de lançamento;
- e) Do ângulo de lançamento e da velocidade inicial de lançamento.

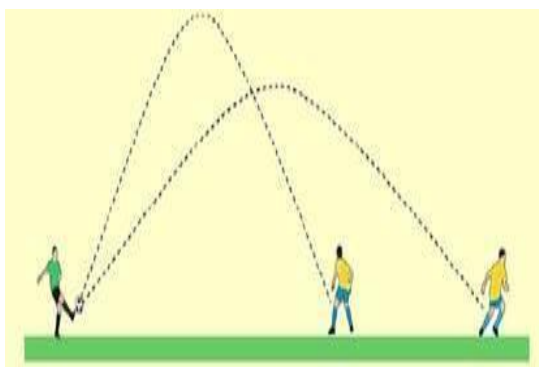
9-A velocidade resultante em qualquer ponto da trajetória no lançamento oblíquo é sempre:

- a) Horizontal
- b) Vertical
- c) Tangencial à trajetória

10-Ao tomarmos dois pontos da trajetória que estejam no mesmo nível em relação a horizontal, os módulos das velocidades do projétil nesses pontos serão:

- a) Diferentes e maior no ponto de descida da trajetória;
- b) Diferentes e menor no ponto de descida da trajetória;
- c) Iguais nos dois pontos.

11-Após um ataque frustrado do time adversário, o goleiro se prepara para lançar a bola e armar um contra ataque. Para dificultar a recuperação da defesa adversária, a bola deve chegar aos pés de um atacante no menor tempo possível. O goleiro vai chutar a bola, imprimindo sempre a mesma velocidade, e deve controlar apenas o ângulo de lançamento. A Figura mostra as duas trajetórias possíveis da bola num certo momento da partida.



Assinale a alternativa que expressa se é possível ou não determinar qual destes dois jogadores receberia bola no menor tempo. Despreze o efeito da resistência do ar.

- a) Sim, é possível, e o jogador mais próximo receberia a bola no menor tempo.
- b) Sim, é possível, e o jogador mais distante receberia a bola no menor tempo.
- c) Os dois jogadores receberiam a bola em tempos iguais.

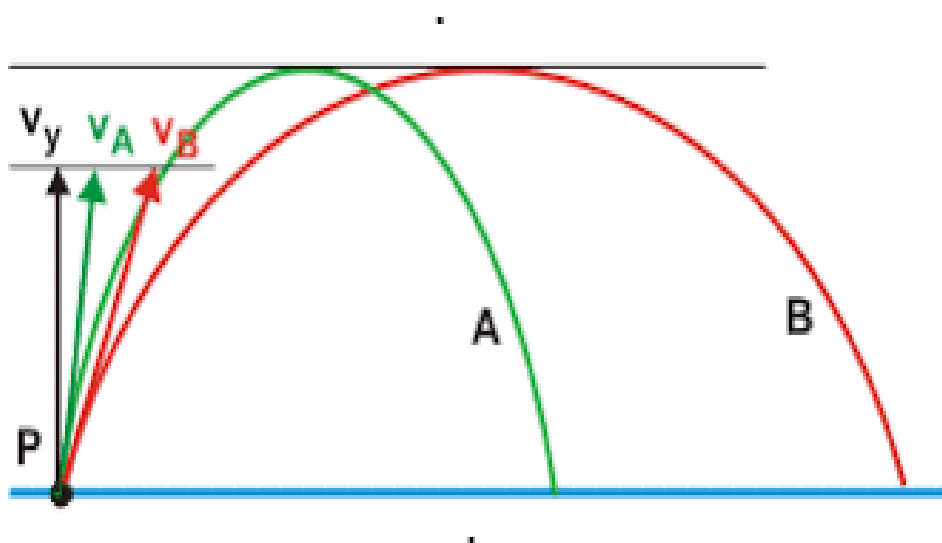
12) Sobre o lançamento oblíquo e referencial podemos afirmar:

- a) É possível para algum referencial o lançamento ser vertical
- b) O lançamento sempre será oblíquo independente do referencial
- c) Só os conceitos de repouso e movimento dependem do referencial

13) Sejam dois lançamentos com ângulos diferentes (ambos os pontos de partida e de retorno se encontram na mesma base horizontal) e cujas velocidades iniciais de lançamentos são as mesmas. Aponte os pares de ângulos que terão o mesmo alcance nessa situação:

- a) 20° e 60°
- b) 40° e 50°
- c) 70° e 10°
- d) 60° e 45°

14) Duas bolas são lançadas, como ilustrado abaixo, com velocidades desconhecidas. Por essa configuração pode-se afirmar, em relação ao tempo de permanência das bolas no ar, que:

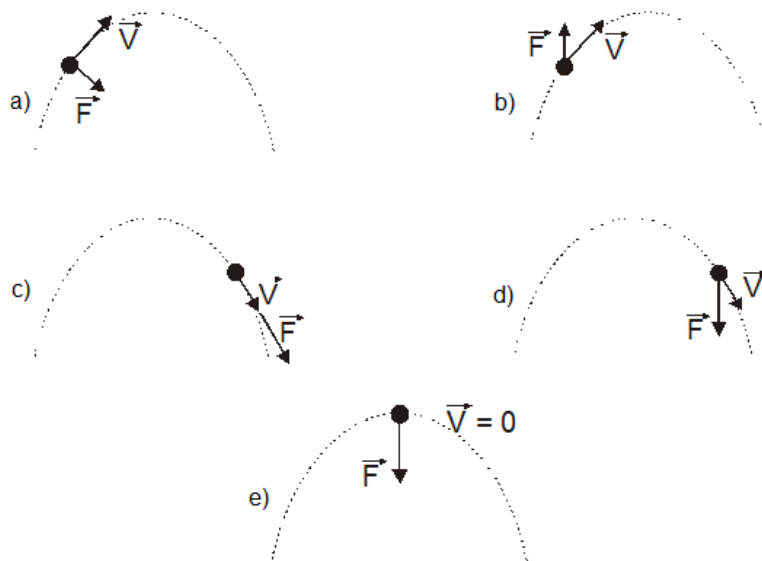


- A) A bola A permanecerá mais tempo no ar
- B) A bola B permanece mais tempo no ar
- C) Ambas as bolas permanecerão o mesmo tempo no ar

15) Um goleiro chuta uma bola aplicando-lhe uma certa velocidade. Desprezando a resistência do ar pode-se concluir que o alcance será máximo se a bola sair do seu pé formando um ângulo, em relação a horizontal, de :

- a) 30°
- b) 40°
- c) 45°
- d) 60°
- e) 70°

16) Cada uma das figuras abaixo ilustra a trajetória (linha pontilhada) de um projétil (círculo preto), lançado da superfície da Terra. Desprezando a resistência do ar, em qual das figuras estão mostrados CORRETAMENTE o vetor velocidade do projétil e o vetor força que age sobre o projétil?



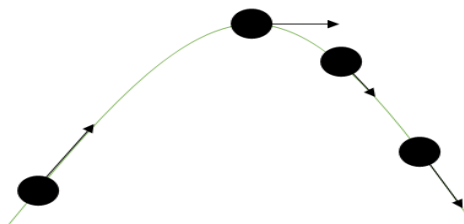
17) Se a resultante das forças que agem sobre um corpo for nula, então o corpo:

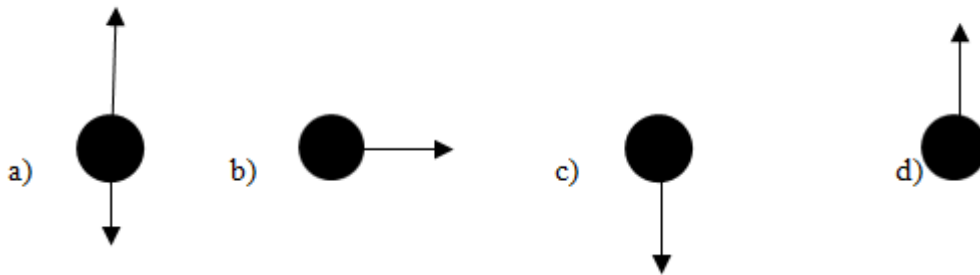
- a) Certamente estará em repouso
- b) Certamente estará em movimento retilíneo uniforme
- c) Estará em MRUV
- d) Poderá estar em repouso em MRU.

18) Um corpo já se encontra em movimento quando por algum motivo cessam as forças (não existe mais nenhuma força atuando sobre o corpo) que atuam sobre ele, assim

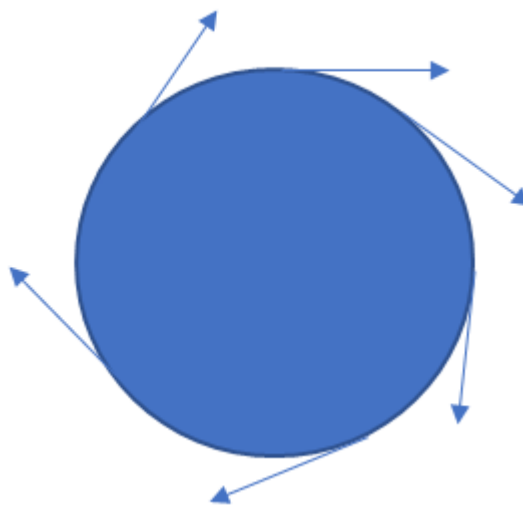
- a) Ele parará
- b) Ele se moverá com o módulo da velocidade constante
- c) Ele entrará em MRU
- d) Ele entrará em MRUV

19) A situação abaixo ilustra a trajetória de um corpo sujeito apenas à gravidade terrestre (desconsiderando a resistência do ar). Os vetores presentes são os vetores velocidade resultante em cada ponto. Nesse caso hipotético pode-se afirmar que a força resultante atuante no corpo no ponto mais alto da trajetória é melhor representada pela configuração do vetor da alternativa:



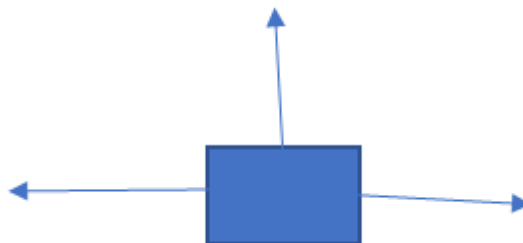


20) Considere a situação ilustrada abaixo onde uma partícula executa uma trajetória circular e o módulo do vetor velocidade permanece constante. Nessa situação pode-se afirmar que:



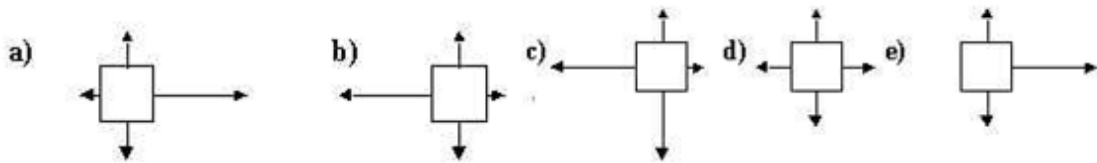
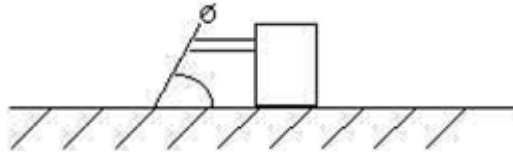
- a) Não há aceleração nesse tipo de movimento
- b) Há aceleração nesse tipo de movimento
- c) Não se pode afirmar se há aceleração ou não

21) A ilustração abaixo representa três forças atuando em corpo de massa qualquer. Assim podemos afirmar que:



- a) Caso haja movimento e este seja retilíneo, o movimento será MRUV.
- b) Caso haja movimento e este seja retilíneo, o movimento será MRU.
- c) O corpo permanecerá em repouso.

22) Um homem empurra um caixote para a direita, com velocidade constante, sobre uma superfície horizontal. Desprezando-se a resistência do ar, o diagrama que melhor representa as forças que atuam no caixote é:

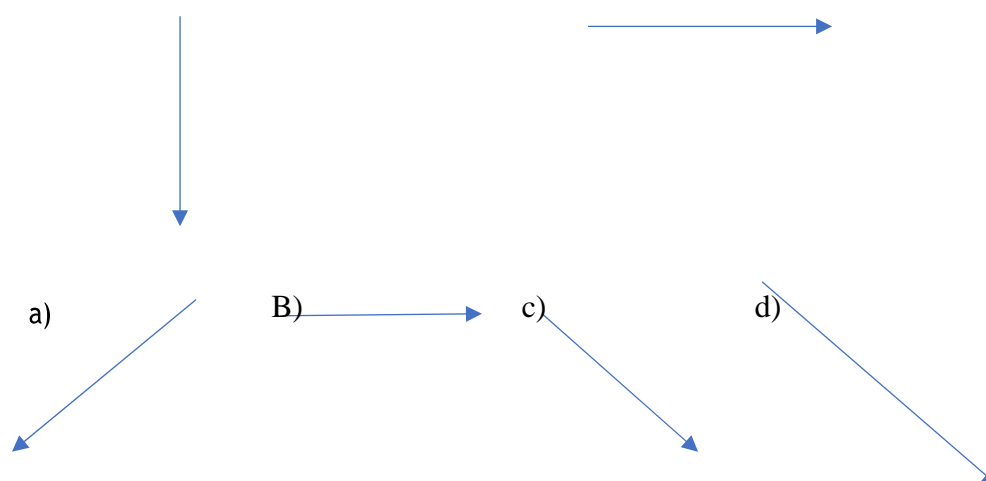


APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO SOBRE VETORES

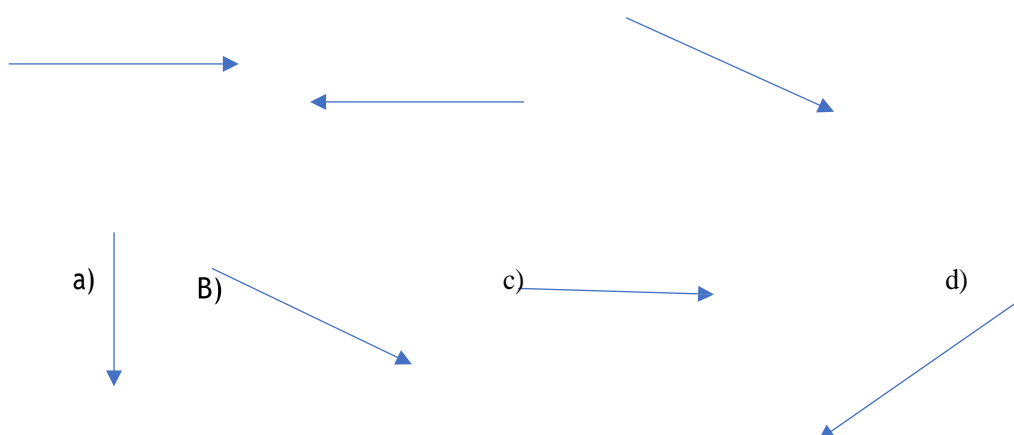
1) Quando a grandeza física é vetorial para que ela fique completamente definida devemos conhecer dela:

- a) valor (Intensidade), módulo e unidade.
- b) valor (Intensidade), desvio, unidade e direção.
- c) desvio padrão, unidade e sentido.
- d) desvio padrão e módulo.
- e) valor (Intensidade), unidade, direção e sentido.

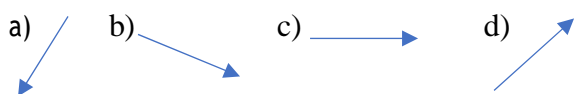
2) A soma dos dois vetores ilustrados abaixo é melhor representado pelo vetor:



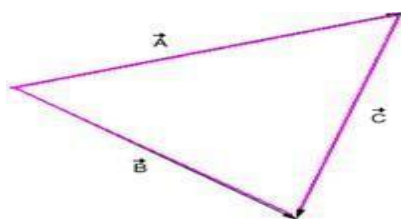
3) A soma dos três vetores ilustrados abaixo é melhor representada pelo vetor:



4) Pela representação abaixo, o vetor $\vec{A} - \vec{B}$ é melhor representado pelo vetor:



5) É dado o diagrama vetorial da figura. Qual a expressão correta?



a) $\vec{B} + \vec{C} = -\vec{A}$. b) $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$. c) $\vec{C} - \vec{B} = \vec{A}$. d) $\vec{B} - \vec{A} = \vec{C}$. .

APÊNDICE D - EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO SOBRE AS LEIS DE NEWTON

1) (UNESP) As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com que lei?

2) (FUND. CARLOS CHAGAS) Uma folha de papel está sobre a mesa do professor. Sobre ela está um apagador. Dando-se, com violência, um puxão horizontal na folha de papel, esta se movimenta e o apagador fica sobre a mesa. Uma explicação aceitável para a ocorrência é:

- a) Nenhuma força atuou sobre o apagador;
- a) A resistência do ar impediu o movimento do apagador;
- b) A força de atrito entre o apagador e o papel só atua em movimentos lentos;
- c) A força de atrito entre o papel e a mesa é muito intensa;
- d) A força de atrito entre o apagador e o papel provoca, no apagador, uma aceleração muito inferior à da folha de papel.

3) Classifique como verdadeira (v) ou falsa (f) as seguintes afirmações:

- a) Um corpo livre da ação de forças está certamente em repouso. ____
- b) Um corpo livre de ação de forças pode estar em movimento retilíneo uniforme. __
- c) Um corpo livre da ação de forças está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

04. Se a resultante das forças que atuam numa partícula é nula, podemos afirmar que:

- a) a partícula pode executar um movimento circular uniforme.
- b) a partícula está necessariamente em repouso.
- c) a partícula não pode estar em movimento retilíneo.
- d) a partícula pode estar em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

05. Quando um astronauta sai de sua nave espacial, (no espaço vazio) como ele consegue se afastar ou se aproximar da nave?

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE ACEITAÇÃO METODOLÓGICA

Este questionário tem como intuito avaliar sobre a perspectiva do aluno o nível de aceitação da metodologia empregada. Assim tem como finalidade verificar o nível de satisfação do corpo discente acerca da sequência didática e dos recursos pertinentes a mesma, bem como averiguar a visão geral do aluno acerca do conhecimento científico.

LEGENDA: 1-INSUFICIENTE 2-REGULAR 3-BOM 4-ÓTIMO

- 1) Você já tinha participado de experiências reais sobre assuntos da Física no ensino fundamental?
Sim () Não ()
- 2) Você já tinha participado de alguma simulação (experimento virtual) acerca de fenômenos antes de sua participação no projeto?
Sim () Não ()
- 3) Como você avalia, em termos de sua aprendizagem, a oportunidade de refazer suas respostas após uma discussão coletiva com os colegas e com o professor? ()
- 4) Como você avalia o uso de recursos tecnológicos para o desenvolvimento de sua aprendizagem nesse projeto ()
- 5) Entre as atividades realizadas durante o projeto, classifique-as de acordo com a legenda
Experimentos reais () simulações () discussão coletiva () Leitura ()
- 6) Como você classificaria a metodologia de ensino do professor utilizando experimentos reais, virtuais e na leitura ()
- 7) As aulas foram satisfatórias para o desenvolvimento do pensamento científico e crítico, não se limitando a memorização de conceitos.
Sim () Não ()
- 8) Você se sentiu mais motivado para estudar conceitos físicos pelo uso da didática apresentada pelo professor durante o projeto?

Sim () Não ()

- 9) Descreva um breve relato de como o projeto contribui para o seu aprendizado de conceitos da cinemática e da dinâmica.
- 10) Descreva algo acerca do conhecimento científico.

APÊNDICE F – DISCUSSÃO SOBRE O REFERENCIAL TÉORICO

Uma breve discussão sobre o referencial teórico dos conteúdos abordados na dissertação, pulando algumas etapas de conceitos correlatos uma vez que o assunto é bastante conhecido dos professores que lecionam para a primeira série do ensino médio.

CONCEITOS CINEMÁTICOS

Segundo Ramalho Júnior (2007) se a posição de objeto varia no decorrer do tempo diz que ele se encontra em movimento em relação a algum referencial. Caso isso não ocorra o corpo estará em repouso.

O outro conceito que depende do referencial é o de trajetória. Assim um corpo poderá está executando trajetórias diversas dependendo do referencial.

De acordo com Hallyday e Resnick (2007), o MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) é caracterizado por um movimento em linha reta e velocidade constante. Assim o móvel percorre espaços iguais em tempos iguais. Como a velocidade escalar é constante, tem-se que a velocidade média é equivalente a instantânea. Logo,

$$V = V_{\text{inst}} = V_{\text{média}} = \Delta S / \Delta t \quad (1)$$

Segundo Gouveia (2018) o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) é aquele onde a trajetória é reta e a velocidade varia de maneira constante com o tempo, sendo tal taxa de variação denominada aceleração. Assim apesar da velocidade mudar com o passar do tempo, essa taxa de mudança permanece constante.

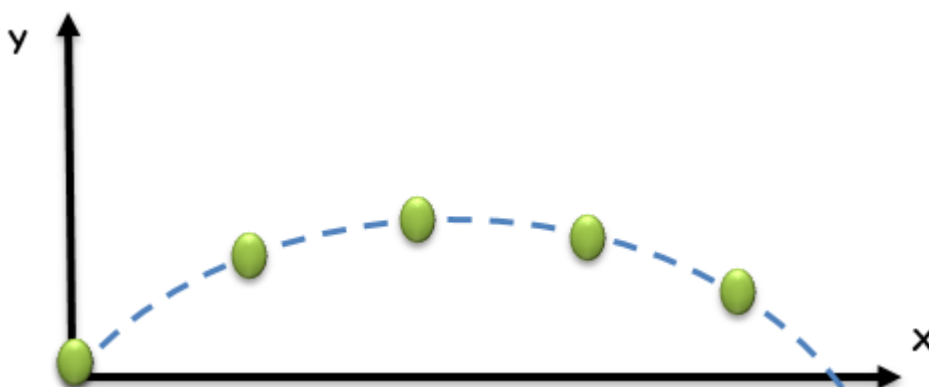
$$a = \Delta v / \Delta t \quad a = \text{aceleração (m/s}^2\text{)}. \quad (2)$$

O lançamento horizontal é analisado separadamente pela composição de dois movimentos independentes, na horizontal dotado por um MRU e na vertical por MRUV. Este estudo é tratado com base no princípio dos movimentos independentes

O lançamento oblíquo ocorre quando um corpo dá início ao seu movimento formando assim um ângulo com a horizontal. Neste contexto o corpo exerce diferentes tipos de movimentos e de maneira simultâneas, pois ao mesmo tempo que executa movimentos na vertical, subindo e descendo, também se desloca horizontalmente (JUNIOR, 2019).

Na figura 03, abaixo, podemos ver um lançamento oblíquo onde a bola verde partindo de um instante qualquer passa ter uma composição de movimento vertical (MRUV) com um movimento uniforme na horizontal.

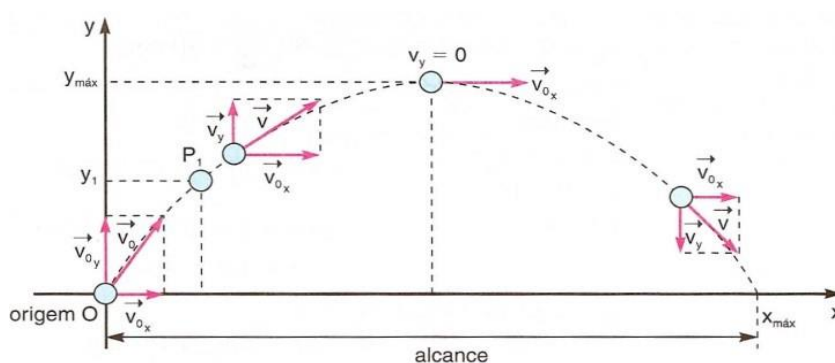
Figura 10: Lançamento Oblíquo.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2019.

Para termos um melhor entendimento quando se refere aos resultados inerentes ao lançamento oblíquo, podemos fazer o uso da decomposição do vetor velocidade V_0 em duas componentes como ilustrado abaixo, bem como da aplicação do Princípio da Interdependência de Galileu (PIG).

Figura 11: Lançamento Oblíquo com ângulo de referência



Fonte: Bonjorno

Pela relação pitagórica,

$$V_0 y = V_0 \cdot \text{Sen}\theta \quad (3)$$

$$V_0 x = V_0 \cdot \text{Cos}\theta \quad (4)$$

Como na vertical o movimento é do tipo MRUV e na subida $a=-g$, temos:

$$V_y = V_{0y} - gt \quad (5)$$

Se considerarmos $V_y = 0$ (altura máxima) e denominando t_s o tempo de subida, tem-se que:

$$V_0 \cdot \text{Sen}\theta - gt_s = 0 \rightarrow t_s = V_0 \cdot \frac{\text{Sen}\theta}{g} \quad (6)$$

E como:

$$V^2 = V_{0y}^2 - 2gH \rightarrow \quad (7)$$

$$0^2 = V_{0y}^2 - 2gH t_s \rightarrow H_{\text{máx}} = \frac{V_{0y}^2}{2g} \quad (8)$$

Associando os casos (6) e (8), tem-se:

$$H_{\text{máx}} = \frac{gt_s^2}{2} \quad (9)$$

Logo, se as alturas alcançadas forem as mesmas em determinados lançamentos, pode-se afirmar que o tempo de voo serão iguais.

Como o movimento na horizontal é retilíneo e uniforme, temos que o alcance (A) máximo, considerando $X_0 = 0$ como referencia, é:

$$A = X_0 + V_{0x} 2t_s \rightarrow \quad (10)$$

$$A = V_0 \text{Cos}\theta 2 \left(\frac{V_0 \text{Sen}\theta}{g} \right) \rightarrow \quad (11)$$

$$A = \frac{V_0^2 2 \text{Sen}\theta \cdot \text{Cos}\theta}{g} \rightarrow \quad (12)$$

Lançando mão da relação trigonométrica

$$\text{Sen}2\theta = 2\text{sen}\theta \cdot \text{Cos}\theta \rightarrow \quad (13)$$

Encontramos por (12) e (13).

$$A = \frac{V_0^2 \text{Sen}2\theta}{g} \quad (14)$$

Como $0 \leq |\text{Sen}\theta| \leq 1$ e considerando θ pertencente ao primeiro quadrante, conclui-se que seu máximo ocorre em $\text{Sen}90^\circ = 1$. Assim pela equação acima $\theta = 45^\circ$ implica no valor que maximiza o valor de A. Portanto,

$$A_{\text{máx}} = \frac{V_0^2}{g} \quad (15)$$

Agora, sejam dois ângulos quaisquer (Θ_1 e Θ_2) pertencente ao primeiro quadrante, se

$$\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ \quad \text{então} \quad (16)$$

$$\text{Sen}\theta_1 \cdot \text{Cos}\theta_1 = \text{Sen}\theta_2 \cdot \text{Cos}\theta_2 \quad (17)$$

Utilizando o resultado da expressão (12), chega-se em:

$$A_1 = \frac{V_0^2 2 \text{Sen}\theta_1 \cdot \text{Cos}\theta_1}{g} \quad \text{e} \quad A_2 = \frac{V_0^2 2 \text{Sen}\theta_2 \cdot \text{Cos}\theta_2}{g} \quad (18)$$

Portanto, dois lançamentos cujo ângulos são complementares terão o mesmo alcance se o ponto de partida e de chegada estiverem no mesmo nível horizontal.

CONCEITOS DINÂMICOS

Primeira lei de Newton

.

A primeira lei de Newton baseia-se em vencer a inércia, ou manter-se nela, ou seja, se temos um corpo em movimento, a primeira lei da dinâmica fala que se desprezarmos as forças existentes como por exemplo o atrito do ar, esse corpo continuará em movimento (MRU), e nunca irá para. Agora quando o corpo está parado, sem movimento algum, por essa lei, ele continuará inerte, parado, sem nenhum movimento, até que uma força externa o coloque em movimento, podendo ser chamada também como a lei da inércia.

Assim se nenhuma força resultante atuar sobre o corpo ($|\vec{F}_{res}| = 0$) a velocidade vetorial não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer aceleração. Isso significa que mesmo que um corpo esteja submetido a várias forças, se a resultante das forças for zero, o corpo não sofrerá aceleração (HALLIDAY, 2016).

Um exemplo básico simples em que podemos adotar é quando adentramos em um ônibus, se por qualquer motivo o motorista freia bruscamente, por inércia, somos atirados para frente e se não nos apoiarmos podemos nos machucar.

Segunda lei de Newton

A Segunda lei de Newton basicamente estabelece que se a força resultante que atua sobre um corpo não for nula então ele terá algum tipo de aceleração. Sendo ela diretamente proporcional à força aplicada, mas inversamente proporcional à massa. Dessa forma podemos entender que quanto maior a massa de um corpo maior será a força para colocá-lo em movimento acelerado (variar o vetor velocidade).

De forma matematizada a segunda lei de Newton é regida pela equação abaixo, essa equação é de fácil entendimento, mas não contempla todos os casos.

$$\vec{F}_{\text{res}} = m \cdot \vec{a} \quad (19)$$

Assim um modo mais abrangente de expressar essa lei é justamente lançar mão do conceito momento linear:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v} \quad (20)$$

onde P= módulo do momento linear (kg.m/s)

Assim a equação (19) ganha a forma de

$$\vec{F}_{\text{res}} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (21)$$

Utilizando a equação (21) e (20) retornamos a (19) caso a massa seja uma constante. No entanto, a representação da força resultante em função da derivada temporal do momento linear se aplica mesmo se a massa variar, sendo assim uma forma mais robusta de representar a segunda lei de Newton.

Em muitos casos para determinar a força resultante é necessário o conhecimento das características de alguns tipos especiais de forças. Na dinâmica podemos destacar três delas: força peso, força normal e força de atrito.

Força peso

A força peso tem sua definição alicerçada na teoria da gravitação de Newton. Assim se um corpo de massa m se encontrar na superfície de um planeta ou próximo dela (para garantir

um valor praticamente constante para a aceleração da gravidade) ele experimentará uma força vertical apontando para o centro desse astro (HALLIDAY, 2016).

Sua intensidade pode-se expressar da seguinte forma:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (31)$$

onde P = representa o módulo do vetor peso(N)
 m =massa gravitacional (kg)
 g = módulo da aceleração do astro (m/s^2)

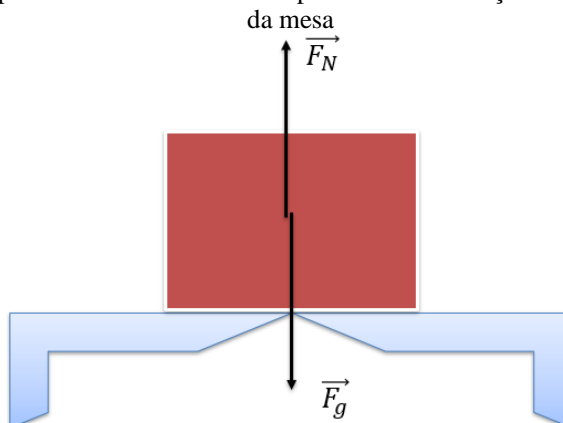
Forças de atrito

De acordo com Halliday (2016) a força de atrito é um tipo de força que se opõem à tendência de movimento de um corpo. Quando a força impede o corpo de adquirir movimento ela é chamada força de atrito estático. Se o corpo já se encontra em movimento, mas há ainda uma força dificultando esse estado diz que o corpo está sobre a influência de uma força de atrito cinético.

Força normal

Para quantificar ambas a força é torna necessário compreender o conceito de força normal. Quando um corpo exerce uma força sobre uma superfície, a superfície, mesmo que essa pareça rígida, ela se deforma e empurra o corpo com uma força normal que é perpendicular à superfície. Um exemplo prático, e de fácil compreensão, se colocarmos um corpo em uma mesa, mesmo que essa seja rígida e suporte o peso do corpo, mesmo assim a mesa se deforma, exercendo uma força normal, de maneira perpendicular à superfície da mesa.

Figura 07: Um Bloco que representa sobre uma mesa experimenta uma força normal perpendicular à superfície da mesa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Outras características importantes da força normal (N) são: a intensidade depende da compressão entre as superfícies e não depende da área de contato entre o corpo e a superfície.

É verificado experimentalmente que as duas forças de atrito são diretamente proporcionais à força normal.