



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

Regional de Catalão

Unidade Acadêmica Especial de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA
ENSINAR LANÇAMENTO OBLÍQUO ATRAVÉS DO ESPORTE**

CÁSSIO RAMOS PINTO

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

Orientador: Prof. Dr. Marcionilio Teles de O. Silva

Catalão

Dezembro/2020



UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

Cássio Ramos Pinto

3. Título do trabalho

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para Ensinar Lançamento Obliquo Através do Esporte

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Marcionilio Teles De Oliveira Silva, Orientador**, em 19/01/2021, às 11:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **CÁSSIO RAMOS PINTO, Discente**, em 19/01/2021, às 14:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1804640** e o código CRC **2E88C70A**.

**UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA
ENSINAR LANÇAMENTO OBLÍQUO ATRAVÉS DO ESPORTE.**

CÁSSIO RAMOS PINTO

Orientador:

Prof. Dr. Marcionilio Teles de Oliveira Silva

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Ramos Pinto, Cássio
UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS
PARA ENSINAR LANÇAMENTO OBLÍQUO ATRAVÉS DO ESPORTE
[manuscrito] / Cássio Ramos Pinto. - 2020.
cxi, 111 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcionilio Teles de Oliveira Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade
Acadêmica Especial de Física e Química, Catalão, Programa de Pós
Graduação em Ensino de Física, Catalão, 2020.
Bibliografia. Anexos. Apêndice.

1. Lançamento Oblíquo. 2. Unidades de Ensino Potencialmente
Significativas. 3. Ensino Médio. I. Teles de Oliveira Silva, Marcionilio,
orient. II. Título.

CDU 53



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 5 da sessão de Defesa de Dissertação de Cássio Ramos Pinto, que confere o título de Mestre em Ensino de Física, na área de concentração em Física na Educação Básica.

Ao/s onze de dezembro de dois mil e vinte, a partir das 14:00, através do Google Meet - GSuite, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA ENSINAR LANÇAMENTO OBLÍQUO ATRAVÉS DO ESPORTE”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Prof. Dr. Marcionilio Teles de Oliveira Silva - UFG/RC (UFCat em implantação), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Profª. Drª Ana Rita Pereira - UFG/RC (UFCat em implantação) membro titular interno; Prof. Dr. Eberth de Almeida Corrêa - UnB/FGA membro titular externo; Prof. Dr. Denis Rezende de Jesus - UFG/RC (UFCat em implantação) membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação. Tendo sido o candidato APROVADO pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Prof. Dr. Marcionilio Teles de Oliveira Silva, presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos onze de dezembro de dois mil e vinte.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por Eberth de Almeida Corrêa, Usuário Externo, em 15/12/2020, às 18:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Denis Rezende De Jesus, Professor do Magistério Superior, em 16/12/2020, às 09:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Marcionilio Teles De Oliveira Silva, Orientador, em 16/12/2020, às 09:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Ana Rita Pereira, Professora do Magistério Superior, em 16/12/2020, às 10:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site



https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1754326 e o código CRC 87771A22.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que nunca me desamparou em momento algum. Sempre meu deu forças para continuar.

Aos meus pais, Carlos e Fátima, por todo apoio e por sempre me mostrar que estudar é importante. Vocês foram os grandes responsáveis por tudo ter dado certo.

Ao meu irmão Caio e minha cunhada Natália pelo apoio e incentivo que sempre me deram.

A minha esposa Daniela, que sempre esteve ao meu lado me ajudando e me apoiando. Que com muita paciência soube me aconselhar nos momentos difíceis.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo de sempre, em especial aos meus amigos Carlos Henrique Sales, José Junior e Júlio Fagner.

Aos meus professores, por todo conhecimento e experiência que nos passaram.

Às coordenadoras Maria Elizabete, Célia Moreira e Roberta Rocha pela disposição em me ajudar na execução desse trabalho. O apoio de vocês foi essencial para o bom andamento dele.

Ao meu orientador, Professor Marcionilio Teles de Oliveira Silva, pelos conselhos e orientações no decorrer do trabalho. Elas foram imprescindíveis para o bom resultado do trabalho.

À CAPES pela iniciativa em investir na formação dos professores através do mestrado profissional.

RESUMO

UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA ENSINAR LANÇAMENTO OBLÍQUO ATRAVÉS DO ESPORTE.

Cássio Ramos Pinto

Orientador:

Prof. Dr. Marcionilio Teles de Oliveira Silva

Ensinar física não é uma tarefa fácil, pois os alunos do ensino médio, em sua grande maioria, têm uma aversão muito grande a essa disciplina. Um dos grandes motivos que contribui bastante para que esse problema se agrave é a falta de interesse por parte dos alunos em aprender física. Torna-se necessário, então, que o professor reflita sobre suas práticas dentro de sala de aula para que ele atenda a todos esses objetivos e torne o ensino de física mais eficiente e útil na vida do aluno. Ao buscar uma maneira de ensinar física de modo que ela faça parte da vida do aluno, antes e depois das provas, descobrimos o modelo proposto por Marco Antonio Moreira, baseado nos estudos de David Ausubel. O modelo das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) se encaixa perfeitamente no que foi descrito anteriormente. O trabalho foi desenvolvido tendo como base a elaboração de uma sequência didática em forma de UEPS para ensinar lançamento oblíquo através do esporte. O objetivo geral é aplicar as UEPS e analisar sua eficiência quanto a aprendizagem. A pesquisa feita nesse trabalho foi de natureza qualitativa. Optou-se por este tipo de pesquisa por ser o que melhor se adequa aos objetivos definidos para esse trabalho. Foram utilizados três instrumentos diferentes na coleta de dados: a observação participativa, os registros/anotações e o questionário. Verificou-se, então, que o produto educacional obteve bastante êxito durante sua aplicação. Salvo alguns casos específicos, todas as questões do questionário nos possibilitaram observar um resultado positivo, uns como já era de se esperar e outros com boas surpresas.

Palavras-chave: Lançamento Oblíquo, Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, Ensino Médio.

ABSTRACT

POTENTIALLY SIGNIFICANT TEACHING UNITS TO TEACH OBLIQUE LAUNCH THROUGH SPORT.

Cássio Ramos Pinto

Advisor:

Prof. Dr. Marcionilio Teles de Oliveira Silva

Teaching physics is not an easy task, since high school students, for the most part, have a great aversion to this discipline. One of the big reasons that contribute a lot to make this problem worse is the lack of interest on the part of students in learning physics. It becomes necessary, then, for the teacher to reflect on his practices in the classroom so that he meets all these objectives and makes teaching physics more efficient and useful in the student's life. When looking for a way to teach physics so that it is part of the student's life, before and after the tests, we come across precisely the model proposed by Marco Antonio Moreira, based on the studies of David Ausubel. The Potentially Significant Teaching Units (UEPS) model fits perfectly with what was previously described. The work was developed based on the elaboration of a didactic sequence in the form of UEPS to teach oblique launching through sport. The general objective is to apply the UEPS and analyze its learning efficiency. The research done in this work was of a qualitative nature. This type of research was chosen because it is the one that best fits the objectives defined for this work. We used three different instruments for data collection: participatory observation, records / notes and the questionnaire. We then found that the educational product was quite successful during its application. Except for some specific cases, all the questions in the questionnaire brought us a positive result, some as expected and others with good surprises.

Keywords: Oblique Launch, Potentially Significant Teaching Units, High School

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	– Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás	12
Figura 02	– Diagrama com as componentes da velocidade no lançamento oblíquo	16
Figura 03	– Representação da trajetória percorrida pelo projétil no lançamento oblíquo a partir de uma determinada altura inicial	19
Figura 04	– Representação da trajetória percorrida pelo projétil no lançamento oblíquo a partir do solo	20
Figura 05	– Representação da trajetória percorrida pelo projétil no lançamento oblíquo a partir de uma determinada altura inicial	21
Figura 06	– Curvas parametrizadas em função do tempo de cinco corpos diferentes de mesma massa e coeficientes k diferentes. Da esquerda para a direita, $k=1$, $k=3/4$, $k=1/2$, $k=1/10$ e $k=0$	23
Figura 07	– Curva parametrizada em função do tempo, mostrando a trajetória do projétil do morteiro.	24
Figura 08	– Dois primeiros slides da apresentação. Slide 1: animação de um canhão tentando acertar um alvo. Slide 2: imagem da trajetória de uma bola lançada a partir de uma tacada de golf	47
Figura 09	– Descrição do lançamento oblíquo e enunciado do princípio da independência dos movimentos de Galileu	53
Figura 10	– Print Screen da simulação do lançamento oblíquo do PhET Colorado	53
Figura 11	– Análise dos resultados obtidos na questão um do questionário	55
Figura 12	– Análise dos resultados obtidos na questão dois do questionário	56
Figura 13	– Análise dos resultados obtidos na questão um do questionário. Para os alunos do colégio particular	56
Figura 14	– Gráficos representando as respostas da questão 3 da primeira aplicação do questionário para os alunos do colégio público	58
Figura 15	– Gráficos representando as respostas da questão 3 da segunda aplicação do questionário para os alunos do colégio público	59
Figura 16	– Gráficos representando as respostas da questão 3 da primeira aplicação do questionário para os alunos do colégio particular	60
Figura 17	– Gráficos representando as respostas da questão 3 da segunda aplicação do questionário para os alunos do colégio particular	61
Figura 18	– Gráfico representando o número de alunos da rede pública que acertaram até três itens, de quatro a seis itens e de sete a nove itens, na primeira e segunda aplicação do questionário..	63
Figura 19	– Gráfico representando o número de alunos da rede particular que acertaram até três itens, de quatro a seis itens e de sete a nove itens, na primeira e segunda aplicação do questionário	64
Figura 20	– Gráfico representando o número de alunos que acertaram a questão cinco da primeira e segunda aplicação do questionário	65
Figura 21	– Gráfico representando o número de alunos que acertaram a questão seis na primeira e segunda aplicação do questionário na rede pública	66
Figura 22	– Gráfico representando o número de alunos que acertaram a questão seis na primeira e segunda aplicação do questionário na rede particular	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LDB	Lei de Diretrizes e Bases
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
UFCAT	Universidade Federal de Catalão
PhET	Tecnologia Educacional em Física
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
MRUV	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO SOBRE LANÇAMENTO OBLÍQUO	16
2.1 A velocidade	16
2.2 As Leis de Newton	17
2.3 Altura Máxima	19
2.4 O alcance	20
2.5 O efeito do ar	22
3 REFERENCIAL TEÓRICO	25
3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa	25
3.2 Aprendizagem Significativa Crítica	27
3.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas	30
4 METODOLOGIA	36
4.1 Pesquisa qualitativa	36
4.2 Coleta de dados	37
4.3 Tipo de pesquisa	39
4.3.1 Local de pesquisa	39
4.3.2 Público	40
4.4 Descrição do produto	41
4.4.1 Objetivos	43
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
5.1 Análise dos resultados	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICES	73

1 INTRODUÇÃO

Ensinar física é uma tarefa relativamente difícil, pois os alunos do ensino médio, em sua grande maioria, têm uma aversão muito grande a essa disciplina. Essa aversão começa desde o ensino fundamental, antes mesmo de iniciar efetivamente com a disciplina, quando colegas, familiares e até mesmo outros professores começam a lançar comentários ruins a respeito da disciplina, criando na “cabeça” da criança um pré-conceito difícil de ser revertido. O autor deste trabalho é professor desde 2014 e, por experiência própria, pode afirmar que, de todas as turmas que já lecionou, mais da metade dos alunos iniciam o ano sem muito interesse pela Física. Isso evidencia um problema grave no nível médio que precisa ser estudado para que se tenham cada vez mais novas metodologias para reverter esse quadro.

Um dos grandes motivos que contribui bastante para que esse problema se agrave é a falta de interesse por parte dos alunos em aprender física. A maneira como a Física é apresentada para a maioria dos jovens realmente é desestimulante. Na maioria dos casos, é apenas um amontoado de leis, fórmulas e muitos cálculos intermináveis. A maioria dos professores ainda insiste em utilizar a pedagogia tradicional, que consiste na transmissão oral e mecânica dos conteúdos, onde o professor explica e o aluno decora e replica na hora da prova, não existe um cuidado em observar as diferentes situações existentes dentro da sala de aula. Estudos realizados por Libâneo (1994) definem como a aprendizagem que se dá através da transmissão, onde o aluno é um mero receptor. A matéria de Física é tratada às vezes isoladamente e desvinculada dos problemas reais da sociedade, seguindo uma linha de Pedagogia Tradicional que, segundo Libâneo (1994),

é centrada no professor que expõe e interpreta a matéria (...) o meio principal é a palavra, a exposição oral (...) o professor tende a encaixar os alunos num modelo idealizado de homem que nada tem a ver com a vida presente e futura. A matéria de ensino é tratada isoladamente, isto é, desvinculada dos interesses do aluno e problemas reais da sociedade (Libâneo 1994, p. 64).

O autor acima citado sinaliza um problema de metodologia educacional descontextualizada da vivência do aluno. Aponta para a necessidade de novas metas e abordagens para promoção de um ensino de Física contextualizado com problemas reais da sociedade, algo que faça sentido na vida do aluno.

O Art. 35 da LDB/96 (Lei de diretrizes e Bases) prevê como uma das finalidades do ensino médio a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, que proporciona ao aluno uma compreensão do mundo que o cerca e na

construção de um pensamento crítico para resolver problemas sócio científicos, participar de debates coletivos e tomar decisões responsáveis.

Torna-se necessário, então, que o professor reflita sobre suas práticas dentro de sala de aula para que ele atenda a todos esses objetivos e torne o ensino de física mais eficiente e útil na vida do aluno. O aluno precisa encontrar significado no que está aprendendo, para que aquilo se torne interessante de aprender. A aprendizagem significativa de Moreira trata especificamente desse ponto, isto é, fazer com que o conteúdo aprendido em sala tenha significado para quem está aprendendo. O autor defende que, para que o conteúdo tenha significado para o aluno, é necessário utilizar de seus conhecimentos prévios para criar uma relação de interesse por parte do aluno em entender como explicar, ou, qual o fenômeno por traz daquela situação vivida por ele. Então, o conhecimento prévio do aluno é, com certeza, a variável mais importante do processo (Ausubel apud Moreira 2011).

Lembremos que a aprendizagem significativa decorre da interação não-arbitrária e não-literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (subsunçores) especificamente relevantes. Através de sucessivas interações um dado subsunçor vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas (MOREIRA, 2012. p. 9).

Ainda, segundo o Moreira (2012), a ideia do termo subsunçor é de indicar justamente esse conhecimento que o aluno já traz consigo de experiências anteriores, chamado também de conhecimento prévio. Conhecimento este que é de grande importância para ser utilizado como conexão com o novo conhecimento, formando assim uma nova estrutura.

É evidente a necessidade de se entender e resolver o problema do ensino de Física no nosso meio. Esta não é uma tarefa fácil e, por isso, é importante que sempre se procure novas metodologias para diversificar a maneira como o conhecimento é passado aos alunos. Ao longo das últimas, décadas surgiram importantes contribuições nessa área, como por exemplo “Física na cotidiano”, “equipamentos de baixo custo”, “ciência tecnologia e sociedade”, “história e filosofia da ciência”, “física contemporânea” e “novas tecnologias”. Porém, não se pode tomar apenas alguma dessas iniciativas como única e exclusiva para se trabalhar em sala de aula, porque esse pode não ser o melhor caminho a seguir, pois limita muito a capacidade de abstração do aluno a respeito do tema a ser tratado (MOREIRA, 2000. p. 95).

O problema de se usar apenas um tipo de iniciativa é que, em uma sala de aula, existem diferentes tipos de pessoas, com diferentes tipos de pensamentos, diferentes parâmetros, conhecimentos, contextos, etc. Então, quando o professor não preza pela diversidade de pensamentos, ele fica limitado a alcançar apenas uma parte de seus alunos. É necessário que o professor tenha pluralidade de pensamentos e iniciativas, levando em consideração que não existe apenas um tipo de aluno a sua frente. Não é nenhum problema desenvolver um método que consiga abarcar várias iniciativas diferentes para alcançar o maior número de alunos em uma sala de aula. Acredita-se que, quando o professor procura diferentes práticas para trabalhar em sala de aula, esse seja o melhor caminho para se alcançar o máximo de produtividade no processo educativo (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003, p. 256).

Nesse sentido, a formação continuada dos professores é um importante caminho a ser trilhado. Na maioria das vezes, buscar conhecimento por conta própria é bem mais exaustivo, além de dificultar a interação entre os colegas, entre os diferentes tipos de pensamentos. Para isto, o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física vem como um importante aliado para o aperfeiçoamento do profissional da educação, trazendo uma importante revisão dos conceitos de Física e, também, disciplinas da área de educação que tem como objetivo discutir e elaborar diferentes propostas educacionais relacionadas ao ensino de Física. E, por último, mas não menos importante, a proposta de elaboração de um produto educacional no final do programa que, além de contribuir com o ensino de Física, faz com que o aluno coloque em prática aquilo que aprendeu desde a graduação (NASCIMENTO, 2013, p. 261).

Talvez outro ponto que contribua para a aversão dos alunos ao estudo da Física seja o fato de ela ser ensinada de uma maneira errada, dando a entender que ela não faz parte da vida do deles. Isso traz a sensação que aquilo só vai servir para as provas e mais nada. Se esses saberes não tiverem uma relação, mesmo que indireta, com a vivência do aluno, eles serão deixados de lado assim que as provas passarem. Uma vez que o professor não trabalha, levando em consideração esses pontos, não faz sentido ensinar Física apenas para as provas, pois tendo somente esse objetivo em mente o ensino de Física não se sustenta (RICARDO; FREIRE, 2007, p. 261).

Ao buscar uma maneira de ensinar física de modo que ela faça parte da vida do aluno, antes e depois das provas, depara-se justamente com o modelo proposto por Marco Antonio Moreira, baseado nos estudos de David Ausubel. O modelo das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) se encaixa perfeitamente no que foi

descrito nos parágrafos anteriores. Para ter uma aprendizagem coerente e fazer com que o aluno leve esse conhecimento consigo ao longo de sua vida, a nova informação deve ter significado para ele. Para isso, segundo Moreira (1979), é necessário que procurar uma maneira de associar o novo conhecimento com os conhecimentos prévios do aluno.

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. Estrutura cognitiva significativa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo (MOREIRA, 1979, p. 276).

Segundo Masini (2011), para que ocorra uma aprendizagem significativa, deve-se observar todo um contexto cultural/social que o aprendiz traz de vivências passadas. Deve-se observar sempre que o processo de ensino aprendizagem é algo que ocorre dentro da individualidade de cada um. O professor deve estar imerso nesse meio em que vive o aluno para poder conseguir correlacionar o conceito a ser ensinado com seus conhecimentos prévios. Não podemos deixar de estar atentos as novas tecnologias e as manifestações culturais e artísticas, para não ficarem desatualizados perante a sala de aula.

Como produto educacional, foi elaborada uma sequência didática baseada nas ideias de Moreira, em forma de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. O tema escolhido foi Lançamento Oblíquo ou, como é descrito por alguns autores, Movimento Bidimensional e Lançamento de Projéteis. Somente o fato de esse conteúdo fazer parte do currículo do Ensino Médio, já se justifica a escolha, porém, faz-se aqui um pequeno aparte explicando a essa escolha.

Figura 1 – Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás.

1ª SÉRIE/ ENSINO MÉDIO			
EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM		EIXOS TEMÁTICOS	CONTEÚDOS
2º BIMESTRE	<ul style="list-style-type: none"> Definir aceleração média levando em consideração as linguagens gráficas e expressões matemáticas que a envolve. Diferenciar movimentos uniforme e uniformemente variado. Identificar diferentes modalidades de movimento. Caracterizar grandezas vetoriais levando em conta seus conceitos básicos aplicações e medidas. Aplicar conceitos da cinemática vetorial para a compreensão de lançamento de projéteis. 	Movimentos Grandezas vetoriais	<ul style="list-style-type: none"> Movimento Uniforme Movimentos variados Vetores Característica vetorial dos movimentos

Fonte: Goiás, 2012.

Para trabalhar esse tema na sequência didática em forma de UEPS, deve-se associá-lo com assuntos que façam parte da vida do aluno. No momento da escolha, deve-se levar em conta a realidade da turma de maneira geral. Pensando nisso, trabalhar-se-á

esse assunto relacionando com o esporte como situação problema. Durante algum tempo, o autor desse trabalho pensou em variados tipos de relações que poderiam ser usadas para trabalhar algum conceito de Física. Ele acredita que o esporte é uma boa sugestão de situação problema, pois muitos jovens praticam algum tipo de esporte e os que não o praticam, ao menos conhecem de ver na televisão, internet, filmes, olimpíadas, etc. É bastante improvável que se encontre algum adolescente que não conheça pelo menos o básico sobre os esportes mais conhecidos, como por exemplo, o futebol, o vôlei, o basquete, arco e flecha e o lançamento de objetos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2007), o professor deve decidir o assunto a ser trabalhado dentro da sala de aula, não se perguntando “o que ensinar de Física” e sim “para que ensinar Física”. Deve-se sempre ter a preocupação de encontrar alguma utilidade do conteúdo trabalhado na vida do aluno, para fazer com que ele encontre utilidade daquilo que está sendo trabalhado em sala de aula. Outra orientação dos PCN+, que vai de encontro ao fato de ter escolhido o esporte como tema do trabalho, é a interdisciplinaridade. Se escolha for trabalhar a Física de maneira isolada das outras áreas do conhecimento, ela não fará sentido para o aluno, pois é necessário encontrar meios de correlacionar a Física com as outras áreas do conhecimento.

No entanto, as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com as demais competências desejadas para a realidade desses jovens (BRASIL, 2007, p. 59).

Infelizmente, na rede pública de ensino, o número de aulas não é suficiente para se trabalhar todos os conteúdos previstos na grade curricular, conforme sugerida pela Secretaria de Educação do Estado. O professor tem, então, por muitas vezes, a difícil tarefa de ter que optar por um determinado conteúdo e deixar outros de lado. Ainda seguindo as orientações dos PCN+, a preocupação do professor no momento da escolha das competências a serem trabalhadas dentro da sala de aula não deve ser pensando apenas em um futuro engenheiro ou algo do tipo. Essa escolha deve ser feita tendo como base a formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade. Jovens que sejam capazes de opinar e entender sobre os diferentes assuntos que permeiam sua vivência. A Física é dividida em subáreas, a saber, Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo. O tema

proposto se encaixa dentro da área de Mecânica. Como esta é uma área bastante vasta, os PCN+ tem a seguinte orientação a respeito disso:

Assim, o espaço tradicionalmente demarcado pela Mecânica passa a ser associado às competências que permitem, por exemplo, lidar com os movimentos de coisas que observamos, identificando seus “motores” ou as causas desses movimentos, sejam carros, aviões, animais, objetos que caem, ou até mesmo as águas do rio ou o movimento do ar. Nessa abordagem, a Mecânica permite desenvolver competências para lidar com aspectos práticos, concretos, macroscópicos e mais facilmente perceptíveis, ao mesmo tempo que propicia a compreensão de leis e princípios de regularidade, expressos nos princípios de conservação. Fornece, também, elementos para que os jovens tomem consciência da evolução tecnológica relacionada às formas de transporte ou do aumento da capacidade produtiva do ser humano. E, para explicitar essas ênfases, o estudo dos movimentos poderia constituir um tema estruturador (BRASIL, 2007, p. 69).

Outro ponto que contribuiu para a escolha movimento bidimensional foi o fato de esse ser um tipo de movimento que abrange grande parte dos tipos de movimento, tanto o movimento uniforme quanto o movimento variado. Também este é um tipo de movimento que é mais comum nos esportes mais conhecidos. Então, apesar de ter um maior grau de complexidade, é um tema que desperta a curiosidade nos alunos.

O trabalho foi desenvolvido tendo como base a elaboração das UEPS para ensinar lançamento oblíquo através do esporte. O autor desse trabalho acredita que, através dessa metodologia, foge-se um pouco do tradicional, possibilitando, assim, um melhor resultado na aprendizagem dos alunos.

O objetivo geral é aplicar as UEPS e analisar sua eficiência quanto a aprendizagem. Para isto, a UEPS foi elaborada de maneira que nela estejam presentes diferentes metodologias já conhecidas, como a utilização de Datashow, vídeos, imagens e simulações computacionais. Um dos objetivos específicos consiste em descrever como funciona a aprendizagem significativa e as UEPS. Outro objetivo específico é analisar o rendimento das diferentes turmas de diferentes escolas, as quais o trabalho foi aplicado.

Como exigência do Programa de Mestrado, foi elaborado um produto educacional, que consiste numa sequência didática para ensinar lançamento oblíquo através do esporte, baseada nas UEPS de acordo com os trabalhos de Marco Antonio Moreira. Esse produto foi aplicado no Colégio Estadual Diógenes de Castro Ribeiro e no Centro Educacional Mérito, ambos colégios da cidade de Jaraguá, Goiás. O produto foi aplicado no Ensino Médio para turmas de primeira e terceira séries. Para a coleta de dados, foram utilizados questionários, atividades desenvolvidas pelos alunos durante as aulas, observação e anotações.

O capítulo 2 traz uma revisão detalhada, a nível superior, sobre o tema que será trabalhado, o Lançamento Oblíquo. O Capítulo 3 apresenta uma revisão da literatura acerca das teorias de aprendizagem envolvidas no trabalho. O Capítulo 4 descreve a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho, metodologia esta que é predominantemente qualitativa, e, também, uma secção descrevendo o produto educacional. O Capítulo 5 apresenta a análise dos resultados, obtida a partir da análise dos dados obtidos através da observação e dos questionários aplicados. Finalmente, as considerações finais serão apresentadas no Capítulo 6.

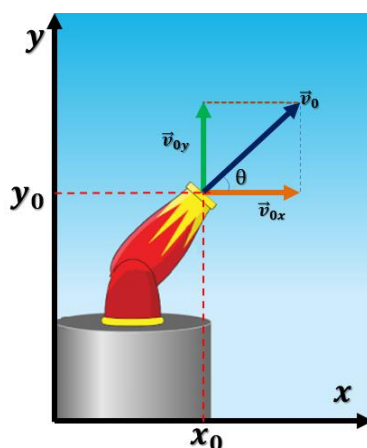
2 REVISÃO SOBRE O LANÇAMENTO OBLÍQUO – NÍVEL SUPERIOR

Utilizamos como apoio teórico na construção dessa revisão os livros “Fundamentos de Física 1 – Mecânica” de Halliday Resnick Walker e “Física I: Mecânica” de Mark W. Zemansky; Francis Weston Sears, Hugh D. Young e Roger A. Freedman.

Galileu Galilei foi uma das mentes mais importantes para a Matemática e a Física. Dentre suas inúmeras descobertas e seus grandes feitos, ele ficou bastante conhecido por ser um dos principais estudiosos do movimento de projéteis. Suas contribuições são utilizadas ainda hoje para se trabalhar esse tipo de movimento.

Para Galileu, o movimento oblíquo pode ser decomposto em dois tipos de movimentos, um movimento uniforme, ao longo do eixo horizontal e um movimento uniformemente variado, ao longo do eixo vertical. Vale ressaltar que essas considerações são válidas para sistemas livres de resistência do ar.

Figura 2 – Diagrama com as componentes da velocidade no lançamento oblíquo.



Fonte: *PhET Colorado*

Inicialmente, considere que o eixo x está na horizontal, paralela à superfície, e o eixo y está na vertical, perpendicular à superfície. Considere, também, que o projétil foi lançado da posição (x_0, y_0) no tempo t_0 com velocidade \vec{v}_0 , formando um ângulo θ com a horizontal, bastante conhecido como ângulo de tiro.

2.1 A velocidade

A velocidade inicial \vec{v}_0 pode ser escrita como uma como:

$$\vec{v}_0 = v_{0x}\vec{i} + v_{0y}\vec{j} \quad 01$$

Pode-se, também, escrever a velocidade inicial em função do ângulo de tiro. Para isso, basta fazer a decomposição do vetor usando as funções seno e cosseno:

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta \quad \mathbf{02}$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta \quad \mathbf{03}$$

2.2 As Leis de Newton

Para aplicar as Leis de Newton para esse movimento, considere que o projétil se move sob a ação da aceleração da gravidade, que nesse sistema é admitida como constante, e próximo a superfície terrestre. Sabe-se que a gravidade aponta sempre para o centro do planeta, sendo assim, no sentido negativo do eixo y (conforme diagrama da Figura 2). Desprezando a força de resistência do ar e considerando que a superfície da Terra seja plana, a força gravitacional pode ser escrita como:

$$\vec{F} = -(mg)\vec{j} \quad \mathbf{04}$$

Pode-se, então, analisar as componentes x e y da força gravitacional de maneira isolada, considerando que o sistema é uma composição de dois movimentos. Essa análise será feita a partir da Segunda Lei de Newton. Para o eixo x , tem-se:

$$F_x = 0$$

$$F_x = ma_x = 0 \quad \mathbf{05}$$

Dizer que a aceleração no eixo x é zero implica que o movimento horizontal é constante ao longo do tempo:

$$m \frac{dv_x}{dt} = 0$$

$$\frac{dv_x}{dt} = 0$$

$$v_x(t) \rightarrow \text{constante}$$

$$v_x(t_0) = v_x(t) \quad \mathbf{06}$$

Para a posição na direção x , pode-se afirmar que:

$$\frac{dx(t)}{dt} = v_x(t)$$

Integrando ambos os lados em função do tempo, obtém-se o seguinte resultado:

$$\int_{t_0}^t dx(t) = v_x \int_{t_0}^t dt$$

$$x(t) - x(t_0) = v_x(t - t_0)$$

Admitindo $x(t_0) = x_0$

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}_0 + \mathbf{v}_x(t - t_0) \quad \mathbf{07}$$

Agora, analisando a componente da força para o eixo y, tem-se que:

$$F_y = ma_y = -mg$$

$$a_y = -g$$

Pode-se, também, reescrever a aceleração da gravidade como:

$$\frac{dv_y}{dt} = -g$$

Integrando ambos os lados em função do tempo, obtém-se o seguinte resultado:

$$\int_{t_0}^t dv_y(t) = -g \int_{t_0}^t dt$$

$$v_y(t) - v_y(t_0) = -g(t - t_0)$$

Considerando $v_y(t_0) = v_{0y}$, a equação pode ser escrita como:

$$\mathbf{v}_y = \mathbf{v}_{0y} - \mathbf{g}(t - t_0) \quad \mathbf{08}$$

Por fim, a determinação da função horária da posição para o eixo y será encontrada de maneira análoga ao que foi feito com relação ao eixo x, isto é,

$$\frac{dy(t)}{dt} = v_y$$

$$\frac{dy(t)}{dt} = v_{0y} - g(t - t_0)$$

Integrando todos os membros, tem-se:

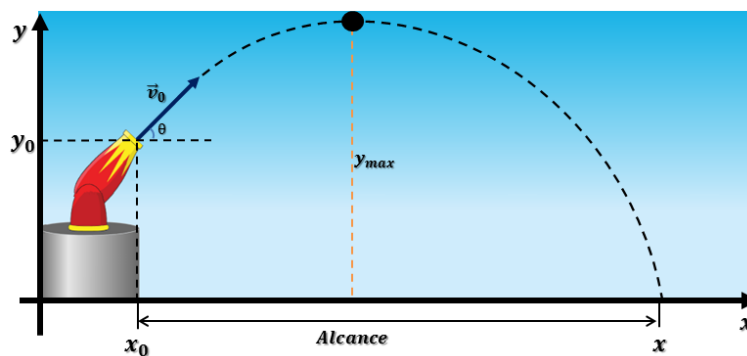
$$\int_{t_0}^t dy(t) = \int_{t_0}^t [v_{0y} - g(t - t_0)] dt$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}(t - t_0) - \frac{g}{2}(t - t_0)^2 \quad 09$$

2.3 Altura máxima

A altura máxima é considerada o ponto mais alto do eixo y. Nesse ponto, o projétil não para, apenas a componente y da velocidade (v_y) que é nula.

Figura 3 – Representação da trajetória percorrida pelo projétil no lançamento oblíquo a partir de uma determinada altura inicial.



Fonte: *PhET Colorado*

De acordo com a Equação 08, considerando que o tempo para atingir a altura máxima seja igual ao tempo de subida t_s e adotando $v_y = 0$, então:

$$0 = v_{0y} - g(t_s)$$

$$t_s = \frac{v_{0y}}{g} \quad 10$$

A altura máxima pode ser obtida através da substituição do tempo de subida (t_s) (Equação 10) na função horária da posição (Equação 09) para o movimento uniformemente variável.

$$y = y_0 + v_{0y} \left(\frac{v_{0y}}{g} \right) - \frac{g}{2} \left(\frac{v_{0y}}{g} \right)^2$$

Definindo a posição final y com sendo igual a altura máxima y_{max} , substituindo o valor de v_{0y} pela Equação 03 e simplificando a equação acima, obtêm-se:

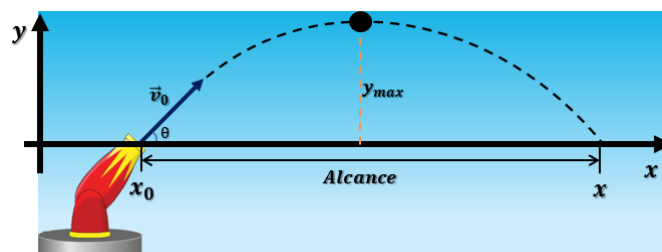
$$y_{max} = y_0 + \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} \quad 11$$

De acordo com a Equação 11, observa-se então que a altura máxima atingida por um projétil lançado obliquamente depende da velocidade inicial aplicada, da posição inicial em relação ao eixo y e do ângulo de tiro θ , já que se considerou a aceleração da gravidade com sendo uma constante.

2.4 O alcance

Considere, primeiramente, o caso em que o objeto é lançado a partir do solo, ou seja, $y_0 = 0$, conforme diagrama da Figura 4.

Figura 4 – Representação da trajetória percorrida pelo projétil no lançamento oblíquo a partir do solo.



Fonte: *PhET Colorado*

Para esta situação, o tempo de subida corresponde ao intervalo de tempo entre o lançamento até o momento em que o projétil atinge a altura máxima y_{max} . Neste caso, pode-se dizer que o tempo de subida é igual ao tempo de descida. Assim, para se obter o tempo total de voo (t_t) basta multiplicar o tempo de subida por dois:

$$t_t = 2t_s = 2 \frac{v_{0y}}{g}$$

O alcance poderá ser definido a partir da função horária da posição no eixo x (Equação 07) já substituindo o valor do tempo de voo e considerando o alcance como x_{max} :

$$x_{max} = v_{0x} \left(2 \frac{v_{0y}}{g} \right) \quad 12$$

Substituindo v_{0x} pela Equação 02 e v_{0y} pela Equação 03, obtêm-se:

$$x_{max} = v_0 \cos \theta \left(2 \frac{v_0 \sin \theta}{g} \right)$$

Simplificando a equação e aplicando a identidade $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$:

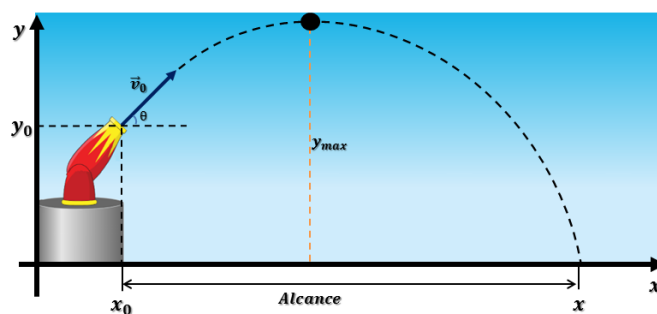
$$x_{max} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} \quad 13$$

Para todo sistema de lançamento, existe um limite de velocidade que este consegue imprimir no projétil. Pensando nisso, pode-se definir qual seria o melhor valor de o ângulo de tiro para que o alcance seja máximo. Nessa situação, para determinar o alcance máximo (x_{max}), o valor de $\sin 2\theta$ deve ser máximo, ou seja, igual a um. Sendo assim, $2\theta = 90^\circ$ ou seja, θ deverá ser igual a 45° . E, portanto,

$$x_{max} = \frac{v_0^2}{g} \quad 14$$

Considere, agora, a o caso em que o projétil é lançado a partir de uma altura inicial y_0 , conforme diagrama da Figura 5.

Figura 5 – Representação da trajetória percorrida pelo projétil no lançamento oblíquo a partir de uma determinada altura inicial.



Fonte: *PhET Colorado*

Para esta situação, o tempo de subida não é igual ao tempo de descida. O tempo de voo (t_t) pode ser definido a partir da função horária da posição para o eixo y (Equação 09), considerando que o projétil atinge o solo na posição $y = 0$. Então:

$$y = y_0 + v_{0y}(t_t) - \frac{g}{2}(t_t)^2 = 0$$

Aplicando Bhaskara e isolando o t_t , obtêm-se:

$$t_t = \frac{-v_{0y} \pm \sqrt{(v_{0y})^2 + 2gy_0}}{-g}$$

Considerando apenas o resultado para que $t > 0$ e que $v_{0y} \geq 0$:

$$t_t = \frac{v_{0y} + \sqrt{(v_{0y})^2 + 2gy_0}}{g} \quad 15$$

O alcance poderá ser definido a partir da função horária da posição no eixo x (Equação 07), já substituindo o valor do tempo de voo (Equação 15) e considerando o alcance como x_{max} . Nesse caso:

$$x_{max} = v_{0x} \left(\frac{v_{0y} + \sqrt{(v_{0y})^2 + 2gy_0}}{g} \right) \quad 16$$

É interessante observar que quando $y_0 = 0$ na Equação 16, obtêm-se o resultado anterior, dado pela Equação 12.

2.5 O efeito do ar

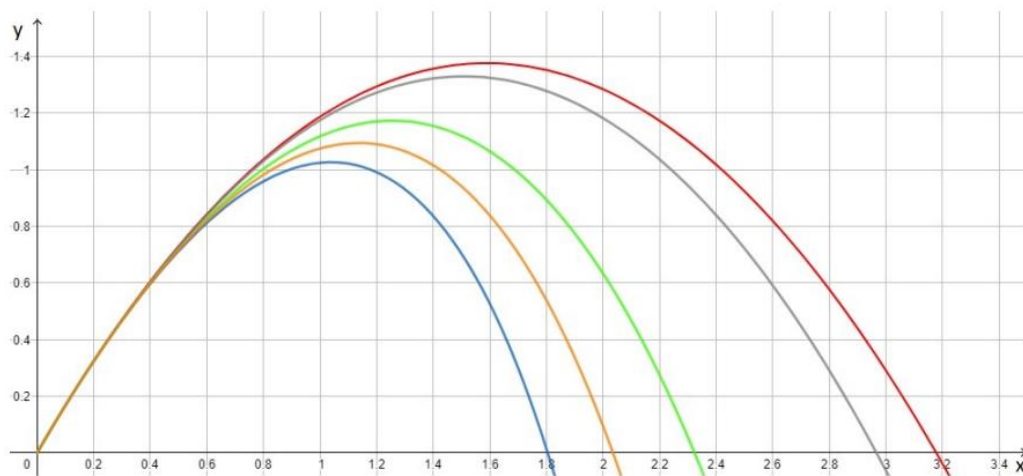
Durante toda nossa revisão, consideramos que o sistema estava livre da resistência do ar. Porém, é importante que saibamos como se comporta um projétil lançado obliquamente em uma situação com resistência do ar. Em uma situação real não podemos desprezar essa força, ela irá influenciar bastante em todas as variáveis, no alcance, na altura máxima e no tempo de voo. Essas alterações vão depender de algumas características como por exemplo, a densidade e temperatura do ar, o formato do objeto, a massa do objeto e a velocidade em que esse objeto se move.

Outro fator importante que devemos observar é que agora na componente horizontal o movimento deixa de ser uniforme e passa a ser uniformemente variado, se considerarmos a resistência do ar como uniforme durante toda a trajetória. Isso torna a

análise desse tipo de movimento mais complicada, uma vez que não podemos mais tratar os movimentos horizontal e vertical de forma separada (NUSSENZVEIG, 2002)

A força de resistência do ar é medida a partir de uma grandeza conhecida como coeficiente de resistência (k), que depende basicamente da densidade do ar, do formato do corpo e da área transversal perpendicular à direção do movimento. Nesse tipo de movimento, quando levamos em conta o arrasto produzido pelo ar, o alcance e a altura máxima são menores tanto quanto for maior o coeficiente k (SILVA et al., 2018).

Figura 6 – curvas parametrizadas em função do tempo de cinco corpos diferentes de mesma massa e coeficientes k diferentes. Da esquerda para a direita, $k = 1$, $k = \frac{3}{4}$, $k = \frac{1}{2}$, $k = \frac{1}{10}$ e $k = 0$.



Fonte: SILVA et al., 2018

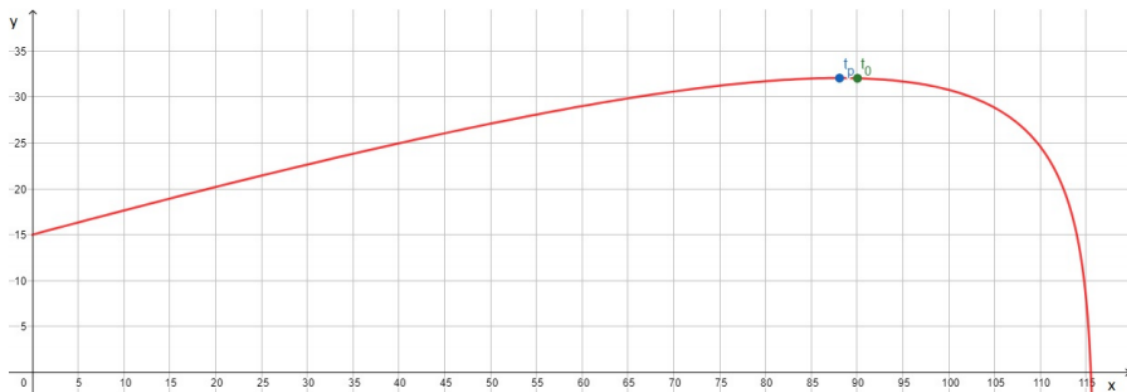
Segundo Silva (2018) o alcance e a altura máxima podem ser obtidos segundo as equações abaixo.

$$x_{max} = x_0 + \frac{mv_{0x}}{k_x} \left(1 - e^{-\frac{k_x t}{m}} \right) \quad 17$$

$$y_{max} = y_0 - \frac{mgt}{k_y} + \left(v_{0y} + \frac{mg}{k_y} \right) \left(\frac{m - me^{-\frac{k_y t}{m}}}{k_y} \right) \quad 18$$

Os mesmos autores (SILVA et al., 2018) citados acima fizeram uma suposição de um cenário hipotético em que o lançamento foi de uma altura de 15 m com inclinação de 15° e tinha como objetivo calcular o alcance do tiro de um morteiro. O projétil foi lançado com velocidade de 360 km/h, tinha massa de 1 kg e o coeficiente $k_x = k_y = 1$.

Figura 7 – Curva parametrizada em função do tempo, mostrando a trajetória do projétil do morteiro.



Fonte: SILVA et al., 2018

Utilizando a Equação 17 para fazer esse cálculo, encontrou-se um alcance de aproximadamente 115,5 m. Para comparação, se esse lançamento fosse feito em uma situação isenta de atrito o alcance seria de aproximadamente 173 m.

Observando a trajetória ilustrada na figura acima fica ainda mais evidente como a força de arrasto do ar provoca uma mudança brusca na trajetória do projétil. É interessante observar esse tipo de exemplo pois o movimento é contraintuitivo e dependendo da situação pode nos induzir ao erro.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo apresenta uma breve revisão sobre o referencial teórico utilizado neste trabalho. Como já fora dito anteriormente, a sequência didática foi elaborada em forma de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), de Marco Antônio Moreira. Essa metodologia de Moreira baseia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel. Essas são metodologias que se completam, pois tem o mesmo objetivo, isto é, fazer com que o aluno aprenda de maneira significativa.

Sabe-se que o ensino de Física está longe do ideal. Na maioria das escolas, ainda se ensina Física de uma maneira mecanizada, tendo o aluno como um mero receptor de informações. Não se pode culpar os professores por utilizarem dessa metodologia, pois, em algumas situações, a escola não dispõe de recursos para se utilizar de outra metodologia além dessa. Porém, em outros casos, o motivo é simplesmente a falta de conhecimento dos profissionais da educação ou até mesmo falta de força de vontade por parte desses. Desenvolver esse tipo de trabalho é importante, pois ajuda a divulgar e a popularizar essas metodologias que fogem do “tradicional” e que, muitas vezes, os professores das escolas têm em mente que elas são algo muito distantes de sua realidade, que são muito difíceis de serem aplicadas na prática, o que não é verdade.

3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

Desenvolvida por Ausubel, a Teoria da Aprendizagem Significativa visa fazer com que o aluno aprenda de maneira significativa, onde o que está sendo ensinado tem relação com os conhecimentos prévios do aluno. Então, segundo Ausubel, o conhecimento prévio é a variável mais importante do processo. A aprendizagem deve ser substantiva, isto é, ela não acontecerá se for de maneira arbitrária, pois existe um cuidado necessário na hora da elaboração e planejamento de todo o processo (MOREIRA, 2000, p. 4).

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa acontece através de dois processos cognitivos ou também comumente chamados de princípios programáticos: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*. Segundo o autor, o processo deve começar com ideias mais gerais, ideias mais abrangentes sobre o tema e, na medida em que se vai avançando no processo, o professor deve ir diferenciando progressivamente, através de suas especificidades, os detalhes e informações que

permeiam esse novo conhecimento. Esse não deve ser um processo dedutivo, o que é mais importante deverá ser introduzido inicialmente e depois trabalhado de diferentes maneiras. Esse é o processo de diferenciação progressiva. Em contrapartida, o processo de ensino não deve ser pensado apenas baseando-se em diferenciar progressivamente. Torna-se necessário reconciliar consistências e inconsistências que aparecem durante o processo, mostrando ao aluno quais delas são reais e quais são aparentes. Esse é o princípio da reconciliação integradora (MOREIRA, 2000, p. 5).

Para que aprendizagem seja realmente significativa para o aluno, é necessário que se cumpram duas condições. A primeira, é que o novo conhecimento a ser aprendido pelo aluno seja relacionável com a estrutura cognitiva do estudante, de maneira não arbitrária. E a segunda, que o estudante esteja disposto a aprender esse novo conhecimento (MOREIRA, 1983). Para Ausubel, não existe aprendizado se o sujeito não se dispuser a aprender. Sendo assim, é necessário que o estudante tenha vontade de entender o que está sendo proposto. Mas, em contrapartida, os métodos e materiais utilizados precisam estar de acordo com o processo para que este seja eficiente.

Um aspecto importante da TAS que deve ser levantado é o da avaliação. Avaliar se a aprendizagem foi realmente significativa não constitui uma tarefa fácil. Pelo contrário, é necessário seguir algumas orientações pertinentes para que se não cometa erros nesse momento que é tão importante. Os professores estão muito acostumados a avaliar sempre da mesma maneira, através de provas, trabalhos, atividades, etc., sempre no final do processo. A avaliação da aprendizagem significativa não pode acontecer apenas no final, ela deve ser feita durante o processo, o que o autor chama de avaliação formativa. É um tipo de avaliação mais delicada de se fazer, pois é algo que parte da sensibilidade do professor em observar os mínimos detalhes e indícios de que ocorreu de fato a aprendizagem significativa. Outro ponto importante sobre a avaliação é a avaliação recursiva, ou seja, uma avaliação que aproveita o erro, fazendo com que o aluno tenha a oportunidade de refazer suas atividades e corrigir seus erros. Esta é uma importante sugestão, pois vai de encontro com o que acontece na realidade. Os professores não são perfeitos; os autores das mais importantes teorias científicas também não são perfeitos. Todos cometem erros. Contudo, o importante é saber o que deu errado e onde se cometeu o erro para poder concertar (MOREIRA, 2013, p. 32).

É importante destacar que o processo de avaliação do aprendiz não deve ocorrer de qualquer maneira e, também, que essa avaliação não deve ocorrer apenas com o aluno, mas também com o ensino como processo (isso inclui o professor). Moreira (2013)

destaca que não há ensino se não há aprendizagem. Sempre que o aluno não aprende, costuma-se colocar a culpa nele próprio, ou na escola, ou no material, mas quase nunca os professores param para se avaliarem, ou avaliarem sua metodologia, seus materiais etc.

A avaliação do ensino e, indiretamente, da organização do conteúdo programático, é intrínseca ao modelo. Não tem sentido ensinar, ensinar, e só avaliar o desempenho do aluno. É comum falar-se no processo ensino-aprendizagem, mas na prática só há ensino se houver aprendizagem. Quando a avaliação da aprendizagem fornece evidências de que esta não ocorreu a causa é sempre o aluno que “não estudou”, que “não tem base”, que “não tem interesse” e por aí vai. O problema pode estar no aluno, mas também no ensino, e por isso é preciso avaliá-lo. Esta avaliação (que obviamente, envolve a reflexão crítica sobre a prática docente) realimenta todo o planejamento feito (MOREIRA, 2013, p, 40).

Essa avaliação é importante para que no futuro essas falhas não se repitam e que cada vez mais os professores possam ajustar e melhorar suas metodologias. Uma vez que não se avalia o processo de ensino, sempre que algo não funcionar bem como o esperado, culpa-se alguma coisa e pode ser que se cometa um grave erro.

3.2 Aprendizagem Significativa Crítica

Promover ao aluno uma formação crítica é indispensável para que se tenha um cidadão atuante perante a sociedade. Alguém que possa opinar a respeito do que as outras pessoas impõem que ele seja feito. Este aspecto da educação é descrito pelo Artigo 35 da LDB - Lei nº 9.394 de 20 de Dezembro de 1996: *III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.*

Pensar na formação crítica do aluno também é papel do professor em sala de aula, principalmente em se tratando de Ciências da Natureza, no caso a Física. Uma das vertentes da TAS trata justamente desse aspecto, a Aprendizagem Significativa Crítica, onde se defende que o sujeito deve ser capaz de lidar com as mudanças da sociedade, da tecnologia, dos costumes, sem se deixar levar pelo senso comum.

É através da aprendizagem significativa crítica que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é

construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente (MOREIRA, 2000, p. 7).

Segundo Moreira (2000), há, pelo menos, onze princípios básicos para que se tenha uma aprendizagem significativa crítica. O autor utilizou-se de ideias de outros autores que ele considera bem mais radicais. Porém, estes que aqui serão descritos são sugestões mais simples e viáveis de se aplicar e, ao mesmo tempo, algo que pode ser considerado subversivo ao que geralmente ocorre dentro da sala de aula, a saber:

1. *Princípio do conhecimento prévio.* O aluno aprende a partir do que ele já sabe. O conhecimento prévio é a variável mais importante no processo de aprendizagem significativa. Alguém só pode ser crítico a respeito de algum conhecimento se antes este for significativo para ele.

2. *Princípio da interação social e do questionamento.* Ensinar perguntas ao invés de simples respostas. Uma vez que o aluno aprende a perguntar, a resposta à pergunta feita por ele tem grandes chances de se tornar significativa. Ensinar de maneira que o professor dê as respostas e o aluno as reproduz na prova não é aprendizagem significativa e sim mecânica. Aprender a elaborar perguntas relevantes e associando isso a interação com a sociedade tem-se a aprendizagem significativa crítica.

3. *Princípio da não centralidade do livro de texto.* Utilizar outros materiais instrucionais além do livro texto. Existem diversas opções disponíveis ao professor, imagens, vídeos, animações, experiências, artigos, etc. Em muitos casos, esses e outros exemplos, conseguem representar algum conhecimento muito melhor do que o próprio livro texto. Aprender a usar outras fontes de conhecimento faz parte da aprendizagem significativa crítica, porém vale ressaltar que o objetivo aqui não é banir o livro, e sim usá-lo como mais uma ferramenta no processo de ensino.

4. *Princípio do aprendiz como receptor/representador.* Considerar o aluno como um simples receptor de conhecimento é bastante perigoso, pois ele não é como uma máquina que alguém chega e transfere alguma informação e pronto, está feito. Em se tratando de seres pensantes, o processo é bem mais complexo. Tudo o que o aluno recebe, ele percebe e automaticamente o representa, de maneira que essa percepção é a variável que realmente importa. A maneira como o aluno percebe e representa isso em sua estrutura cognitiva depende diretamente de seus conhecimentos prévios, ou seja, de suas percepções anteriores.

5. *Princípio do conhecimento como linguagem.* Não se pode dissociar a linguagem do conhecimento. Para se aprender algo novo é necessário que se conheça sua

linguagem, pois o conhecimento é representado através de um tipo de linguagem. Aprender outro tipo de linguagem, não apenas a escrita, implica em ter uma maior liberdade para conhecer novas ideias, e isso significa ter um melhor pensamento crítico sobre as coisas. Uma vez que o sujeito não conhece diferentes linguagens, ele se encontra numa posição de limitação intelectual.

6. *Princípio da consciência semântica.* Apesar de tanto se falar em linguagem, é preciso saber que o verdadeiro significado está nas pessoas e não nas palavras. Elas foram criadas pelas pessoas, então, independentemente de o que elas querem dizer, o real significado estará sempre nas pessoas. Deve-se tomar cuidado com as palavras, pois seus significados mudam com o passar do tempo. Diferentes pessoas têm diferentes entendimentos a respeito das palavras.

7. *Princípio da aprendizagem pelo erro.* O ser humano erra o tempo todo. É possível aprender com os erros, pois não há problema em errar. Não existe verdade absoluta, o conhecimento está em constante construção. A escola simplesmente ignora o fato de que é da natureza humana errar, e, por isso, pune de maneira muito radical o erro do aluno. Assume seus conceitos como prontos e acabados, como verdades absolutas. Buscar encontrar seus erros é uma maneira de pensar criticamente, uma vez que esta é a maneira como o conhecimento é desenvolvido.

8. *Princípio da desaprendizagem.* É necessário existir uma relação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio para que se tenha uma aprendizagem significativa. Porém, se esse conhecimento prévio impede que haja essa relação, este é o momento da desaprendizagem. A ideia não é fazer o aluno esquecer o que já sabe, mas sim deixar de usar esse conhecimento específico que está impedindo que se estabeleça a relação necessária. Outro motivo importante relacionado a esse princípio é o fato de a sociedade estar em constante evolução, em constante mudança. Então, se o indivíduo aprende a desaprender, isso o torna capaz de selecionar e ajustar melhor seus conhecimentos.

9. *Princípio da incerteza do conhecimento.* Este princípio está relacionado a três importantes elementos: definições, perguntas e metáforas. As perguntas, como já foi dito anteriormente, é o principal instrumento para a percepção de algo novo, é através dela que se aprende. As definições e metáforas são instrumentos para pensar, sendo que as definições são algo que se utiliza em um determinado contexto, de maneira que se forem tiradas desse contexto, elas perdem o significado. Por meio das metáforas, os cientistas encontraram uma maneira de pensar muitas das teorias criadas até hoje. Muito do que se

fala na Física não existe de fato, é apenas uma “metáfora” usada para definir algum fenômeno ou conceito novo.

10. *Princípio da não utilização do quadro-de-giz.* É complementar ao princípio da não centralidade do livro texto. A ideia é não centrar o processo no quadro, onde o professor escreve e os alunos apenas copiam e reproduzem; isso é aprendizagem mecânica. É claro que somente evitar usar esse método não resolve o problema, é necessário o conhecimento de outras metodologias para que sejam empregadas de maneira correta. Existe hoje uma vasta lista de opções para se trabalhar um conteúdo em sala de aula sem a utilização do tradicional quadro e giz. Esse princípio é fundamental para uma formação significativa crítica, pois coloca o aluno como centro do processo.

11. *Princípio do abandono da narrativa.* Esse princípio também é complementar ao princípio anterior. O objetivo é deixar o aluno falar. É importante dar voz ao aluno para que ele aprenda a se expressar e busque diferentes maneiras de fazer isto. O papel do professor nesse caso é o de mediador, aquele que orienta e media todo o processo. O aluno deve ser ativo e não passivo. Se ele participa ativamente do processo, isso contribui para uma formação significativa crítica.

3.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

O presente trabalho consiste na construção de uma UEPS, método apresentado por Marco Antonio Moreira, que tem como princípio a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Essas UEPS são sequências didáticas, cujo objetivo consiste em provocar uma aprendizagem diferente do método tradicional/mecânico. A ideia é que essa aprendizagem seja feita de tal forma que o novo conhecimento se torne algo significativo na vida do aluno. Segundo Moreira, não existe ensino sem aprendizagem e, como esta deve ser significativa, as unidades de ensino vêm no sentido de aumentar a potencialidade da Teoria de Ausubel (Moreira, 2011).

Como já foi dito anteriormente, segundo a TAS, para que a aprendizagem seja realmente significativa, existem duas condições, uma delas trata do interesse em aprender, por parte do aluno, e a outra das relações feitas com o conhecimento prévio. As UEPS atendem a essa segunda condição, pois são sequências didáticas em forma de unidades de ensino com o objetivo de facilitar a aprendizagem significativa. Essas unidades de ensino são baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, as Teorias de Educação de Joseph D. Novak (1977) e de D.B. Gowin (1981), a Teoria Interacionista Social de Lev Vygotsky (1987), a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud

(1990; Moreira, 2004), a Teoria dos Modelos Mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de M.A. Moreira (2005).

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2012).

Segundo MOREIRA (2011), só há ensino se acontecer a aprendizagem significativa, pois não se pode dissociar esses dois processos. As UEPS obedecem a alguns princípios norteadores para a sua boa elaboração. Segundo Moreira (2011), esses princípios são:

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- Frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;

- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

É importante que se tenha uma atenção especial a esses princípios para que as UEPS funcionem bem. O ser que está aprendendo é o centro de todo o processo e é ele quem decide se quer ou não aprender algo novo. Quando ele decide que quer aprender é bastante provável que esta será uma aprendizagem significativa. Para despertar essa curiosidade e/ou vontade em aprender é que se tem as situações-problema, as quais são as responsáveis por despertar essa curiosidade e fazer com que a aprendizagem seja significativa. Estas situações problemas deverão ter um nível de complexidade organizado de maneira crescente, para que o aluno possa ir se desenvolvendo na medida em que o processo vai sendo realizado e sua estrutura cognitiva vai sendo formada. Durante o processo, o papel do professor é o de criar situações-problema e fazer a mediação da captação de significados por parte do aluno. É interessante que o professor dê voz ao aluno e deixe de monopolizar a narrativa durante a aula para que o aluno tenha autonomia para pensar, perguntar e defender suas ideias. As situações-problema devem ser pensadas de maneira que façam parte da vida do aluno. Se o professor as elabora de maneira que o aluno não tenha nenhum conhecimento prévio sobre aquele determinado assunto, essa situação problema não fará sentido para ele. Ao invés de se propor ao aluno que ele memorize as informações que ele precisa aprender é mais eficiente, do ponto de

vista de ser significativo, fazer com que o aluno aprenda a aprender através de questionamentos, ou seja, ensiná-lo a perguntar.

Além de todos estes princípios citados acima, Moreira (2011) ainda destaca oito importantes passos, denominados de “aspectos sequenciais”, para a construção de uma UEPS, conforme descritos brevemente abaixo.

- 1º. Esse primeiro passo dá orientação a primeiramente definir o que será o tema do processo. A princípio parece bastante óbvia essa orientação, porém, não é apenas definir o tema. Além disso, deve-se definir quais os aspectos do conteúdo serão trabalhados, delimitar quais os tópicos a serem abordados para que estes estejam dentro da matéria prevista.
- 2º. O segundo passo é propor as situações-problema. Estas poderão ser apresentadas através de uma discussão aberta, questionários, mapas conceituais ou mentais, etc. O objetivo é identificar quais os conhecimentos prévios do aluno, fazendo com que ele apresente quais são suas indagações ou impressões sobre determinada situação-problema.
- 3º. Este terceiro passo é um aspecto relativo a ordem na hora de elaborar a sequência didática. Propõe que as situações-problema sejam organizadas de tal maneira que inicialmente seja em um nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, a fim de preparar para dar sentido ao novo conhecimento que está por vir. É importante que o aluno perceba como um problema será resolvido para que ele possa modelar aquele problema mentalmente e, posteriormente, aquilo terá significado para ele. Estas situações-problema podem ser apresentadas inicialmente através de vídeos, simulações, questionários, etc.. Podem, ainda, ser um tipo de situação relacionado a diferentes assuntos, por exemplo, problemas clássicos da matéria, alguma notícia veiculada pela mídia, uma cena de um filme, problemas relacionados ao esporte, etc. O importante é que esta situação faça parte da vida do aluno, que ela seja acessível a ele, do contrário ela não terá eficácia na aprendizagem significativa.
- 4º. Após ter trabalhado as situações-problema, o quarto passo orienta a apresentar o conhecimento a ser ensinado de maneira introdutória, começando com os aspectos

gerais relacionados a ele, sempre destacando sua importância na solução do problema proposto, dando exemplos de outras possíveis aplicações, etc. Logo em seguida, pode ser feita uma atividade em pequenos grupos, seguida de uma discussão ou apresentação para a sala. Neste momento, o professor deve levar em conta a diferenciação progressiva, que é o processo de diferenciação em termos de detalhes e especificidades. É um processo quase que natural, onde o conhecimento é apresentado inicialmente de maneira bem introdutória e, na medida em que o professor progride com a sequência, estas ideias vão sendo amadurecidas.

- 5°. O quinto passo seria retomar os aspectos apresentados anteriormente. Agora, porém, em um nível de complexidade um pouco mais elevado. Esta retomada pode ser através de uma exposição oral ou também através de outros meios como vídeos, animações, imagens, textos, etc. Nesse momento, podem ser apresentados novos problemas relacionados com as situações anteriores, fazendo uma relação com outras situações similares.
- 6°. Este é um importante passo. É o momento de retomar as características mais importantes do conteúdo para que se tenha uma integração entre a situação-problema e o conceito propriamente dito. Este é o momento de fazer a apresentação de fato, podendo ela ser feita através de uma exposição oral, leitura de um texto, um vídeo explicativo, etc. O importante nesse ponto é a maneira como o conteúdo será trabalhado. O professor deve preparar novas situações-problema com níveis de complexidade cada vez maiores, aumentando assim o desafio para os alunos. As respostas a estes problemas propostos podem ser discutidas com o grande grupo, dando voz ao aluno.
- 7°. O sétimo passo está relacionado ao momento da avaliação. A avaliação da aprendizagem através da UEPS não deve ser feita da maneira tradicional, uma avaliação feita no final do processo, baseada apenas em certo e errado. Esse tipo de avaliação não deve ser banido. É importante que ele exista, porém somente este não avalia se a aprendizagem foi realmente significativa. A avaliação deve ser contínua, onde o professor deve ter a sensibilidade para detectar indícios de que a aprendizagem do aluno foi ou não significativa.

8°. O último passo vem como uma reflexão acerca da avaliação da UEPS, onde diz que ela só pode ser considerada exitosa se houver evidências de que a aprendizagem foi realmente significativa. O aluno precisa ser capaz de resolver as situações-problema, explicá-las, etc. Como a aprendizagem significativa é um processo progressivo, a avaliação deve ser baseada em evidências e não apenas em uma avaliação feita no final do processo.

Estas orientações elaboradas pelo autor, em forma de princípios e passos, fornecem uma boa noção do que deve ser feito para se elaborar uma sequência didática em forma de UEPS de maneira que ela seja realmente eficaz em tornar a aprendizagem significativa para o aluno. Uma das mais importantes orientações está relacionada ao conhecimento prévio do aluno, sendo esta a variável mais importante do processo. Dentre os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aluno, estão os subsunçores, que segundo Moreira significa:

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles (MOREIRA, 2012).

A aprendizagem só se torna significativa se houver uma relação entre o conhecimento prévio (subsunçor) e o novo conhecimento. Quando isso acontece, os novos conhecimentos se tornam significativos para o estudante. Os conhecimentos prévios utilizados ganham novos significados ou podem também ter uma melhor estabilidade cognitiva.

4 METODOLOGIA

Discutir-se-á neste capítulo os processos metodológicos utilizados na realização deste trabalho de dissertação. Serão abordados assuntos tais como a natureza da pesquisa, coleta de dados, público alvo, local de pesquisa, dentre outros, que são importantes do ponto de vista metodológico.

4.1 Pesquisa qualitativa

A pesquisa feita nesse trabalho foi de natureza qualitativa. Optou-se por este tipo de pesquisa por ser o que melhor se adequa aos objetivos definidos para esse trabalho. Para a abordagem qualitativa, a realidade é subjetiva e pode ter interpretações diferentes se analisadas por diferentes pesquisadores, pois o pesquisador interage diretamente com a pesquisa (CHUEKE; LIMA, 2012). Na pesquisa qualitativa, o pesquisador é a peça fundamental.

Os estudos denominados qualitativos têm como preocupação fundamental o estudo e a análise do mundo empírico em seu ambiente natural. Nessa abordagem valoriza-se o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada... Para esses pesquisadores um fenômeno pode ser mais bem observado e compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte. Aqui o pesquisador deve aprender a usar sua própria pessoa como o instrumento mais confiável de observação, seleção, análise e interpretação da coleta dos dados (GODOY, 1995 p.62).

Segundo Godoy (1995), o pesquisador é a peça chave na coleta e análise de dados da pesquisa qualitativa. Nesse caso, o professor é o pesquisador, então, ele está em contato direto com o ambiente no qual a pesquisa acontece, ele faz parte daquele processo. Como a análise é bastante subjetiva e depende/varia do olhar de cada observador, nada melhor do que o próprio professor pesquisador para fazê-la, já que este é o protagonista de todo o processo.

A pesquisa qualitativa pode ser do tipo etnográfica ou estudo de caso. No presente trabalho, optou-se pelo estudo de caso, visto que se trata de um estudo de um caso onde o campo está bem delimitado e definido (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). As autoras Menga Lüdke e Marli André (1986) ainda destacam cinco importantes características para definir o que é uma pesquisa qualitativa, a saber: i) A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; ii) Os dados coletados são predominantemente descritivos; iii) A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto; iv) O significado que as pessoas dão às

coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador; v) A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

A pesquisa foi feita em um ambiente natural para os alunos (sujeitos pesquisados) e teve o professor como sua principal fonte de dados para análise. Foram usadas algumas metodologias para a obtenção de dados, dentre elas, a observação e anotações, sendo que estas são consideradas como descritivas. Como se trata de algo tão subjetivo, a maneira como o produto é aplicado influencia bastante no resultado. Então, exige-se muito cuidado em sua aplicação para não influenciar e alterar o resultado. A observação por parte do professor pesquisador é algo que merece atenção especial, pois esta tem bastante peso na análise dos resultados. É preciso que o pesquisador tenha certa sensibilidade para poder compreender e enxergar os detalhes que estão por traz do processo.

Quando se deposita tanta importância e confiança no papel do pesquisador na pesquisa qualitativa, torna-se necessário tomar alguns cuidados. O excesso de confiança por parte do pesquisador pode acabar atrapalhando o processo de coleta e análise de dados, uma vez que ele deve tirar suas conclusões sob diferentes pontos de vista e não somente no seu. Acreditar que apenas em suas anotações estão contidas todas as informações necessárias para a análise de dados também podem influenciar de maneira negativa o resultado, pois na pesquisa pode haver outras fontes de dados que não seja apenas as anotações do pesquisador. Em muitos casos, a certeza de que domina seu objeto de pesquisa pode trazer uma confiança muito grande nos dados obtidos, não deixando espaço para possíveis indagações a respeito dos mesmos. Nesse caso, como se trata de uma pesquisa onde o pesquisador é o professor da turma a ser estudada, a interação do pesquisador com os sujeitos pesquisados também pode ser um aspecto negativo do trabalho e, portanto, deve-se então tomar cuidado (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32).

4.2 Coleta de dados

Utilizou-se três instrumentos diferentes na coleta de dados: a observação participativa, os registros/anotações e o questionário. Como já foi citado acima, o pesquisador é também professor da turma. Nesse caso, a observação acaba sendo também participativa uma vez que o professor faz parte do processo de pesquisa. Essa participação não deve ser algo que influencie no processo. Deve ser feita com cautela. No presente trabalho, foi bastante natural, pois os alunos já estavam bastante familiarizados com a

presença do professor, já que este trabalha com eles a um bom tempo e já possui certo grau de intimidade. Esta observação foi feita levando em consideração a experiência do professor com a turma, dando a ele condições para observar de acordo com a individualidade de cada aluno.

O segundo instrumento na coleta de dados foram os registros e anotações. Este é um importante instrumento para quase todo tipo de pesquisa, pois quando o pesquisador registra alguma informação de alguma maneira, aquilo fica gravado com um elevado grau de fidelidade ao que realmente aconteceu.

Por último, mas não menos importante, o questionário. Este tradicional instrumento de coleta de dados foi crucial para que a análise dos resultados da pesquisa fosse a mais fiel possível à realidade. O questionário foi escolhido como um dos instrumentos de coleta de dados porque é uma excelente ferramenta de pesquisa e que pode fornecer informações suficientes para o bom andamento do trabalho. O ganho de informações é grande e de forma direta, mas, como qualquer outro instrumento de pesquisa, deve-se tomar cuidado com o seu uso e elaboração para, de uma forma indireta, não forçar o respondente a responder coisas que se queira que ele responda, o que compromete a veracidade das informações obtidas. Segundo (MOREIRA; CALEFFE, 2008), existem quatro vantagens em se usar o questionário: i) o uso eficiente do tempo; ii) anonimato para o respondente; iii) possibilidade de uma alta taxa de retorno; iv) perguntas padronizadas. Todavia, há algumas limitações sobre o uso do questionário, as quais foram observadas com cuidado, mas suas vantagens se ajustaram perfeitamente ao modelo de pesquisa que se pretende fazer. Necessitava-se de um método de coleta de dados que não levasse muito tempo para ser aplicado e com um retorno grande de dados padronizados.

Dependendo dos conceitos a serem pesquisados, o conteúdo das perguntas ou itens varia. Igualmente, a possibilidade de fazer certas perguntas (mais facilmente) a determinadas pessoas (amostra) faz com que um ou outro conceito possa ser explorado numa dada pesquisa. Finalmente, os conceitos subjacentes e, especialmente, o conteúdo dos itens, determinam o instrumento e a maneira da sua apresentação (GUNTHER, 2003, p. 2).

Existe a necessidade de observar com cuidado qual o tipo de questões ou itens serão colocados em um questionário. Essas questões devem ter um objetivo, e, além disso, uma quantidade definida de acordo com o tempo e grau de dificuldade. As questões podem ser do tipo objetivas ou abertas. No questionário aqui adotado (disponível nos anexos ao trabalho), optou-se por colocar os dois tipos de questões (objetivas e abertas).

4.3 Tipo de pesquisa

A pesquisa aconteceu dentro de um colégio com algumas turmas específicas, turmas estas que tem como professor de Física o próprio pesquisador. Isto facilita muito todo o trabalho de observação e análise de resultados, pois uma vez que se conhece bem a capacidade e a individualidade de cada aluno que participou do processo, os dados ficam mais consistentes com a realidade.

A pesquisa aconteceu dentro da rotina das aulas dos alunos. Esse fator também contribuiu para que o processo se tornasse algo natural para os alunos. As aulas aconteceram dentro do turno de cada aluno, não houve a necessidade de encontros no contra turno. A única necessidade especial foi o uso do Datashow, pois esta não é uma ferramenta que está disponível dentro da sala de aula. Houve, então, a necessidade de deslocar os alunos para uma sala de vídeo designada para isto, mas nada que os alunos já não estivessem acostumados a fazer. Como a pesquisa aconteceu dentro da sala de aula, tendo o pesquisador como professor da turma, a pesquisa se enquadra como pesquisa de campo.

4.3.1 Local de pesquisa

O produto educacional foi aplicado em turmas pertencentes a dois colégios da cidade de Jaraguá, GO, localizada a 120 km da cidade de Goiânia, GO. É uma cidade relativamente pequena, cuja economia gira em torno da fabricação de roupas. De maneira geral, a cidade é bastante envolvida com o esporte. Existem muitas quadras de futebol, rampa de parapente (considerada uma das melhores do país), grandes grupos de ciclistas, etc.

Um dos colégios envolvidos foi o Centro Educacional Mérito, que é um colégio da rede particular. Conhecido como Colégio Mérito, este é um pequeno colégio que trabalha com alunos desde o Maternal até o Ensino Médio nos turnos matutino e vespertino. O Ensino Médio conta com uma turma de primeira, uma de segunda e uma de terceira série. As turmas são reduzidas, com média de 20 alunos por sala. O colégio dispõe de quadra de esportes para atividades prática de vôlei, basquete, handball e futsal. Possui também a disposição dos professores dois aparelhos de Datashow com caixas de som. O colégio possui uma pequena biblioteca, porém não possui sala de informática e nem Laboratório de Ciências. Conta, ainda, com a colaboração de apenas um professor de Física, sendo ele o próprio autor deste trabalho.

O segundo colégio escolhido foi o Colégio Estadual Diógenes de Castro Ribeiro, que faz parte da rede pública estadual de Goiás. Atende apenas alunos do Ensino Médio nos turnos matutino, vespertino e noturno. É um colégio relativamente grande, o segundo maior da Regional de Goianésia, conta com sessenta e quatro funcionários e possui aproximadamente um mil e duzentos alunos, somando os três turnos. Possui um amplo espaço físico que inclui uma quadra coberta, com arquibancada e estrutura para a prática de futsal, handball e vôlei. Tem disponível uma boa biblioteca, porém não possui laboratório e sala de informática. O Colégio tem a disposição dos professores dois aparelhos de Datashow, sendo que um deles fica montado em uma sala específica para esse tipo de trabalho e o outro para ser montado em sala de aula, caso seja necessário. Conta com a colaboração de três professores de Física, sendo apenas um deles, o próprio autor, professor do quadro de efetivos, aprovado no último concurso, do ano de 2018.

4.3.2 Público

As turmas selecionadas para a aplicação do produto foram as turmas nas quais o professor/autor leciona a disciplina de Física. No Colégio Mérito, selecionou-se a turma de primeira série devido à grade curricular e apostila usada pelos alunos. O tema trabalhado envolve lançamento de projéteis, movimento uniforme e movimento uniformemente variado, os quais são conteúdos previstos para serem trabalhados nas primeiras séries do ensino médio. Outra característica que contribuiu para a escolha da turma foi que o bimestre no qual estava previsto trabalhar esses temas coincidiu com a época prevista para a aplicação do projeto, tendo assim contribuído para se não fugisse da rotina normal dos alunos e da escola.

No Colégio Diógenes, optou-se por não aplicar o produto nas turmas do período noturno devido ao número restrito de aulas semanais, podendo prejudicar o andamento da matéria e o cumprimento do currículo previsto e a baixa frequência dos alunos, o que poderia prejudicar o resultado do trabalho. Não se aplicou o produto também em turmas do vespertino, pois são turmas em que o autor não leciona. Selecionou-se seis turmas do matutino, sendo todas elas de terceira série. A priori, a escolha pode parecer estranha, já que foi citado que o conteúdo está previsto na primeira série do Ensino Médio, mas existem alguns motivos importantes. O primeiro é que o autor leciona física apenas em turmas de terceira série, isso dificultaria muito a aplicação nas turmas da primeira série. Outro motivo foi o nível de conhecimento por parte dos alunos, pois se trata de uma escola pública do interior do estado, onde a maioria dos alunos é de origem pobre e chegam ao

Ensino Médio com uma bagagem bastante restrita com relação a Física. Por último, existe uma disciplina (atualmente extinta) para a terceira série da rede pública estadual, chamada Tópicos de Física. O aluno de Ensino Médio da rede pública estadual conta com duas aulas semanais de Física e mais duas de Tópicos de Física. Esta disciplina tem como objetivo rever conceitos físicos importantes das séries anteriores, dentre eles o lançamento oblíquo. Decidiu-se, portanto, aplicar apenas nas turmas de terceira série do período matutino dentro da matéria de Tópicos de Física, fazendo com que não seja necessário desviar da programação tradicional do ano letivo.

Antes de iniciar a aplicação do projeto, foi conversado com os (as) diretores (as) e coordenadores (as) de ambos os colégios. Foi apresentado a eles o projeto a ser trabalhado, juntamente com as propostas metodológicas, o tempo previsto, o material necessário, os métodos para a obtenção de dados, etc. Foi acordado nos dois colégios que não se faria nenhum tipo de registro de imagem de qualquer aluno, que eles também não se identificariam no questionário e que não se usaria o nome de nenhum aluno no trabalho. Inclusive, todos os profissionais envolvidos ficaram empolgados com a ideia e tiveram grande contribuição para que tudo corresse bem. A Coordenação Pedagógica dos dois colégios foi extremamente importante na organização de toda a logística para a utilização da sala de vídeo, principalmente a equipe do Colégio Diógenes, que por ser um colégio muito grande, seria muito complicado organizar essas aulas sem a ajuda da Coordenação.

Outro ponto que merece destaque, sugerido pela Coordenação de um dos Colégios, foi de incluir uma nota na avaliação bimestral referente ao projeto. A sugestão foi acatada, pois havia uma pretensão de avaliar dessa forma, desde que a proposta de avaliação fosse apresentada, primeiramente, à Coordenação. Essa nota foi importante para que, além do aprendizado, os alunos tivessem uma contrapartida na participação do projeto. Essa ideia proporcionou ânimo aos alunos para que se envolvessem nas atividades propostas, e foi possível dar a eles um retorno de seus resultados.

4.4 Descrição do Produto

O produto educacional foi elaborado como parte dos quesitos para obtenção do título de mestre pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão (UFCAT em implantação). A ideia é que o aluno do Programa de Mestrado elabore um material didático que contribua de alguma maneira para o ensino de Física e sirva, ao mesmo tempo, de material de apoio para os professores de Física.

Nesse sentido, elaborou-se uma sequência didática em forma de UEPS para trabalhar o conceito de lançamento oblíquo através do esporte. A proposta inicial seria trabalhar mais temas relacionados à Física, porém, com o curto prazo disponível para a elaboração e aplicação do projeto, resolveu-se trabalhar apenas esse tema. De certa forma, esta foi a decisão correta, visto que, dessa maneira, proporcionou a chance de aprofundar e melhorar o produto educacional. A ideia de relacionar o lançamento oblíquo com o esporte surgiu após as leituras dos trabalhos de Marco Antônio Moreira, o qual defende que a aprendizagem só pode ser significativa se o aluno fizer relação com algum conhecimento prévio que ele traga consigo. Iniciou-se, então, a procura por temas que alcançassem o máximo de alunos para que se obtivesse uma maior eficiência com o trabalho; e foi aí que surgiu a ideia de associar os conceitos físicos do tema abordado ao esporte. Nem todos os jovens praticam esporte regularmente, isso é fato. São muitos os que já até se consideram sedentários, porém, existem muitos que são praticantes de algum tipo de esporte. Esses que não tem o hábito de praticar esporte não sairão prejudicados, pois acredita-se que ao menos eles acompanham de alguma forma alguns tipos de esportes. Então, não existe extrema necessidade de se praticar os esportes que serão trabalhados no produto educacional para ter algum tipo de conhecimento prévio a respeito. Além disso, o autor foi cuidadoso ao tentar trabalhar esportes que estejam em alta, que sejam mais conhecidos pelo público.

Esta sequência didática é voltada exclusivamente para o professor ler e organizar suas aulas da maneira como está sugerida. Além das orientações com respeito ao andamento das aulas no decorrer do processo, existe também uma revisão completa a respeito do lançamento oblíquo. Esta revisão foi feita a nível superior, utilizando-se de todos os formalismos matemáticos, sem deixar de lado a preocupação em apresentar o conceito da maneira mais clara e simples possível. Acredita-se que esse conceito não seja nenhuma novidade para o professor, principalmente se tiver formação na área. Mesmo assim, resolveu-se fazê-la para que sirva com uma revisão mesmo, tendo como objetivo principal ajudar o professor a relembrar com clareza o conceito a ser trabalhado.

Como material de apoio a sequência didática, elaborou-se também uma apresentação de slides já formatada e organizada de maneira a atender todos os objetivos e sugestões da sequência didática, bastando abrir e usar. Esta apresentação de slides conta com imagens ilustrativas, gráficos dos mais variados, vídeos para ilustrar os diferentes tipos de esportes e animações do site *Phet Colorado*. É claro que o professor que decidir utilizar-se desse material tem total autorização para editá-lo e formata-lo conforme sua

necessidade, desde que referencie o autor e não o comercialize. Todos os materiais, exceto os vídeos e animação, estarão anexos ao trabalho. Para obter o material completo, apresentação de slides, vídeos e animações, acesse o link abaixo:

https://drive.google.com/drive/folders/12NbjcWwhbqr_dETRv7n68v6Gbt3FvDwb?usp=sharing

4.4.1 Objetivos

Os objetivos da sequência didática estão listados na tabela abaixo:

OBJETIVOS:

1. Definir movimento uniforme;
2. Definir movimento uniformemente variado;
3. Reconhecer as grandezas do movimento uniformemente variado;
4. Resolver situações que necessitem da Equação de Torricelli;
5. Diferenciar o movimento horizontal do movimento vertical;
6. Relembrar o conceito e as operações que envolvem o uso de vetores;
7. Identificar os esportes que envolvem lançamentos em duas dimensões;
8. Entender o que é necessário para que um jogador de basquete acerte a cesta;
9. Definir o que é importante para que um piloto de motocross complete um salto;
10. Resolver situações problema que envolva o lançamento oblíquo.

Tabela 1. (O AUTOR, 2020)

Os objetivos 1 ao 6 estão relacionados a uma revisão dos conceitos físicos que são importantes para que os alunos entendam o que é o lançamento oblíquo. Fazer esta revisão é importante para que o professor tenha uma ideia do que os alunos sabem a respeito desses assuntos. Serve, também, para nivelar a turma, não deixando o aluno que nunca viu certos conteúdos ficar para trás durante o processo. Os objetivos 7, 8 e 9 já são voltados mais para a parte dos esportes, para trabalhar com os alunos as situações problema relacionadas com o esporte. Por último, o objetivo 10 está relacionado a aprendizagem do tema proposto, que é lançamento oblíquo. Uma vez que o aluno consiga

resolver problemas do cotidiano relacionados com o lançamento oblíquo, pode-se dizer que é bastante provável que a aprendizagem foi realmente significativa.

A sequência didática foi organizada em seis passos, conforme a orientação descrita por Moreira (2011). A primeira coisa que foi feita foi a aplicação de um questionário para servir como fonte de informação para a análise dos conhecimentos dos alunos sobre o tema e, também, para que se possa analisar, no final da proposta, qual foi o rendimento das diferentes turmas.

A seguir, apresenta-se como se dá o processo de aplicação do produto educacional.

Situação inicial: Inicialmente, será proposta uma discussão sobre o tema Lançamento Oblíquo e esporte, para saber quais são os conhecimentos prévios dos alunos acerca do assunto. Depois, dar-se-á continuidade ao debate sobre lançamentos horizontais e verticais, enfatizando a diferença entre eles e qual a influência da aceleração da gravidade no movimento. O professor será o responsável por mediar esse debate, apresentando exemplos relacionados com os esportes. Os alunos serão questionados acerca de suas impressões a respeito do que é um movimento em duas dimensões e, também, instigados a citar exemplos de algumas situações que para eles são caracterizados como lançamento oblíquo. Em seguida, propor, ainda, que os alunos respondam como deve ser o arremesso de um objeto para que ele atinja a maior distância possível. Os exemplos citados pelos alunos deverão ser anotados no quadro em forma de tópicos, para serem analisados posteriormente.

Situações-problema: o próximo passo é apresentar as situações problema. Todas as situações problema estão em um dos slides da apresentação referente ao produto educacional. O professor deve pausar a apresentação nesse slide e pedir que os alunos se reúnam em pequenos grupos, de 3 ou 4 pessoas, e respondam essas questões de acordo com o que eles sabem sobre o tema. As situações problema são as seguintes:

a) O que é importante para que um jogador de futebol consiga marcar um gol de cobertura?;

b) No vôlei, o que é necessário para fazer um bom saque?;

c) Quais as habilidades que necessitam de treino para que um atleta consiga fazer uma cesta de três pontos no basquete?;

d) Por que no tiro com arco e flecha o competidor deve mirar um pouco acima do alvo para que o tiro seja certo?;

e) O que o atleta deve fazer para conseguir atingir uma maior distância possível nas provas de arremesso?

Revisão: Nesse passo, será necessário investir mais aulas para o trabalhar com excelência. Serão revisados alguns tópicos como: velocidade, movimentos uniformes e variados, aceleração, grandezas vetoriais e escalares, decomposição de vetores e trigonometria. Se necessário, o professor pode resolver alguns exemplos simples sobre esses temas com os alunos para ter uma melhor compreensão de como esses conceitos serão usados daqui para a frente.

Organizador prévio: Nesse momento, apresenta-se um vídeo referente a cada questão abordada, para que os alunos possam refletir sobre os temas abordados. Todos os vídeos sugeridos na apresentação encontram-se disponíveis para download no mesmo link da apresentação, porém fica a cargo do professor decidir se existe a necessidade de utilizar outro vídeo para ilustrar a situação. Depois dessa reflexão, sob a mediação do professor, promover um debate entre os alunos para discutir se os tópicos apontados por eles, na tentativa de resolver as situações propostas, estão de acordo com os conceitos revisados na aula anterior. Feito disso, abrir discussão sobre as questões levantadas anteriormente, organizando os conceitos envolvidos em cada uma delas. Nesse momento, o professor deve esclarecer quais são os conceitos envolvidos em cada tipo de esporte, citando os diferentes objetivos e as diferentes variáveis envolvidas em cada um.

Aula expositiva dialogada integradora final: este é o passo mais esperado e, talvez, o mais importante, e será necessário envolver um pouco mais de aulas. O professor deve expor de forma integral o tema proposto. Realizar esta exposição final por meio de uma apresentação de slides, usando um projetor/Datashow, composta de gráficos, animações e vídeos. Nesta apresentação, trabalhar os conceitos de decomposição da velocidade nos eixos x e y, a diferença entre os movimentos para cada orientação, as funções horárias para o movimento uniforme e movimento uniformemente variado, além de alguns exercícios como exemplos. Após esta exposição, concluir a aula explicando aos alunos a resposta para cada questão que foi proposta anteriormente.

Avaliação da aprendizagem: a avaliação será composta pelas notas obtidas nas atividades propostas anteriormente, levando em consideração a participação dos alunos nos debates e discussões sobre o tema.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No total foram oito aulas voltadas para a aplicação do produto educacional, incluindo as aulas para a aplicação do questionário e as atividades. A partir daqui, então, será delineada uma descrição detalhada sobre como se essas aulas foram desenvolvidas, apresentando os pontos mais relevantes para a análise do produto.

No primeiro encontro com os alunos para dar início ao projeto, foi feita uma breve explicação a respeito do que seria feito no decorrer das aulas e, também, sobre os objetivos do projeto. Como todos já se conheciam, tudo se tornou mais fácil. A confiança já adquirida pelo professor ajudou no processo e a disposição dos alunos em participar bem de todos os passos foi grande. Apresenta-se, também, a importância dessas aulas para um resultado correto no final do processo. É importante esclarecer que se o resultado não fosse como o esperado não haveria problema algum, tanto para eles como para o professor, pois o objetivo do projeto era analisar a metodologia independente de um resultado positivo ou negativo. Isso os deixou mais tranquilos, para que assim tivessem uma melhor participação, ajudando a deixar de lado a pressão em ter um desempenho perfeito.

Ainda nessa aula, após esta primeira apresentação, foi aplicado aos alunos um questionário, que se encontra anexo a este trabalho. Antes da aplicação deste, os alunos foram orientados sobre como proceder com tais perguntas, foi avisado que não era necessário colocar a identificação na folha, pois o objetivo não era analisar o aluno de maneira individual. Nesse momento, foi nítida a expressão de alívio dos estudantes. Como o questionário apresenta questões de um tema que ainda não foi trabalhado em sala, a preocupação em se sair mal já era esperada. O fato de não precisar se identificar os deixou mais a vontade para responder o que realmente pensavam sobre cada questionamento, sem a necessidade de se preocupar com nota. Como o projeto foi aplicado no final do quarto bimestre, muitos alunos já não estavam mais participando de todas as aulas. Então, para ter uma boa participação e ser um incentivo a mais, foi proposto aos alunos que a participação nos questionários e nas aulas valeria uma nota que seria incluída na média do quarto bimestre.

Grande parte das turmas onde o produto foi aplicado conta com alunos que possuem algum tipo de deficiência mental e/ou intelectual. Estes alunos, na escola pública, contam com um profissional de apoio, que os auxilia nas atividades do dia a dia. Eles também participaram de todo o processo, porém como uma proposta mais voltada

para a inclusão do que para a análise propriamente dita. Os questionários respondidos por eles foram separados dos outros alunos.

Após a aplicação dos questionários, já era possível notar a ansiedade dos alunos em entender logo do que se tratava esse projeto, isso foi evidente em todas as turmas. O próximo passo a ser dado foi começar de fato as aulas da sequência didática. Estas aulas foram organizadas de maneira que acompanha uma apresentação de slides com todos os detalhes, conceitos, fórmulas, figuras, animações, vídeos, etc. Porém, nesse momento foi encontrada a primeira dificuldade, a escola não conta com muitos aparelhos de projetor (Datashow). Existem na instituição dois aparelhos desses. Um deles fica montado em uma sala de vídeo. O problema é que só existe uma sala de vídeo para todo o colégio e esta já estava reservada na maioria dos dias do projeto. A coordenação foi informada do projeto e das datas previstas para que fosse proposta uma troca de agendamento com os outros professores. A colaboração das coordenadoras e dos professores do colégio foi essencial para o bom andamento do trabalho, sem a qual não seria nada fácil à realização do mesmo.

A segunda aula já aconteceu dentro da sala de vídeo, com o auxílio da apresentação de slides. Os dois primeiros slides já começaram chamando bastante a atenção dos alunos para o que estava por vir.

Figura 8 - Dois primeiros slides da apresentação. Slide 1: animação de um canhão tentando acertar um alvo. Slide 2: imagem da trajetória de uma bola lançada a partir de uma tacada de golf.



Fonte: Animação: <https://i.stack.imgur.com/yLFqh.gif> acesso em 09/11/2020; Imagem do segundo slide:

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/discovirtual/galerias/imagem/0000002021/md.0000024010.jpg> acesso em 09/11/2020

Logo que os alunos entraram na sala, o aparelho projetor já estava ligado. Apresentava uma animação no formato *gif*, com a ilustração de um canhão lançando projéteis, na tentativa de acertar um alvo a sua frente. Alguns alunos fizeram comentários, acreditando que era algum tipo de jogo de tiro ao alvo. O segundo slide trazia uma

imagem de um jogador de golfe se preparando para dar uma tacada, e a ilustração da trajetória bidimensional da bola. Também trazia a definição do lançamento oblíquo. Tanto a animação do canhão quanto a imagem do jogador de golfe despertaram um grande interesse por parte dos alunos em entender como funciona esse tipo de movimento. Já era esperado que as ilustrações dos primeiros slides fossem importantes para chamar a atenção, porém, o mais impressionante é que elas foram além das expectativas.

Aluno 01: *“Professor, agora eu consigo passar de fase no jogo de tiro com arco e flecha do meu celular”*.

Aluno 02: *“E eu vou conseguir fazer vários pontos no basquete e ganhar todos os jogos”*.

As expressões acima, dos alunos 01 e 02, de interesse tanto em jogos de celular quanto em algum tipo de esporte, evidenciam que existe por parte deles uma vontade em entender o tema proposto. E este já é um forte indicativo de que a aprendizagem será significativa para eles, visto que existem diferentes conhecimentos prévios que eles elegem como importantes, que estão relacionados com o conteúdo.

Foi apresentado aos alunos um vídeo curto de um programa de esportes da TV aberta que trata de uma questão de vestibular, envolvendo um gol de cobertura que acabou virando uma questão do vestibular da Universidade Federal de Itajubá no ano de 2010. A questão foi apresentada aos alunos no terceiro slide. A primeira reação de grande parte dos alunos foi de susto, pois se tratava de um problema prático que eles não conseguiam resolver naquele momento. Foi proposto, então, que eles anotassem aquela questão para que até o final do processo tentassem responder, valendo um ponto extra para quem a fizesse. De todas as sete turmas onde o problema foi proposto, apenas dois alunos apresentaram uma resposta para o problema, sendo que uma delas estava incompleta. Esse número já era esperado, pois o problema era realmente mais complicado de se resolver.

O professor propôs então um debate sobre o tema que seria trabalhado durante as próximas aulas. Perguntou-se aos alunos quais as características que influenciavam no lançamento oblíquo. As respostas foram anotadas no quadro para uma futura reflexão sobre o que eles apontaram. As características que apareceram em comum nas turmas foram: ângulo, força, gravidade, atrito, pontaria, etc. Os alunos questionaram se as características apontadas por eles realmente fazem sentido, então foi feita um breve comentário sobre cada uma delas antes de dar seguimento. Foi um momento bastante

produtivo. A discussão foi bastante aberta, tendo participação de praticamente todos os alunos das turmas.

Ainda nessa segunda aula, foram propostas aos alunos as cinco situações problema envolvendo o esporte. O professor sugeriu que os mesmos se organizassem em grupos de três ou quatro alunos cada para responder as perguntas propostas. Rapidamente, todos se organizaram e começaram a responder as perguntas. O que mais chamou a atenção foi o grande interesse e empenho em discutir e entender cada situação problema. Outro aspecto interessante, que foi observado, é que os alunos não usaram o celular para pesquisar as respostas. Isso demonstra certo interesse em responder com suas próprias palavras. Foi surpreendente o quanto aquele assunto os interessava, mesmo que algum dos esportes citados nunca fora praticado por muitos deles. As questões foram bastante discutidas pelos alunos. Os que tinham experiência em algum dos esportes citados fizeram importantes apontamentos sobre aspectos relacionados ao que estava sendo tratado naquele momento. Observou-se que muitos alunos, que em dias de aula normais não se interessavam e não participavam da aula, estavam ajudando os colegas a entender o que estava sendo proposto, já que tinham experiência em certos esportes. Foi um momento de aprendizado para todos e que aguçou ainda mais a curiosidade daqueles que não conheceram esses esportes de perto. Comentou-se muito também a questão do atrito, se tem ou não, se ele deve ou não ser considerado na hora de responder. A orientação foi que eles respondessem de acordo com o que eles traziam consigo a respeito do tema, para que as respostas fossem as mais livres de influências do professor possível. As respostas foram bastante coerentes, mas, como o movimento é do mesmo tipo em todas as situações, as respostas foram muito parecidas umas com as outras. Os aspectos mais citados foram a força aplicada e o ângulo de lançamento. Segue abaixo as respostas de um dos grupos que representam bem como foram as respostas de maneira geral.

a) O que é importante para que um jogador de futebol consiga marcar um gol de cobertura?

“força, distância, inclinação e maneira que o pé acerta a bola”.

b) No vôlei, o que é necessário para fazer um bom saque?

“força, inclinação para que a bola passe pela rede e caia na quadra adversária”.

c) Quais as habilidades que necessitam de treino para que um atleta consiga fazer uma cesta de três pontos no basquete?

“força aplicada na forma do arremesso para que a bola percorra a distância até o alvo, que é a cesta”.

d) Por que no tiro com arco e flecha o competidor deve mirar um pouco acima do alvo para que o tiro seja certo?

“por que se for um tiro totalmente horizontal seria necessário uma força grande (como uma bala), então a força aplicada juntamente com o ângulo faz com que a flecha percorra toda a distância até o alvo”.

e) O que o atleta deve fazer para conseguir atingir uma maior distância possível nas provas de arremesso?

“força, inclinação e velocidade”.

Ao fazer uma análise geral e detalhada das respostas dos alunos, percebe-se que muitos não observaram, ou talvez não entenderam, que o objetivo de cada esporte nem sempre é o mesmo. Isso influenciou bastante nas respostas dadas. Mais adiante, retornar-se-á a estes aspectos que diferenciam cada situação, explicando detalhadamente os diferentes objetivos de cada esporte citado. Vale ressaltar que fazer com que os alunos respondam questões sobre algum assunto que ainda não estudaram provoca um desconforto bom, no sentido de fazer com que ele saia da zona de conforto e o force a buscar respostas a todo custo.

Na terceira aula, iniciou-se a revisão dos assuntos que são necessários para entender o conteúdo proposto. Este foi um momento de grande participação, com perguntas e sugestões de novas situações problema que apareceram durante essas aulas. A revisão foi iniciada falando sobre o movimento retilíneo uniforme. O primeiro slide dessa revisão foi um mapa conceitual elaborado pelo professor sobre velocidade. A maioria dos alunos não conhecia essa metodologia de estudo. Todos gostaram da ideia e alguns até fotografaram o slide para estudar depois. Essa atitude merece uma atenção especial, pois foi avisado a todos os alunos, logo no início do projeto, que todo o material seria disponibilizado a eles no final do processo. Se mesmo assim os alunos sentiram a necessidade de fotografar para ter guardado consigo algum slide, isso demonstra um maior grau de interesse pelo que estava sendo apresentado.

Percebeu-se, também, que realmente existia uma grande necessidade de se fazer uma revisão como esta. Quando o professor questionou se alguém se lembrava da diferença entre o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Retilíneo

Uniformemente Variado (MRUV), a minoria dos alunos souberam responder corretamente. Isso não significa que os alunos que não responderam não sabiam o conteúdo. Existe uma série de fatores que podem influenciar na decisão de responder ou não, mas demonstra uma falha no processo de ensino desses conteúdos, pois eles não foram significativos para a maioria destes alunos.

A quarta aula também foi usada na revisão. O conceito de vetores não era conhecido pela maioria dos alunos. Acredita-se que o motivo disto seja o número de aulas semanais que a escola pública estadual dispõe aos alunos. Foi revisada toda a matéria que envolve vetores, incluindo a decomposição e operações com vetores. No momento em que o professor comenta sobre a importância desse conteúdo, ferramenta matemática essencial na área da Física, os alunos ficaram assustados por não saberem praticamente nada sobre aquilo.

Aluno 03: *“Nossa, eu estou ‘ferrado’ no Enem esse ano. Eu não sei nada disso”*.

Grande parte dos alunos tem o Ensino Médio como um momento de preparação para o vestibular. Isso contribui em parte para a aprendizagem significativa, no sentido de que uma vez que eles enxergam a necessidade de se aprender aquilo que está sendo proposto, aquilo se torna objeto de interesse para ele.

Foi apresentada na quinta aula a parte dos organizadores prévios, que consistem na apresentação de vídeos curtos referentes a cada situação problema, que foi proposta anteriormente. É importante lembrar que se surgirem outras situações problema durante o processo, o professor deve incluí-las nesse momento. No presente caso, não surgiu nenhuma nova situação problema. Na medida em que os vídeos eram apresentados, o professor sempre fazia um comentário sobre quais eram as especificidades de cada situação problema. Como todas as situações problema estavam relacionadas com um tipo de esporte diferente, os comentários se tratavam de qual era os diferentes objetivos e desafios de cada esporte ali citado.

À medida em que as considerações estavam sendo feitas, era quase que unanime a mesma expressão dos alunos:

Aluno 04: *“aaaaaa tá, agora eu entendi a diferença”*.

Aluno 05: *“Nossa, mas como que eu nunca pensei nisso”*.

Estas duas expressões predominaram em todas as turmas. Apesar de todos conhecerem cada esporte citado, muitos ainda não haviam parado para refletir sobre qual era o objetivo básico de cada esporte em cada caso.

O gol de cobertura no futebol tem como objetivo acertar o gol, fazendo com que a bola passe por cima do jogador adversário. Então, a altura máxima atingida e o alcance são quesitos importantes a serem analisados. Repare que o objetivo neste caso não é obter o alcance máximo. No caso do vôlei, para se fazer um bom saque, é bom que a bola tenha muita velocidade. O ideal, então, é que ela atinja a menor altura possível. A cesta de três pontos no basquete é uma jogada complicada pelo fato de ter um alvo a ser atingido, que é relativamente pequeno, e exige muita precisão no lançamento. Também o fato de a cesta estar a certa altura em relação ao ponto de lançamento, dificulta bastante a jogada. Nessa situação, a preocupação não é tanto com a velocidade e sim com precisão. No tiro com arco, a principal preocupação é o alvo. Nesse caso, não existe, a priori, uma preocupação com a altura máxima ou com o alcance. Por fim, o arremesso de peso tem como objetivo básico atingir o maior alcance possível. Não existe um alvo e nem precisa atingir uma altura máxima muito elevada.

Ao passo em quem essa retomada nas situações problema foi sendo feita através dos vídeos, os alunos foram interagindo e participando cada vez mais. Observou-se que, pela maneira como eles se expressavam, comentavam e perguntavam sobre os esportes, na medida em que os vídeos iam sendo apresentado no projetor, esse momento foi de grande valia para deixar as situações problema mais claras. Após a exibição dos vídeos e feitas as devidas considerações sobre cada situação problemas, os alunos conseguiram assimilar bem a diferença entre cada uma delas. E mesmo sem ter aprendido de fato o conteúdo, já começaram a apresentar respostas mais coerentes para os questionamentos feitos pelo professor durante a explicação.

Na sexta aula, intitulada “Aula expositiva dialogada integradora final”, foi o momento de explicar sobre o lançamento oblíquo. É importante frisar que nesse momento os alunos estavam bastante curiosos e ansiosos para finalmente entender sobre esse tipo de movimento, que tanto se falava. Iniciou-se a aula apresentando um slide com a definição do movimento e, também, com o princípio da independência dos movimentos criado por Galileu.

Figura 9 – Descrição do lançamento oblíquo e enunciado do princípio da independência dos movimentos de Galileu.

Lançamento Oblíquo

É o arremesso de um corpo (projétil) segundo um ângulo θ compreendido entre 0° e 90° , sob a ação exclusiva de um campo gravitacional constante. Tal movimento é uma composição de dois movimentos que ocorrem simultaneamente: um na horizontal e outro na vertical.

Princípio da Independência dos movimentos de Galileu

"Se um corpo apresenta um movimento composto, cada um dos movimentos componentes se realiza como se os demais não existissem e no mesmo intervalo de tempo."

Galileo Galilei

Significa que podemos decompor os movimentos e analisá-los de maneira independente.

Fonte: <https://wellcomecollection.org/works/yxyfmuf6/images?id=fvkwtrdd> acesso em 09/11/2020.

Após a apresentação desse slide, o professor apresentou uma animação relacionada com o lançamento oblíquo. Essa animação foi desenvolvida pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET) da Universidade de Colorado.

Figura 10 – Print Screen da simulação do lançamento oblíquo do PhET Colorado.

The screenshot shows the PhET Colorado simulation interface for projectile motion. A red cannon is positioned on a green ground level, firing a projectile at an angle of 35° . The projectile's parabolic path is shown in blue, landing at a distance of 15.0 m. The cannon is 3 m high. The initial speed is set to 15 m/s. The simulation includes a control panel with options for 'Normal' or 'Lento' (slow) and a 'Movimento de Projétil' label. On the right, there are settings for the projectile: 'Abóbora' (Pumpkin), 'Massa: 5 kg', 'Diâmetro: 0.37 m', and 'Resistência do Ar' (Air Resistance) with a coefficient of 0.60. There are also checkboxes for 'Vetores de Velocidade' (Velocity Vectors) and 'Vetores de Aceleração' (Acceleration Vectors), both with 'Total' and 'Componentes' (Components) options.

Fonte: PhET Colorado.

A apresentação dessa animação foi um momento muito importante para o processo. A maioria dos alunos não conhecia esse tipo de ferramenta de aprendizagem, que é tão importante. Todo o tempo que sobrou da sexta aula foi usado para interagir

com a animação. Os alunos gostaram bastante e ficaram muito entusiasmados para acessarem essa e outras animações, logo que chegassem em casa.

Na sétima aula, foram apresentadas aos alunos as diferenças entre o movimento horizontal e vertical, e as equações relacionadas a cada um deles. Apresentou-se, também, as equações para obter a altura máxima, o alcance, tanto para os lançamentos a partir do solo quanto para os lançamentos a partir de certa altura.

A oitava aula foi a última aula do processo. Essa aula não aconteceu na sala de vídeo, pois a apresentação de slides já havia sido encerrada na aula anterior. Nessa aula, foi aplicado novamente o questionário que fora aplicado na primeira aula. Vale ressaltar que os alunos não foram avisados de que se tratava do mesmo questionário e com as mesmas perguntas. Isso faz com que os resultados sejam mais coerentes com a realidade.

5.1 Análise dos resultados

Os resultados foram obtidos a partir da aplicação do produto às seis turmas de 3ª Série do Colégio Diógenes, que somam um total de 150 alunos, e a turma de 1ª Série do Colégio Mérito, com 17 alunos. Descreve-se, a partir de agora, uma análise comparativa dos resultados obtidos em cada questão através dos questionários aplicados antes e depois do processo. O questionário foi elaborado com seis questões, sendo três delas abertas e três fechadas. Optou-se por uma análise estatística para complementar os resultados obtidos. Por se tratar de questões abertas e fechadas, surgem muitos tipos diferentes de respostas, podendo esta ser uma maneira de reforçar o que está evidenciado na análise qualitativa.

Para cada escola em que os questionários foram aplicados, os resultados assim obtidos foram organizados em tabelas, os quais se encontram anexos ao trabalho.

Na primeira questão do questionário, solicitou-se aos alunos que descrevessem com suas palavras o que entendiam por lançamentos oblíquos ou lançamentos bidimensionais. Grande parte dos alunos respondeu da seguinte maneira:

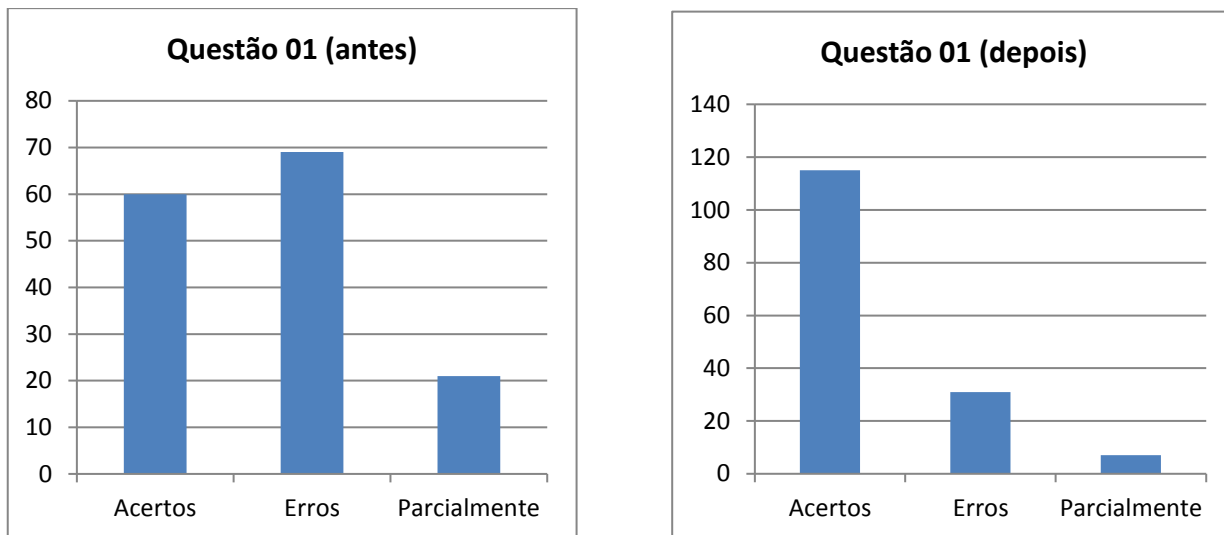
Aluno 6: *“é um lançamento que se move na vertical e horizontal ao mesmo tempo.”*

Aluno 7: *“são aqueles que mantêm-se num plano cartesiano alterável, que seria a dimensão de largura ou inclinação.”*

Apesar de a primeira questão ser relativamente simples, o número de acertos na aplicação do primeiro questionário foi de menos da metade dos alunos, conforme os dados

apresentados na Figura 9. O gráfico da Figura 9 apresenta os dados obtidos na primeira questão, onde no eixo y representa o número de alunos e o eixo x o indicativo de acerto, erro ou parcialmente certo.

Figura 11 – Análise dos resultados obtidos na questão um do questionário.

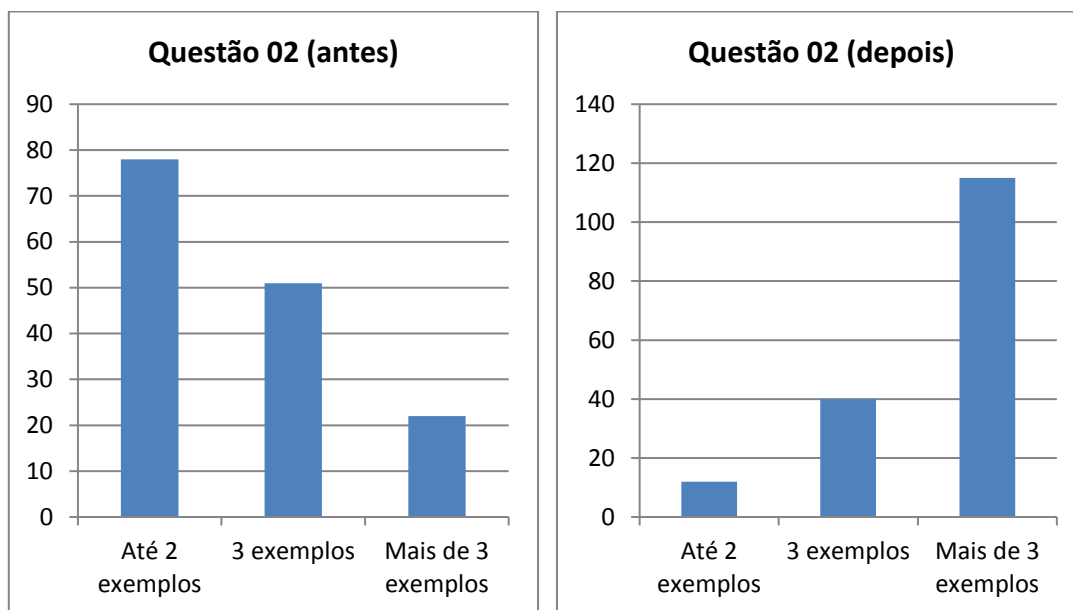


Fonte: Autor.

Ao comparar os resultados da primeira questão entre as turmas do colégio público e do particular, a diferença percentual no ganho de conhecimento foi bastante pequena. Na rede pública, a porcentagem de acertos na primeira aplicação foi de 40%, enquanto na particular foi de 47%; na segunda aplicação, a porcentagem de acertos dos alunos da rede pública aumentou para 75% e na rede particular para 80%. Observa-se que, por se tratar de uma questão aberta, os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, pois, nesse caso, se o aluno não sabe responder, fica mais complicado de dar uma resposta qualquer.

A segunda questão do questionário, também aberta, solicitava que o aluno citasse exemplos de diferentes esportes que tivessem relação com o lançamento oblíquo.

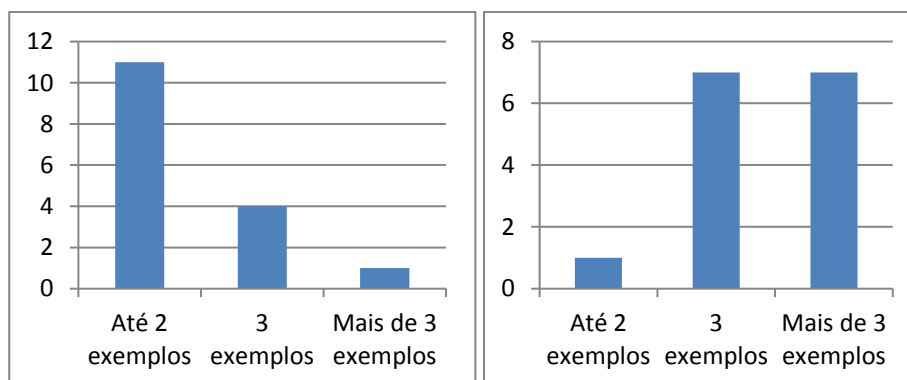
Figura 12 – Análise dos resultados obtidos na questão dois do questionário.



Fonte: Autor.

Mesmo os alunos não sabendo ao certo do que se tratava o lançamento oblíquo, eles responderam bem. A maioria não deixou a questão em branco e colocou mais de um exemplo, mesmo o professor orientando que não havia um número de exemplos exato a ser colocado ali. A grande surpresa foi o grande aumento no número de exemplos. Antes do projeto, muitos alunos haviam citado até dois exemplos e depois a maioria citou mais de três. Isso demonstra que eles tiveram bastante afinidade com o tema proposto como conhecimento prévio, o que pode ser um forte indício de que a aprendizagem foi realmente significativa. Outro aspecto que vale observar é que na escola particular houve um aumento no número de esportes citados, porem esse aumento não foi tão expressivo como na escola pública.

Figura 13 – Análise dos resultados obtidos na questão um do questionário. Para os alunos do colégio particular.



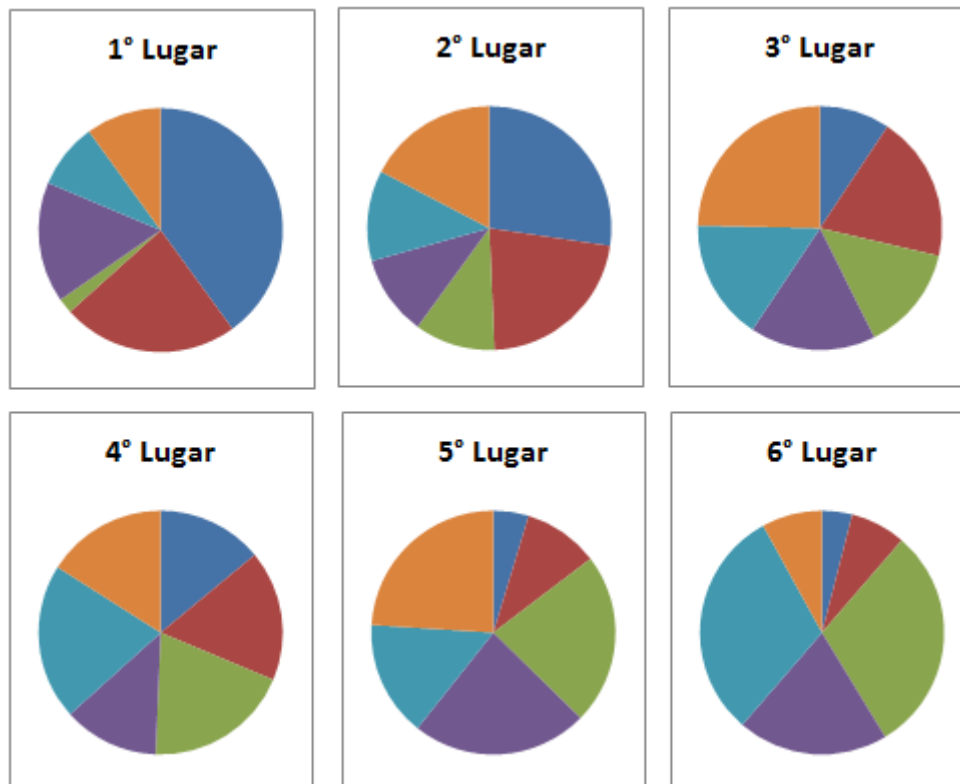
Fonte: *Autor*.

Uma possível explicação para esse resultado, na comparação escola pública versus escola particular, talvez seja pelo fato de que os alunos da escola particular não estejam tão envolvidos com o esporte quanto os alunos da escola pública. Isso acontece pelo fato de que o colégio da rede particular está mais preocupado com o rendimento no aprendizado do que com o esporte. Não quer dizer que a rede pública também não esteja preocupada com o aprendizado, ela está. Por exemplo, um forte indício desse fato é que na rede privada não tem as aulas de educação física (na quadra) como obrigatória, então são poucos os alunos que participam.

De acordo com a terceira questão do questionário, qual a possibilidade de, em condições normais, acertar um alvo no chão, localizado a certa distância, e quais os cuidados deveriam ser tomados? Solicitou-se aos alunos para que preenchessem nos espaços entre parênteses com um número de 1 a 6, sendo 1 para o item que eles considerassem menos importante e 6 para o item que eles considerassem mais importante. Foram colocados seis itens, a saber, força aplicada, inclinação de lançamento, atrito devido à resistência do ar, gravidade, formato e massa do objeto. Observou-se como se dava o grau de importância que os alunos davam para cada um deles, conforme os resultados apresentados nas Figuras 12 e 13, para uma escola pública, e nas Figuras 14 e 15, para a turma de escola particular.

Figura 14 – Gráficos representando as respostas da questão 3 da primeira aplicação do questionário para os alunos do colégio público.

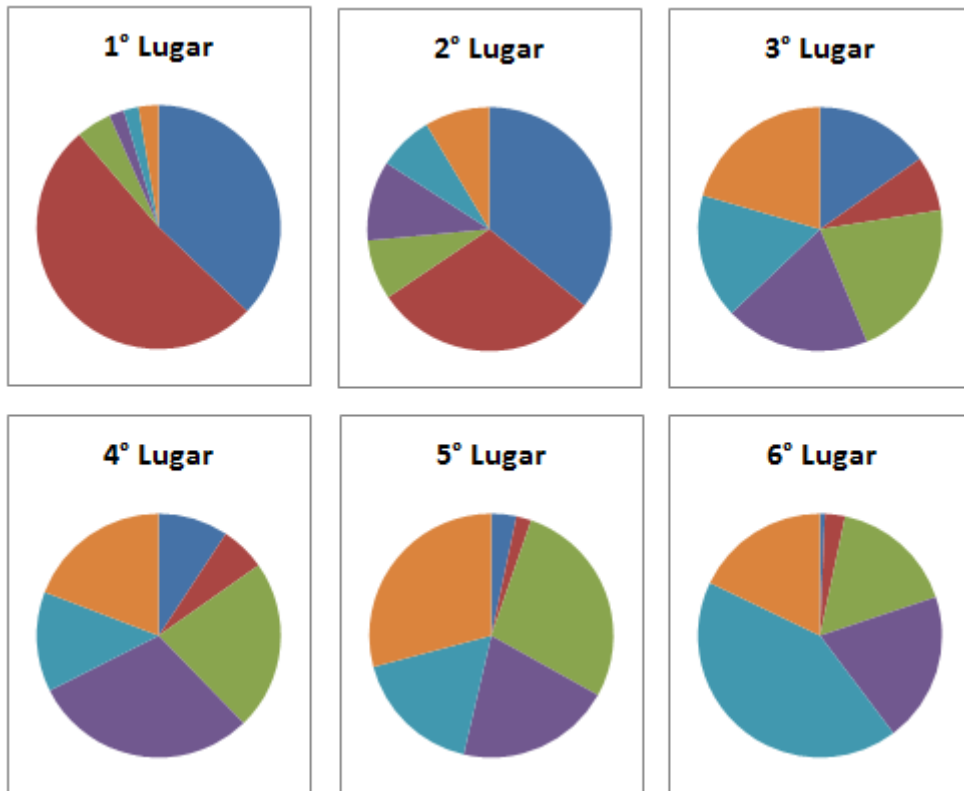
■ Força aplicada ■ Inclinação de lançamento ■ Atrito do ar ■ Gravidade ■ Formato do objeto ■ Massa do objeto



Fonte: Autor.

Figura 15: Gráficos representando as respostas da questão 3 da segunda aplicação do questionário para os alunos do colégio público.

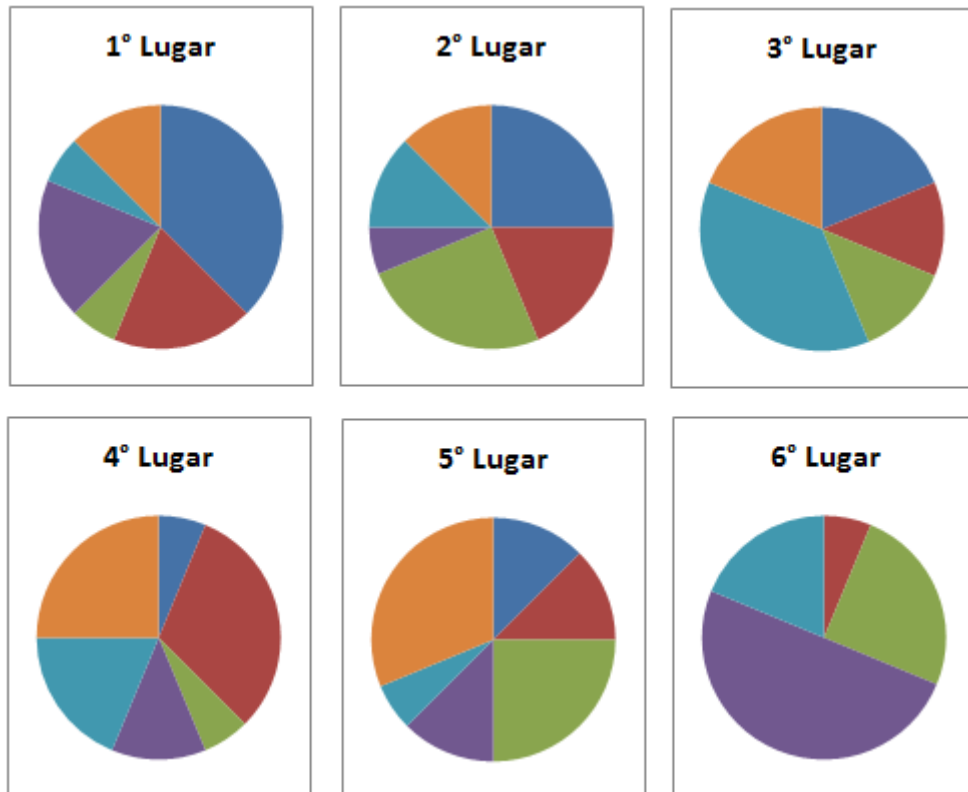
■ Força aplicada ■ Inclinação de lançamento ■ Atrito do ar ■ Gravidade ■ Formato do objeto ■ Massa do objeto



Fonte: *Autor*

Figura 16 – Gráficos representando as respostas da questão 3 da primeira aplicação do questionário para os alunos do colégio particular.

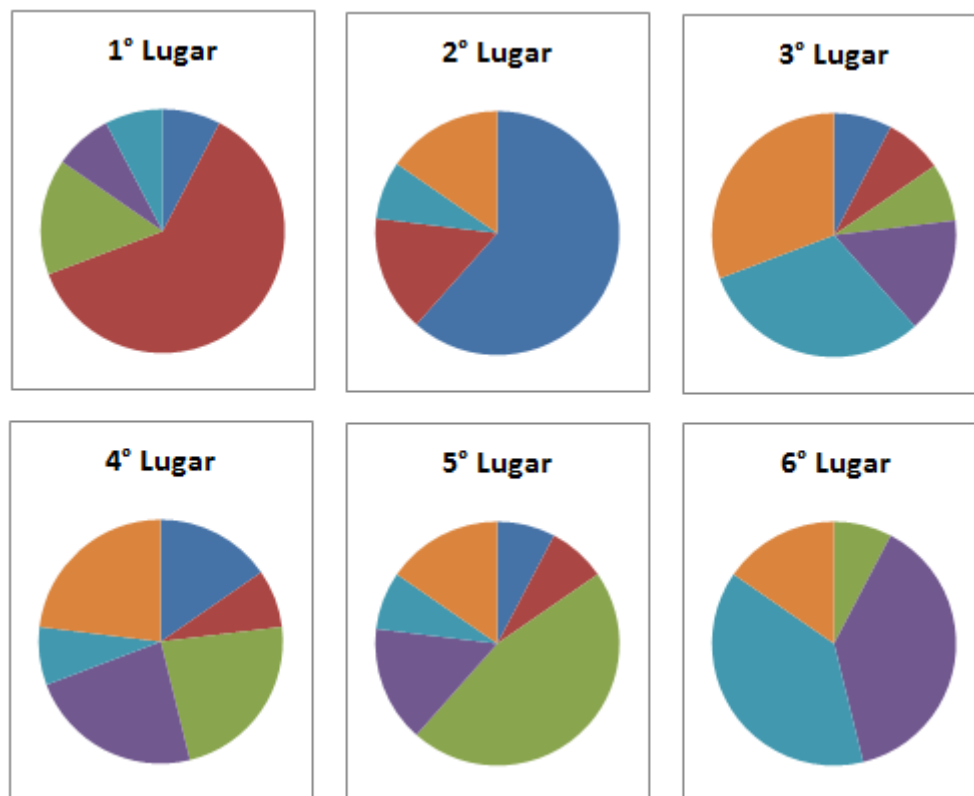
■ Força aplicada ■ Inclinação de lançamento ■ Atrito do ar ■ Gravidade ■ Formato do objeto ■ Massa do objeto



Fonte: *Autor*

Figura 17 – Gráficos representando as respostas da questão 3 da segunda aplicação do questionário para os alunos do colégio particular.

■ Força aplicada ■ Inclinação de lançamento ■ Atrito do ar ■ Gravidade ■ Formato do objeto ■ Massa do objeto



Fonte: Autor.

Os resultados dos dois colégios, o Diógenes da rede pública e o Mérito da rede particular, foram bastante parecidos na colocação da ordem de importância dos aspectos propostos de serem analisados, não sendo necessário levantar comentários a respeito dessa comparação.

É importante deixar claro que não existe uma ordem exata para a questão ser respondida, porém o que existe é uma resposta lógica a ser colocada. Na primeira aplicação do questionário, já existia uma predominância dos alunos em eleger como primeiro lugar de importância a força aplicada, a inclinação e a massa do objeto, ao mesmo tempo em que o atrito devido à resistência do ar foi deixado de lado. Esta não é uma sequência lógica correta a se marcar, visto que a massa só influencia se houver atrito no sistema. Já na segunda aplicação do questionário, depois de dadas as explicações, observou-se que os apontamentos já seguem uma sequência lógica correta quanto ao grau de importância dos itens. Percebe-se que a força e a inclinação predominam o primeiro e

segundo lugares, o que está correto, já que tendo ou não atrito esses são itens muito importantes. Nos últimos lugares, predominaram itens como atrito, gravidade, formato e massa do objeto. Esta sim é uma sequência que faz mais sentido e que pode ser uma forte evidência que a aprendizagem significativa realmente aconteceu. Esta, apesar de ser uma questão objetiva, em que muitos apenas chutam qualquer resposta, é uma questão que envolve raciocínio lógico e que, com certeza, muitos alunos responderam sem nem se tocar o que realmente estava sendo avaliado naquele momento.

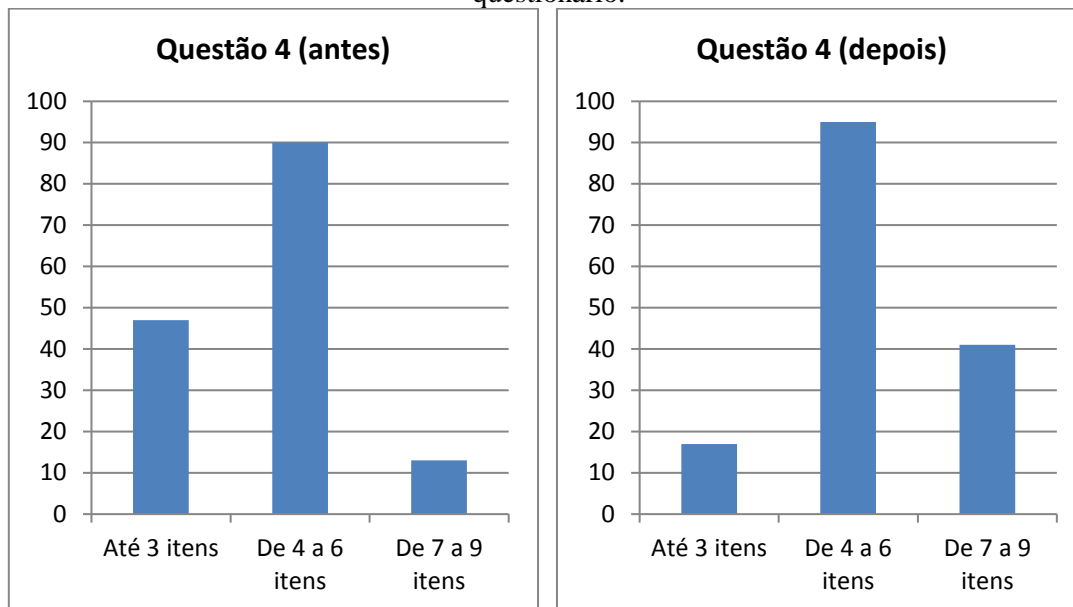
Na quarta questão, solicitou-se aos alunos que preenchessem os espaços entre parênteses agora com um V para as afirmações verdadeiras e um F para as falsas. Foi um total de nove afirmativas, a saber:

- 1°. O ângulo que fornecerá o maior alcance horizontal possível é o de 45° .
- 2°. A componente vertical da velocidade aumenta desde o solo até se tornar nula na altura máxima, o que classifica o movimento como sendo acelerado.
- 3°. Ao chegar à altura máxima a componente vertical (y) da velocidade do móvel é nula.
- 4°. A componente horizontal da velocidade mantém-se inalterada, uma vez que no eixo x o movimento é classificado como retilíneo e uniforme.
- 5°. O valor da aceleração da gravidade não influencia no lançamento oblíquo, já que seu valor é considerado constante no planeta Terra.
- 6°. Se eu lançar o projétil do solo, o alcance será maior do que se eu lançar de certa altura.
- 7°. Nas mesmas condições de lançamento, um projétil mais leve terá um alcance maior que um projétil mais pesado.
- 8°. No lançamento oblíquo, o tempo de subida é igual ao tempo de descida para lançamentos a partir do solo.
- 9°. Após o lançamento, a única força que age no projétil é seu próprio peso.

Solicitou-se aos alunos que levassem em consideração uma situação totalmente isenta de atrito. Esta é uma consideração que fazia toda a diferença em algumas afirmações. Na quarta afirmativa, pois, se houvesse atrito, a componente x não permaneceria com velocidade constante, seria então um movimento uniformemente variado. Na sétima afirmativa, pois, se houver atrito e dependendo do formato, o objeto mais pesado tende a ir mais longe do que o objeto mais leve. Na oitava afirmativa, pois, se houver atrito, o tempo de subida não será igual ao tempo de descida, já que o atrito influencia de maneira a retardar o movimento. Por fim, na nona alternativa, pois, se houver atrito, a força peso não será a única força que agirá sobre o projétil; haverá, também, a atuação a força de atrito. A análise foi dividida em três grupos: quem acertou

até três itens, quem acertou de quatro a seis itens e quem acertou de sete a nove itens, conforme os resultados apresentados na Figura 16.

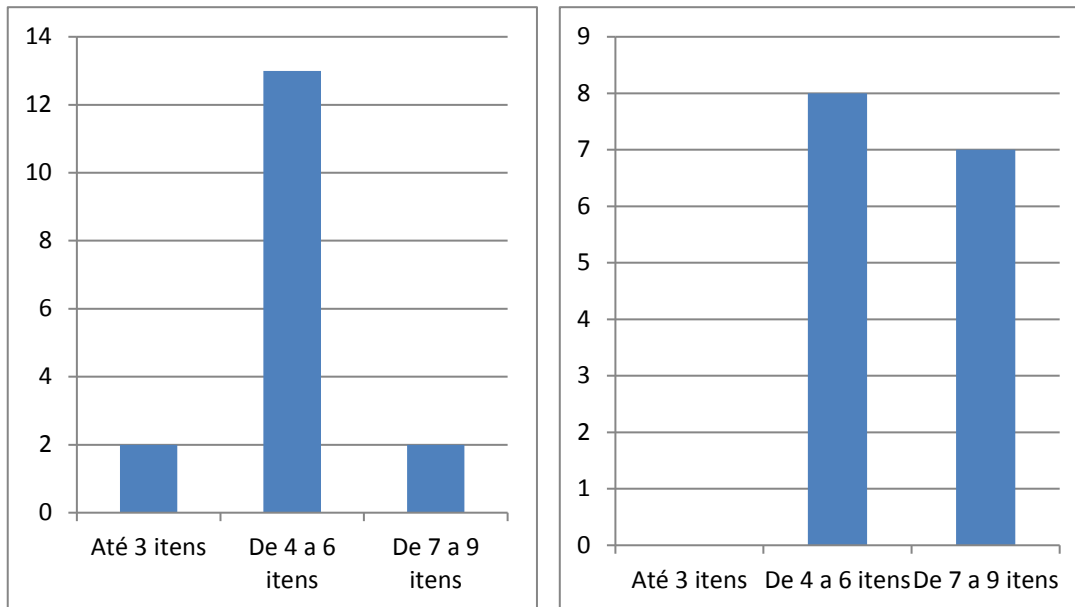
Figura 18 – Gráfico representando o número de alunos da rede pública que acertaram até três itens, de quatro a seis itens e de sete a nove itens, na primeira e segunda aplicação do questionário.



Fonte: Autor.

De acordo com os resultados apresentados acima (Figura 16), houve também um aumento considerável no quantitativo de alunos que acertaram mais itens, na comparação do antes e do depois no caso da rede pública. Porém, esta foi uma questão em que apareceu uma maior diferença entre as duas escolas. Na escola pública, o aumento no número de alunos que acertaram de sete a nove itens foi de 9% para 27%.

Figura 19 – Gráfico representando o número de alunos da rede particular que acertaram até três itens, de quatro a seis itens e de sete a nove itens, na primeira e segunda aplicação do questionário.

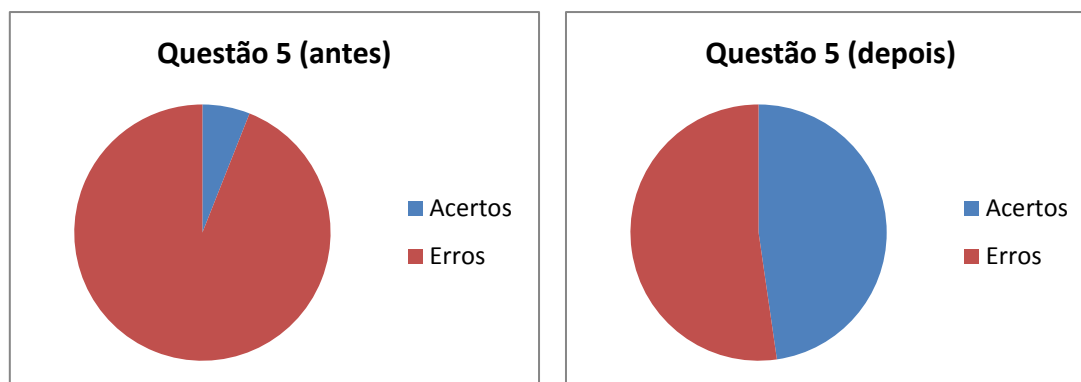


Fonte: Autor.

Já na escola particular, esse aumento de alunos que acertaram de sete a nove itens foi de 12% para 47%, conforme ilustrado na Figura 17. Acredita-se que essa diferença tenha aparecido devido ao domínio dos conhecimentos prévios ser maior na escola particular. Acredita-se que se o aluno já traz consigo um elevado grau de conhecimentos adquirido em tempos passados, isso possa ter contribuído para que ele tivesse um melhor resultado nessa questão. Na rede pública, o Ensino Fundamental prevê em seu currículo basicamente os mesmos assuntos que a escola particular, porém, devido a vários fatores, como por exemplo, o número de aulas reduzido, formação dos professores, etc., os alunos da escola pública se veem em uma situação de desvantagem. O próprio autor foi professor de Ciências no nono ano da turma onde o projeto foi aplicado na escola particular. Por isso, foi possível chegar a esse diagnóstico para explicar essa diferença nos resultados.

Na quinta questão, os alunos tiveram que responder se a massa influenciava no movimento do lançamento oblíquo, desconsiderando a atuação do atrito devido à resistência do ar. Além de responder sim ou não, os alunos foram estimulados a justificarem suas respostas, conforme os resultados apresentados na Figura 18.

Figura 20: Gráfico representando o número de alunos que acertaram a questão cinco da primeira e segunda aplicação do questionário.

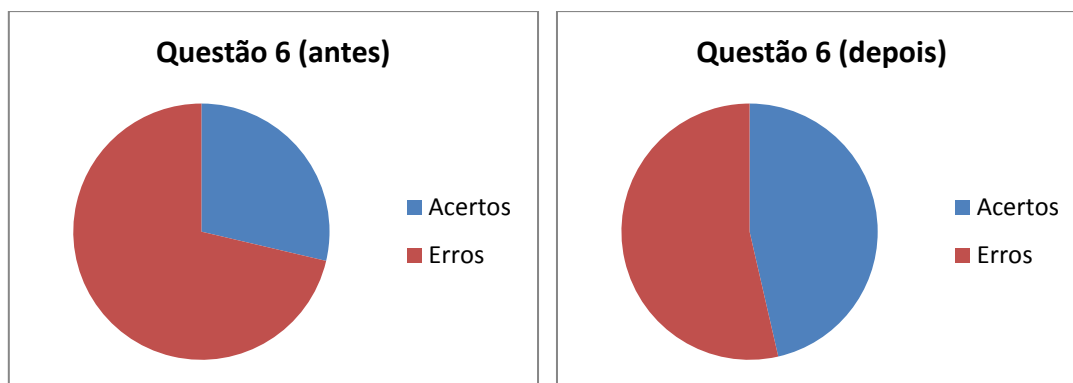


Fonte: *Autor*.

De acordo com o resultado apresentado na Figura 18, observa-se que houve um aumento significativo no número de acertos e, conseqüentemente, uma diminuição expressiva no número de erros. Todavia, deve-se observar que, mesmo com esse aumento, apenas 48% dos alunos conseguiram acertar a questão cinco na segunda aplicação do questionário. Acredita-se que, nesse caso, o que ocorreu foi uma falha na leitura e interpretação do enunciado da questão por parte dos alunos. Esse problema é bastante recorrente na escola onde o projeto foi aplicado, inclusive um problema que foi apontado pelo autor nos últimos conselhos de classe. Devido a esse problema, que não é recente, existem propostas metodológicas para resolvê-lo o quanto antes.

Na sexta e última questão do questionário, os alunos tiveram que marcar a alternativa que representasse a relação entre os movimentos horizontal e vertical com os movimentos uniforme e uniformemente variado, conforme resultados apresentados na Figura 19.

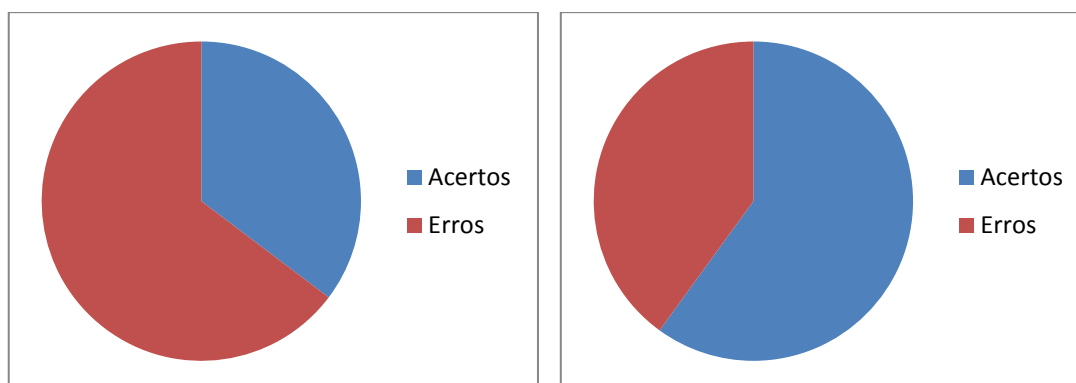
Figura 21: Gráfico representando o número de alunos que acertaram a questão seis na primeira e segunda aplicação do questionário na rede pública.



Fonte: Autor.

O resultado apresentado na Figura 19 é similar ao da Figura 18, onde o número de acertos saltou de 29% (primeira aplicação do questionário) para 46% (segunda aplicação do questionário) apenas. É possível que alguns alunos tenham se equivocado na hora de interpretar a nomenclatura utilizada (horizontal e vertical), pois na apresentação de slides se usava bastante eixo x e eixo y ao invés de horizontal e vertical. Na escola particular, o rendimento foi maior, aumentamos de 35% para 60% de acertos nessa questão, conforme a Figura 20.

Figura 22: Gráfico representando o número de alunos que acertaram a questão seis na primeira e segunda aplicação do questionário na rede particular.



Fonte: Autor.

Vale destacar que a apostila utilizada nessa escola (Colégio Mérito, da rede particular) usa-se mais a denominação horizontal e vertical. Por incrível que pareça, existem muitos jovens que se confundem quando questionados sobre quais são as direções horizontal e vertical.

Assim sendo, de acordo com os resultados apresentados nas Figuras 9 a 20, e o que foi discutido nos parágrafos acima, pode-se concluir, então, que o desenvolvimento

do produto educacional obteve bastante êxito durante sua aplicação, salvo alguns casos específicos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos objetivos do MNPEF consiste em fazer com que o aluno produza um produto educacional voltado para o ensino de Física. Nesse sentido, conforme tudo o que foi apresentado até aqui, o trabalho cumpriu bem o seu papel, pois o produto educacional de fato é eficiente e contribuiu para o ensino de Física.

Vale ressaltar que a avaliação do processo para afirmar que tem ou não eficiência não ocorreu de acordo com os métodos tradicionais, que analisam apenas se o aluno é capaz ou não de resolver um exercício. Foram usadas diferentes ferramentas, como: questionários, observar a participação dos alunos durante a aula, os debates e entrega de atividades. Para que a avaliação seja bem-feita, é necessário que ela seja constante e não apenas ao final do processo.

Observou-se que, ao final do processo, os alunos foram capazes de elaborar respostas usando suas próprias palavras, o pôde ser percebido nos momentos em que houve a participação por parte dos mesmos. Além disso, elaborar seus próprios questionamentos fornece um forte indício de que a aprendizagem foi, além de significativa, foi significativa crítica. Percebeu-se que a maioria dos alunos conseguiu relacionar os novos conhecimentos com os seus conhecimentos prévios, o que evidencia de que a aprendizagem foi significativa.

Um aspecto importante que merece ser ressaltado é o fato de o professor relacionar o conceito a ser ensinado com o dia a dia do aluno. Isso sempre traz consigo uma carga de importância muito grande, pois existem múltiplas relações que cada aluno pode fazer utilizando seus conhecimentos prévios. Uma vez que o aluno entende que aquilo que está sendo ensinado dentro da sala de aula faz parte da sua vida real, aquele conhecimento se torna seu objeto de interesse e contribui para uma aprendizagem significativa.

Outro fator que contribuiu bastante para o bom andamento de todo o processo foram os métodos e tecnologias utilizados. A apresentação de slides, que também faz parte do produto educacional, foi de grande valia, junto com os vídeos explicativos, imagens e a animação. A animação foi uma novidade para a maioria dos alunos. Observou-se que houve um grande interesse até por parte daqueles alunos que geralmente não se interessam pelos assuntos tratados na escola. Isso demonstra que esta é uma ótima ferramenta para tornar o ensino de Ciências, especialmente o de Física, mais eficiente.

Por meio da aplicação dos questionários, pode-se avaliar através de uma análise quantitativa a eficiência do produto educacional. Os resultados foram bastante satisfatórios, pois envolveu um grande número de alunos, algo em torno de cento e setenta alunos, o que dificulta bastante o processo de análise. Pela comparação do rendimento dos alunos das diferentes escolas, a pública e a particular, observou-se, pela análise dos resultados obtidos, que a eficiência dos participantes de ambas as escolas foi bastante parecida, conforme os resultados apresentados nas Figuras 4 a 15. Isso pode ser um resultado surpreendente para muitos, não para os professores, pois a potencialidade de todas as turmas são basicamente as mesmas, independente da escola. Essa diferença que sempre aparece nos resultados dos vestibulares, onde a escola particular quase sempre se destaca em relação a pública, acontece devido a alguns fatores como: número de aulas semanais, quantidade de alunos por sala, estrutura da escola, formação dos professores, etc. Esse trabalho deixou claro que quando se executa uma sequência de aulas idêntica nas duas escolas, o rendimento na média seria o mesmo. É claro que existem as particularidades que não se pode deixar de lado, como por exemplo, a bagagem de conhecimento que o aluno da rede particular traz consigo, que inclusive foi o fator predominante na diferenciação dos resultados em uma das questões propostas no questionário.

O trabalho tinha como objetivo principal elaborar um produto educacional (Apêndice 01) voltado para o ensino de Física, onde a proposta era ensinar Física através de situações problema relacionadas ao esporte. Este objetivo foi cumprido. O produto educacional assim elaborado consistiu em uma sequência didática em forma de UEPS para trabalhar o lançamento oblíquo através do esporte. Outro objetivo foi fazer uma análise quanto a eficiência desse produto, levando em consideração as diferentes turmas de alunos das diferentes escolas onde este fora aplicado. Esta análise foi feita através de constantes observações durante o processo, sendo uma análise qualitativa e, também, através de questionários aplicados antes e depois do processo, sendo esta uma análise quantitativa. Por fim, outro objetivo cumprido foi a elaboração de uma descrição detalhada das UEPS de Marco Antônio Moreira, incluindo também um aparte sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Depois de tudo o que foi feito, acredita-se que o material elaborado no decorrer desse trabalho será de grande valor para outros professores de Física que estiverem dispostos a utilizá-lo em suas aulas. O produto funciona, porém, não está pronto e acabado. Cabe ao professor adaptá-lo segundo suas necessidades. Aliás, uma importante

sugestão está relacionada com este processo de adaptação do produto pelos professores, segundo suas necessidades, que, porventura, farão uso deste material. O bom professor é aquele que entende que os alunos são diferentes, as turmas são diferentes, as escolas são diferentes. Assim sendo, para que se possa realizar um bom trabalho, ele deve ser flexível em suas metodologias, escolhendo-as conforme as necessidades dos seus alunos ou de suas turmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology – a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685p., 1968.

BRASIL-MEC, Ministério da Educação; **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **PCN+: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2007.

CHUEKE, G. V.; LIMA, M. C. **Pesquisa Qualitativa: evolução e critérios**. Revista Espaço Acadêmico, v. 11, n. 128, p. 63-69, 2012.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GODOY, A. S. **Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades**. RAE - Revista de Administração de Empresas. v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás/Versão Experimental**. Goiânia, 2012.

GUNTHER, H. **Como elaborar um questionário**. Brasília: UNB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.

HALLIDAY, D. **Fundamentos de física, volume 1: mecânica**. 8ª edição. LTC, Rio de Janeiro. 2008.

LABURU, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. **Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências**. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez. 1994

LUDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986.

MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa em Revista**. Meaningful Learning Review. São Paulo. v. 1, n. 1, pp. 16-24, 2011.

MOREIRA, M. A. **A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física**. Revista Brasileira de Física, v. 9, n. 1, 1979.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. In: Atlas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa Crítica, Lisboa (Peniche), 2000.

_____, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas** – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, pp. 43-63, 2011.

_____, **O que é Afinal Aprendizagem Significativa? (After all, what is meaningful learning?)**; Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, *Qurrriculum*, La Laguna, Espanha, 2012.

_____, M. A. **Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais**. Textos de Apoio ao Professor de Física. PPGEn/Fis/IFUFRGS, v. 24, n. 6, 2013.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Elaboração e uso de questionários**. In: LAMPARINA (Org.). *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. 2 ed. Rio de Janeiro, 2008. cap. IV. p. 95-133.

MOREIRA, MARCO ANTONIO; **Uma abordagem cognitivista ao ensino de física**. Porto Alegre: EDUFRGS, 1983.

NASCIMENTO, S. S. **O Mestrado Nacional Profissional de Ensino em Física: a experiência da Sociedade Brasileira de Física**. Minas Gerais. *Polyphonía*, v. 24/2, 2013.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica I: Mecânica**. São Paulo: Edgard Blücher. 4ª edição, 2012.

Ricardo, E. C.; Freire, J. C. A. **A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.

SILVA, M. B.; VALESAN, D. P.; LIRA, K. C. S.; DALPOSSO, G. H. **Modelagem Matemática: Movimento com Resistência do ar Proporcional á Velocidade**. *Revista Científica Semana Acadêmica*. v. 1, 2018.

YOUNG, H.D. FREEDMAN, R.A. **Física 1: Mecânica**. 12ª edição. Pearson Education do Brasil. São Paulo. 2009.

APÊNDICES

Apêndice 01: Produto Educacional

**UNIDADES DE ENSINO
POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVAS PARA
ENSINAR
LANÇAMENTO
OBLÍQUO ATRAVÉS DO
ESPORTE.**

Material do professor

Apresentação

Professor,

Este material foi elaborado com base na visão de Moreira (2010), onde se propõe a elaboração de uma sequência didática através de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). A proposta é descrever passo a passo para você professor uma sugestão de como ensinar Física para alunos do Ensino Médio através das UEPS.

As UEPS têm como base o conhecimento prévio do aluno, levando-se em consideração toda sua vivência para poder fazer uma ligação entre o que está sendo aprendido com as informações que o aluno já tem através de algumas situações problema. Esse fato faz essa metodologia de ensino ser diferente, pois dá significado ao que está sendo aprendido.

Como o conhecimento deve ter significado para o aluno, esta proposta didática traz para a sala de aula situações problema relacionadas ao esporte. Todos nós já tivemos algum tipo de contato com o esporte. Como neste assunto a maioria dos jovens têm ou tiveram algum tipo de vivência no esporte, decidimos elaborar uma proposta para se ensinar física a partir de situações relacionadas ao esporte como ponto de partida.

O trabalho tem como objetivo ser um apoio didático para o professor durante suas aulas de Física no Ensino Médio, envolvendo os mais diversos assuntos. Foi elaborado pelo autor contendo um exemplo, porém, pode ser estendido e aplicado para quaisquer temas da Física. Para obter o material completo, apresentação de slides, vídeos e animações, acesse o link abaixo:

https://drive.google.com/drive/folders/12NbjcWwhbqr_dETRv7n68v6Gbt3FvDwb?usp=sharing

SUMÁRIO

Introdução	04
Ideia inicial	06
Revisão sobre o lançamento oblíquo – Nível Superior	06
Proposta de UEPS para ensinar Lançamento Oblíquo	12
1. Situação inicial	14
2. Situações-problema	15
3. Revisão	17
4. Organizador prévio	20
5. Aula expositiva dialogada integradora final	20
6. Avaliação da aprendizagem	22
Referências bibliográficas	23

Introdução

Conceitos importantes das UEPS segundo Moreira (2011):

Aprendizagem significativa: é a aprendizagem que traz algum tipo de significado para o aluno. O autor defende que para algum conhecimento novo ter significado ele precisa estar relacionado com algum conhecimento prévio do aluno, porém, essa relação não pode ser de maneira literal, ela precisa ser de tal maneira que o aprendiz possa criar novas relações para outros conhecimentos. É importante ressaltar que a aprendizagem só tem significado para alguém se aquilo faz parte da vida dessa pessoa, do contrário, torna-se apenas um tipo de conhecimento qualquer, sem significado algum, que irá cair no esquecimento dentro de algum tempo.

Aprendizagem mecânica: esse tipo de aprendizagem está relacionado ao que falamos no final do parágrafo anterior, é um tipo de aprendizado sem significado. A aprendizagem mecânica geralmente está associada a pedagogia tradicional. O aluno aprende simplesmente na intenção de decorar os novos conhecimentos sem a necessidade de relacioná-los com conhecimentos prévios a fim de dar significados a eles.

Atividade colaborativa: como o próprio nome já sugere, é um tipo de atividade que conta com a colaboração de um pequeno grupo de pessoas. Podem ser realizadas diferentes tipos de atividades como lista de exercícios, mapas conceituais, realização de uma experiência, etc. E ao final da atividade, o pequeno grupo apresenta para os demais alunos seus resultados.

Avaliação formativa: é aquele tipo de avaliação que avalia o processo formativo do aluno. A ideia não é uma avaliação simplesmente baseada em acertos e erros, mas sim no processo como um todo. Essa avaliação é feita de maneira contínua, observando-se o processo de ensino como um todo, desde o primeiro encontro até o último.

Avaliação somativa: tem como objetivo avaliar separadamente cada passo do processo de aprendizagem do aluno. Normalmente, são usados métodos simples como exercícios, apresentações orais, pequenos textos ou até mesmo avaliações de final de bimestre.

Conhecimento prévio: este é a base para o novo conhecimento que está por vir. São conceitos que o aluno já tem consigo em sua estrutura cognitiva a respeito de determinado assunto ou tema. Todos nós temos algum conhecimento; é simplesmente impensável acreditar que o aluno chega à escola sem nenhum tipo de conhecimento, como se fosse um “HD vazio”. Cabe ao professor saber identificar e utilizar esses conhecimentos prévios da melhor maneira possível.

Diferenciação progressiva: inicialmente os novos conceitos a serem aprendidos são apresentados em forma de situação-problema e então no final do processo ocorre a explicação de fato desse novo conhecimento. A diferenciação progressiva acontece nesse meio, os novos conhecimentos são apresentados logo no início do processo e, ao longo deste, esses conceitos vão sendo diferenciados dos conhecimentos prévios na bagagem cognitiva dos alunos.

Organizador prévio: são conceitos que o aluno deve ter antes de o professor explicar o novo conhecimento, que é o tema da sequência. Por exemplo, para que se possa ensinar como resolver uma equação de segundo grau é necessário que antes o aluno saiba de alguns conceitos matemáticos importantes, tais como a soma, a subtração, divisão, multiplicação, radiciação, equação de primeiro grau, etc. É importante mostrar ao aluno que conceitos são esses e como eles são importantes e, também, como vão fazer parte do novo conhecimento. Pensando assim, são conceitos que devem ser apresentados aos alunos antes de se chegar com o novo conhecimento. Vale ressaltar que este não é um momento para o professor explicar todo o conhecimento que o aluno precisa ter para absorver bem o novo. O objetivo é fazer uma revisão, uma retomada desses conhecimentos, para que o aluno possa fazer a conexão entre o prévio e o novo conhecimento.

Reconciliação integrativa: é o momento de reconciliar os conhecimentos prévios já existentes com os novos conhecimentos, aqueles que estão por vir. É necessária essa reconciliação para que haja integração entre o novo conhecimento e os já existentes. Nesse momento, o professor deve apontar tanto as possíveis semelhanças, quanto as diferenças, a fim de produzir uma espécie de “link” com os conhecimentos prévios do aluno.

Situação-problema: está é um dos principais tópicos propostos por Moreira. A situação-problema é um tipo de problema que deve ser proposto para os alunos logo no início de todo o processo. Esses problemas devem ser pensados de maneira que provoquem no aprendiz dúvidas que tenham alguma relação com o novo conhecimento que se pretende ensinar. Os problemas propostos devem ser bem introdutórios. Não é indicado que sejam do tipo exercícios tradicionais. O interessante é que se pense em algum problema do dia a dia do aluno, algo que desperte de fato a curiosidade e a vontade de entender e explicar aquele determinado problema. Vale lembrar que são essas situações-problema que vão dar sentido aos novos conhecimentos. São através delas que o aluno vai conseguir modelar e fazer a conexão no momento em que conseguir solucionar essas situações. As situações-problema podem ser sobre basicamente qualquer tema. O ideal, porém, é que o professor procure algo que seja atual e faça parte da vida dos alunos. Elas podem ser apresentadas de diferentes maneiras, através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas veiculados pela mídia, problemas clássicos do ensino, etc., levando em consideração o cotidiano do aluno, tomando o cuidado de procurar temas que consigam atingir o máximo de pessoas possível.

Ideia inicial

A ideia inicial da proposta seria utilizar as UEPS para ensinar/estudar Cinemática no Ensino Médio, com aplicações relacionadas ao esporte, levando em consideração as seguintes etapas: i) Movimento Uniformemente Variado (MUV); ii) Movimento Circular Uniforme (MCU); iii) Lançamento Oblíquo. Todavia, para apresentação desse trabalho, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Mestre na Área de Ensino de Física, por falta de tempo para a aplicação dos dois primeiros itens, a proposta será desenvolvida levando em consideração apenas o Lançamento Oblíquo, com aplicação no vôlei, basquete, futebol e arco-flecha.

Antes de apresentar a proposta, faremos uma revisão sobre todos os conceitos e a demonstração das equações referentes ao tema do trabalho. Esta revisão é voltada para o professor, tendo em vista que foi feita a nível superior. Utilizamos como apoio

teórico na construção dessa revisão os livros “Fundamentos de Física 1 – Mecânica” de Halliday Resnick Walker e “Física I: Mecânica” de Mark W. Zemansky; Francis Weston Sears, Hugh D. Young e Roger A. Freedman.

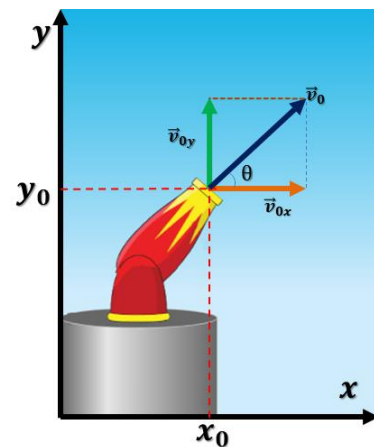
Revisão sobre o lançamento oblíquo – Nível Superior

Utilizamos como apoio teórico na construção dessa revisão os livros “Fundamentos de Física 1 – Mecânica” de Halliday Resnick Walker e “Física I: Mecânica” de Mark W. Zemansky; Francis Weston Sears, Hugh D. Young e Roger A. Freedman.

Galileu Galilei foi uma das mentes mais importantes para a Matemática e Física. Dentre suas inúmeras descobertas e seus grandes feitos, ele ficou bastante conhecido por ser um dos principais estudiosos do movimento de projéteis. Suas contribuições são utilizadas ainda hoje para se trabalhar esse tipo de movimento.

Para Galileu, o movimento oblíquo pode ser decomposto em dois tipos de movimentos, um movimento uniforme, ao longo do eixo horizontal, e um movimento uniformemente variado, ao longo do eixo vertical. Vale ressaltar que essas considerações são válidas para sistemas livres de resistência do ar.

Inicialmente, consideremos que o eixo x está na horizontal, paralela à superfície, e o eixo y está na vertical, perpendicular à superfície. Consideremos também que o projétil foi lançado da posição (x_0, y_0) no tempo t_0 com velocidade \vec{v}_0 , formando um ângulo θ com a horizontal, bastante conhecido como ângulo de tiro.



➤ A velocidade

A velocidade inicial \vec{v}_0 pode ser escrita como:

$$\vec{v}_0 = v_{0x}\vec{i} + v_{0y}\vec{j} \quad 01$$

Podemos também escrever a velocidade inicial em função do ângulo de tiro, considerando a decomposição do vetor usando as funções seno e cosseno:

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta \quad \mathbf{02}$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta \quad \mathbf{03}$$

➤ **As Leis de Newton**

Para aplicar as Leis de Newton para esse movimento, considere que o projétil se move sob a ação da aceleração da gravidade, que nesse sistema é admitida como constante, e próximo a superfície terrestre. Sabe-se que a gravidade aponta sempre para o centro do planeta, sendo assim, no sentido negativo do eixo y (conforme diagrama da Figura 2). Desprezando a força de resistência do ar e considerando que a superfície da Terra seja plana, a força gravitacional pode ser escrita como:

$$\vec{F} = -(mg)\vec{j} \quad \mathbf{04}$$

Pode-se, então, analisar as componentes x e y da força gravitacional de maneira isolada, considerando que o sistema é uma composição de dois movimentos. Essa análise será feita a partir da Segunda Lei de Newton. Para o eixo x, tem-se: $F_x = 0$

$$F_x = ma_x = 0 \quad \mathbf{05}$$

Dizer que a aceleração no eixo x é zero implica que o movimento horizontal é constante ao longo do tempo. Matematicamente:

$$m \frac{dv_x}{dt} = 0$$

$$\frac{dv_x}{dt} = 0$$

$$v_x(t) \rightarrow \text{constante}$$

$$v_x(t_0) = v_x(t) \quad \mathbf{06}$$

Para a posição na direção x, pode-se afirmar que:

$$\frac{dx(t)}{dt} = v_x(t)$$

Integrando ambos os lados em função do tempo, obtém-se o seguinte resultado:

$$\int_{t_0}^t dx(t) = v_x \int_{t_0}^t dt$$

$$x(t) - x(t_0) = v_x(t - t_0)$$

Admitindo $x(t_0) = x_0$

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}_0 + \mathbf{v}_x(t - t_0) \quad \mathbf{07}$$

Agora, analisando a componente da força para o eixo y, tem-se que:

$$F_y = ma_y = -mg$$

$$a_y = -g$$

Pode-se, também, reescrever a aceleração da gravidade como:

$$\frac{dv_y}{dt} = -g$$

Integrando ambos os lados em função do tempo, obtém-se o seguinte resultado:

$$\int_{t_0}^t dv_y(t) = -g \int_{t_0}^t dt$$

$$v_y(t) - v_y(t_0) = -g(t - t_0)$$

Considerando $v_y(t_0) = v_{0y}$, a equação pode ser escrita como:

$$\mathbf{v}_y = \mathbf{v}_{0y} - \mathbf{g}(t - t_0) \quad \mathbf{08}$$

Por fim, a determinação da função horária da posição para o eixo y será encontrada de maneira análoga ao que foi feito com relação ao eixo x, isto é,

$$\frac{dy(t)}{dt} = v_y$$

$$\frac{dy(t)}{dt} = v_{0y} - g(t - t_0)$$

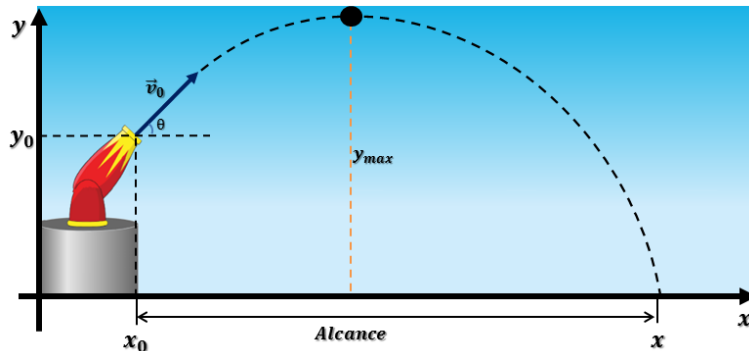
Integrando todos os membros, tem-se:

$$\int_{t_0}^t dy(t) = \int_{t_0}^t [v_{0y} - g(t - t_0)] dt$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}(t - t_0) - \frac{g}{2}(t - t_0)^2 \quad 09$$

➤ **Altura máxima**

A altura máxima é considerada o ponto mais alto do eixo y . Nesse ponto, o projétil não para, apenas a componente y



da velocidade (v_y) que é nula. De acordo com a Equação 08, considerando que o tempo para atingir a altura máxima seja igual ao tempo de subida t_s e adotando $v_y = 0$, então:

$$0 = v_{0y} - g(t_s)$$

$$t_s = \frac{v_{0y}}{g} \quad 10$$

A altura máxima pode ser obtida através da substituição do tempo de subida (t_s) (Equação 10) na função horária da posição (Equação 09) para o movimento uniformemente variável.

$$y = y_0 + v_{0y} \left(\frac{v_{0y}}{g} \right) - \frac{g}{2} \left(\frac{v_{0y}}{g} \right)^2$$

Definindo a posição final y como sendo igual a altura máxima y_{max} , substituindo o valor de v_{0y} pela Equação 03 e simplificando a equação acima, obtém-se:

$$y_{max} = y_0 + \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} \quad 11$$

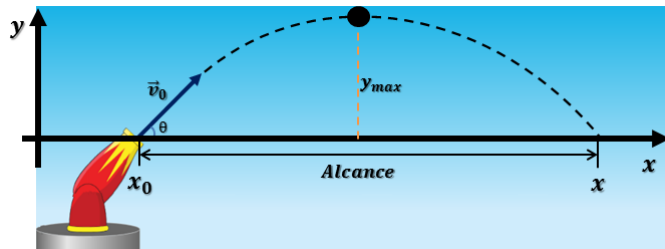
De acordo com a Equação 11, observa-se então que a altura máxima atingida por um projétil lançado obliquamente depende da velocidade inicial aplicada, da posição

inicial em relação ao eixo y e do ângulo de tiro θ , já que se considerou a aceleração da gravidade com sendo uma constante.

➤ **O alcance**

Considere, primeiramente, o caso em que o objeto é lançado a partir do solo, ou seja, $y_0 = 0$.

Para esta situação, o tempo de subida corresponde ao intervalo de tempo entre o lançamento até o momento em que o projétil atinge a altura



máxima y_{max} . Neste caso, pode-se dizer que o tempo de subida é igual ao tempo de descida. Assim, para se obter o tempo total de voo (t_t), basta multiplicar o tempo de subida por dois:

$$t_t = 2t_s = 2 \frac{v_{0y}}{g}$$

O alcance poderá ser definido a partir da função horária da posição no eixo x (Equação 07), já substituindo o valor do tempo de voo e considerando o alcance como x_{max} .

$$x_{max} = v_{0x} \left(2 \frac{v_{0y}}{g} \right) \tag{12}$$

Substituindo v_{0x} pela Equação 02 e v_{0y} pela Equação 03, obtém-se:

$$x_{max} = v_0 \cos \theta \left(2 \frac{v_0 \sin \theta}{g} \right)$$

Simplificando a equação e aplicando a identidade $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$:

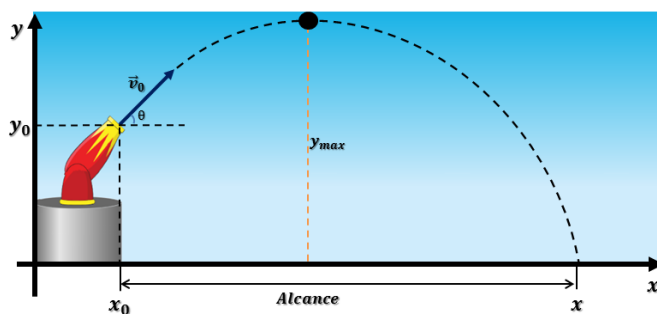
$$x_{max} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} \tag{13}$$

Para todo sistema de lançamento, existe um limite de velocidade que este consegue imprimir no projétil. Pensando nisso, pode-se definir qual seria o melhor valor do ângulo de tiro para que o alcance seja máximo. Nessa situação, para se obter o alcance máximo (x_{max}), o valor de $\sin 2\theta$ deve ser máximo, ou seja, igual a um. Sendo assim, $2\theta = 90^\circ$ ou seja, θ deverá ser igual a 45° . E, portanto,

$$x_{max} = \frac{v_0^2}{g} \quad 14$$

Considere, agora, o caso em que o projétil é lançado a partir de uma altura inicial y_0 .

Para esta situação, o tempo de subida não é igual ao tempo de descida. O tempo de voo (t_t) pode ser definido a partir da função horária da posição para o eixo y (Equação 09), considerando que o projétil atinge o solo na posição $y = 0$. Então:



$$y = y_0 + v_{0y}(t_t) - \frac{g}{2}(t_t)^2 = 0$$

Aplicando Bhaskara e isolando o t_t , obtêm-se:

$$t_t = \frac{-v_{0y} \pm \sqrt{(v_{0y})^2 + 2gy_0}}{-g}$$

Considerando apenas o resultado para que $t > 0$ e que $v_{0y} \geq 0$:

$$t_t = \frac{v_{0y} + \sqrt{(v_{0y})^2 + 2gy_0}}{g} \quad 15$$

O alcance poderá ser definido a partir da função horária da posição no eixo x (Equação 07), já substituindo o valor do tempo de voo (Equação 15) e considerando o alcance como x_{max} . Neste caso,

$$x_{max} = v_{0x} \left(\frac{v_{0y} + \sqrt{(v_{0y})^2 + 2gy_0}}{g} \right) \quad 16$$

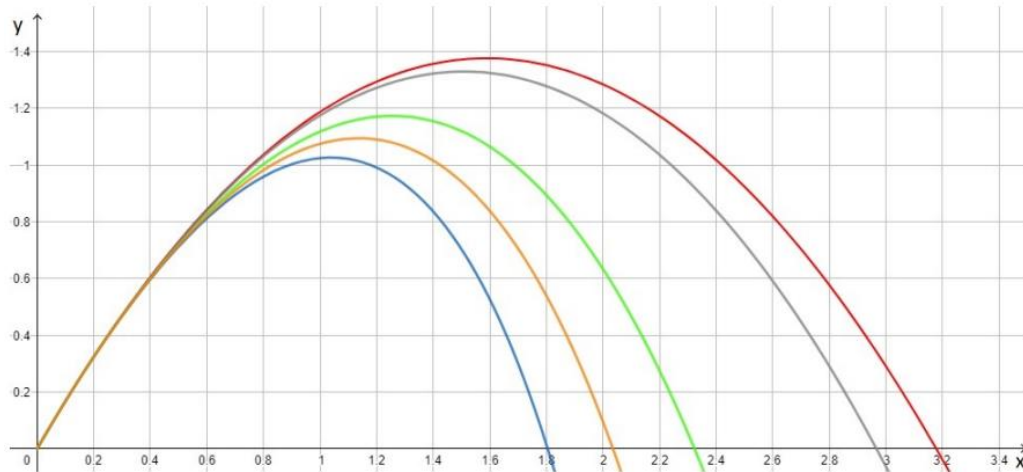
É interessante observar que quando $y_0 = 0$ na Equação 16, obtém-se o resultado anterior, dado pela Equação 12.

➤ **O efeito do ar**

Durante toda nossa revisão, consideramos que o sistema estava livre da resistência do ar. Porém, é importante que saibamos como se comporta um projétil lançado obliquamente em uma situação com resistência do ar. Em uma situação real não podemos desprezar essa força, ela irá influenciar bastante em todas as variáveis, no alcance, na altura máxima e no tempo de voo. Essas alterações vão depender de algumas características como por exemplo, a densidade e temperatura do ar, o formato do objeto, a massa do objeto e a velocidade em que esse objeto se move.

Outro fator importante que devemos observar é que agora na componente horizontal o movimento deixa de ser uniforme e passa a ser uniformemente variado, se considerarmos a resistência do ar como uniforme durante toda a trajetória. Isso torna a análise desse tipo de movimento mais complicada, uma vez que não podemos mais tratar os movimentos horizontal e vertical de forma separada (NUSSENZVEIG, 2002)

A força de resistência do ar é medida a partir de uma grandeza conhecida como coeficiente de resistência (k), que depende basicamente da densidade do ar, do formato do corpo e da área transversal perpendicular à direção do movimento. Nesse tipo de movimento, quando levamos em conta o arrasto produzido pelo ar, o alcance e a altura máxima são menores tanto quanto for maior o coeficiente k (SILVA et al., 2018).

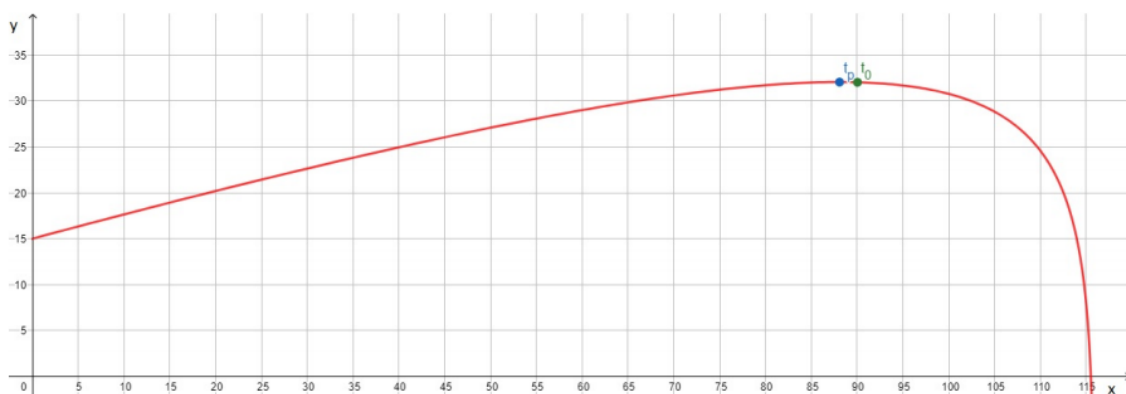


Segundo Silva (2018) o alcance e a altura máxima podem ser obtidos segundo as equações abaixo.

$$x_{max} = x_0 + \frac{mv_{0x}}{k_x} \left(1 - e^{-\frac{k_x t}{m}} \right) \quad 17$$

$$y_{max} = y_0 - \frac{mgt}{k_y} + \left(v_{0y} + \frac{mg}{k_y} \right) \left(\frac{m - me^{-\frac{k_y t}{m}}}{k_y} \right) \quad 18$$

Os mesmos autores (SILVA et al., 2018) citados acima fizeram uma suposição de um cenário hipotético em que o lançamento foi de uma altura de 15 m com inclinação de 15° e tinha como objetivo calcular o alcance do tiro de um morteiro. O projétil foi lançado com velocidade de 360 km/h, tinha massa de 1 kg e o coeficiente $k_x = k_y = 1$.



Utilizando a Equação 17 para fazer esse cálculo, encontrou-se um alcance de aproximadamente 115,5 m. Para comparação, se esse lançamento fosse feito em uma situação isenta de atrito o alcance seria de aproximadamente 173 m.

Observando a trajetória ilustrada na figura acima fica ainda mais evidente como a força de arrasto do ar provoca uma mudança brusca na trajetória do projétil. É interessante observar esse tipo de exemplo pois o movimento é contraintuitivo e dependendo da situação pode nos induzir ao erro.

Proposta de UEPS para ensinar Lançamento Oblíquo

Objetivos:

- Definir Movimento Uniforme (UM);
- Definir Movimento Uniformemente Variado (MUV);
- Reconhecer as grandezas do Movimento Uniformemente Variado;
- Resolver situações que necessitem da Equação de Torricelli;
- Diferenciar o movimento horizontal do movimento vertical;
- Relembrar o conceito e as operações que envolvem o uso de vetores;
- Identificar os esportes que envolvem lançamentos em duas dimensões;
- Entender o que é necessário para que um jogador de basquete acerte a cesta;
- Definir o que é importante para que um piloto de motocross complete um salto;
- Resolver situações problema que envolva o lançamento oblíquo.

Sequência didática

1. *Situação inicial:* Inicialmente, propor uma discussão sobre o tema Lançamento Oblíquo, cuja finalidade é descobrir, isto é, trazer à tona, os conhecimentos prévios dos alunos acerca do assunto. Depois, continue o debate sobre lançamentos horizontais e verticais, enfatizando a diferença entre eles e qual a influência da aceleração da gravidade no movimento. Você professor, será o responsável por mediar esse debate, apresentando exemplos relacionados com os esportes. Instigue os alunos acerca de suas impressões a respeito do que é um movimento em duas dimensões e, também, cite exemplos de algumas situações que para eles são caracterizados como lançamento oblíquo. Propor, ainda, que

os alunos respondam como deve ser o arremesso de um objeto para que ele atinja a maior distância possível. Anotar no quadro, em forma de tópicos, os exemplos citados pelos alunos, para serem analisados posteriormente.

2. *Situações-problema:* a) O que é importante para que um jogador de futebol consiga marcar um gol de cobertura?; b) No vôlei, o que é necessário para fazer um bom saque?; c) Quais as habilidades que necessitam de treino para que um atleta consiga fazer uma cesta de três pontos no basquete?; d) Por que no tiro com arco e flecha o competidor deve mirar um pouco acima do alvo para que o tiro seja certo?; e) O que o atleta deve fazer para conseguir atingir uma maior distância possível nas provas de arremesso?
3. *Revisão:* Revisar alguns tópicos como: velocidade, movimentos uniformes e variados, aceleração, grandezas vetoriais e escalares, decomposição de vetores e trigonometria. Se necessário, resolva alguns exemplos simples sobre esses temas com os alunos para ter uma melhor compreensão de como esses conceitos serão usados daqui para a frente.
4. *Organizador prévio:* Nesse momento, apresentar um vídeo referente a cada questão colocada para que os alunos possam refletir sobre os temas abordados. Depois dessa reflexão, sob a mediação do professor, promover um debate entre os alunos para discutir se os tópicos apontados por eles, na tentativa de resolver as situações propostas, estão de acordo com os conceitos revisados na aula anterior. Feito disso, iniciar uma discussão sobre as questões levantadas anteriormente, organizando os conceitos envolvidos em cada uma delas.
5. *Aula expositiva dialogada integradora final:* Expor de forma geral o tema proposto. Realizar esta exposição final por meio de uma apresentação de slides, usando um projetor/Datashow, composta de gráficos, animações e vídeos. Nesta apresentação, trabalhar os conceitos de decomposição da velocidade nos eixos x e y , a diferença entre os movimentos para cada orientação, as funções horárias para o movimento uniforme e movimento uniformemente variado, além de

alguns exercícios como exemplos. Após está exposição, concluir a aula mostrando aos alunos a resposta para cada questão que foi proposta anteriormente.

6. *Avaliação da aprendizagem:* para o processo de avaliação, levar em consideração tanto as notas obtidas nas atividades propostas anteriormente como, também, a participação dos alunos nos debates e discussões sobre o tema.

1. Situação inicial

Nessa situação inicial, a proposta é apresentar o conteúdo a ser estudado para os alunos. O objetivo dessa aula não é explicar o novo conteúdo, mais sim levantar alguns tópicos que serão apresentados futuramente para que os alunos tenham uma noção do que está por vir.

Num primeiro momento, apresente aos alunos um vídeo com um exemplo clássico de lançamento oblíquo no futebol, como, por exemplo, o vídeo (de mais ou menos quatro minutos) da matéria apresentada pelo Globo Esporte em 2010 sobre um gol de cobertura feito pelo jogador Diego Souza, que virou tema de questão de vestibular. O “de cobertura” é uma jogada que tem como objetivo fazer com que a bola passe por cima dos jogadores e do goleiro e acerte o gol. No futebol, é considerada uma jogada relativamente complicada que, dependendo da distância em que o jogador estiver do gol adversário, torna-se quase impossível de ser feita. A questão foi cobrada no vestibular da Universidade Federal de Itajubá no ano de 2010, que abordava exatamente os conceitos de lançamento oblíquo aplicada no esporte. No final desse vídeo, proponha uma questão extra para que seus telespectadores possam responder e participar de um concurso valendo uma camiseta. Faça essa mesma pergunta aos alunos para que possam respondê-la, entregando a resposta no final dessa sequência didática como forma de avaliação.

Em seguida, proponha uma discussão sobre o lançamento oblíquo para que se possa entender qual o nível de conhecimento dos alunos a respeito do tema proposto. O processo de ensinar através de uma discussão, um debate, uma roda de conversa,

algo que faça com que o aluno elabore uma argumentação a respeito de algum tema já foi comprovadamente testado, e funciona. Porém, é importante lembrar que de nada adianta criar um momento de discussão se não tiver a presença ativa do professor (DE CHIARO; LEITÃO, 2005). Esta será uma discussão aberta, sob a mediação do professor, para que os alunos se manifestem acerca do assunto, sempre encorajando os mesmos a exporem suas ideias. Sugira que os alunos apontem situações do seu dia a dia que envolvam o lançamento oblíquo, situações estas que envolvam, preferencialmente, o esporte. Na medida em que os exemplos forem sendo citados, (o professor) anote-os no quadro para que possam ser analisados posteriormente.

2. Situações-problema

Esta é, com certeza, uma das partes mais importantes da sequência didática. É o momento de se fazer os questionamentos e provocar dúvida nos alunos, situações em que eles sintam a necessidade de buscar respostas aos problemas apresentados. São estas situações que vão dar sentido ao novo conhecimento, porém, é importante que o aluno perceba que elas são realmente um tipo de problema para que ele seja capaz de imaginá-las e criar uma relação com o que está sendo trabalhado em sala de aula (MOREIRA, 2011).

Na hora de elaborar estes questionamentos, procure questões relacionadas com o esporte, pois, acredita-se que este é um tema que faz parte da vida cotidiana de muitos alunos, de interesse para a maioria. Porém, não se devem coibir questões que não estejam relacionadas com o esporte. Qualquer questionamento dentro do tema proposto deve ser enquadrado com uma situação problema, embora como sugestão desta sequência didática é que se dê prioridade aos temas relacionados ao esporte. Nesse sentido, fique atento e aberto a novos questionamentos que possam surgir durante esse momento, justamente para incluir novas questões que porventura apareçam durante a discussão.

Você professor, responsável pela disciplina, apresente todas as questões propostas aos alunos, juntamente com um pequeno comentário feito por você para ilustrar cada situação problema. As questões abordadas serão as seguintes:

- f) O que é importante para que um jogador de futebol consiga marcar um gol de cobertura?;
- g) No vôlei, o que é necessário para fazer um bom saque?;
- h) Quais as habilidades que necessitam de treino para que um atleta consiga fazer uma cesta de três pontos no basquete?;
- i) Por que no tiro com arco e flecha o competidor deve mirar um pouco acima do alvo para que o tiro seja certo?;
- j) O que o atleta deve fazer para conseguir atingir uma maior distância possível nas provas de arremesso?

Após a apresentação de cada situação-problema, divida a sala em grupos de três a quatro alunos para que eles possam discutir sobre cada situação problema e elaborar uma resposta para cada uma com base nos seus conhecimentos prévios. O questionário com as questões está em anexo ao trabalho. Você, como professor, tem total liberdade para alterar as questões, adicionando ou retirando alguma situação problema.

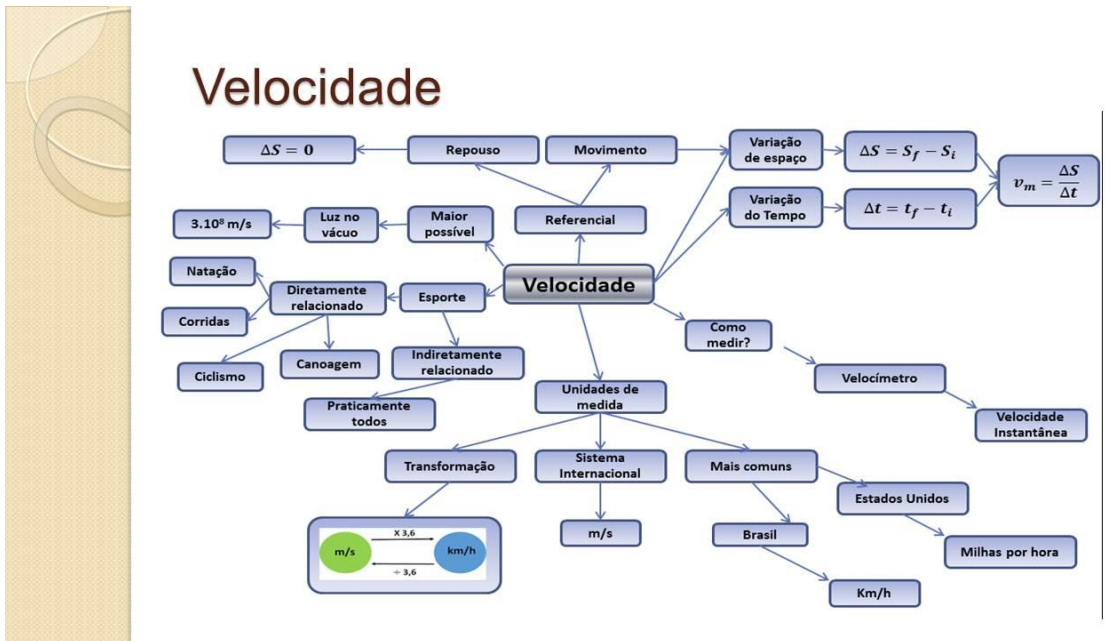
As respostas elaboradas por cada grupo serão entregues ao professor para que ele as corrija de maneira qualitativa, as quais farão parte da avaliação da sequência. Já é de se esperar que as respostas não estejam totalmente corretas. Isso não é um problema, já que essas questões serão retomadas futuramente após a apresentação do conteúdo referente a elas.

3. Revisão

Este momento tem como objetivo revisar os conceitos que serão necessários para o bom andamento da sequência didática. É importante ressaltar que este momento não deve ser usado para “ensinar”, mas apenas revisar, com o objetivo de relembrar algumas ideias que possam ter sido esquecidas pelos alunos. Assim, faça essa revisão em poucas aulas, pois ainda há muito o que fazer. Espera-se que os alunos já tenham aprendido esses conceitos a serem revisados em outros momentos.

Com certeza, a esta altura, alguns alunos já dominam bem esses conteúdos e outros estarão um pouco atrasados. Esse momento, todavia, também tem como objetivo nivelar a sala de aula para que se tenha uma maior eficiência na hora de apresentar os novos conceitos.

Nessa revisão, utilize diferentes métodos, tais como vídeos, mapas conceituais, simulações, etc. Segue abaixo as imagens da apresentação de slides utilizada na revisão dos conteúdos.



Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Quando o móvel percorre uma trajetória retilínea e apresenta velocidade escalar constante.

$$v \rightarrow cte \quad a = 0$$

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (\text{função horária da velocidade})$$

$$S = S_0 + v \cdot t \quad (\text{função horária da posição})$$

Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

A velocidade varia de maneira uniforme, o que significa que a aceleração do movimento é constante.

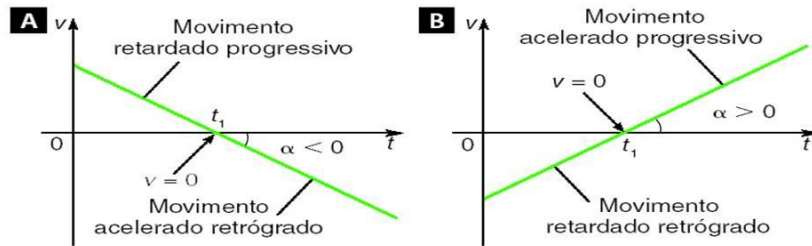
$$v \rightarrow \text{varia} \quad a \neq 0$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

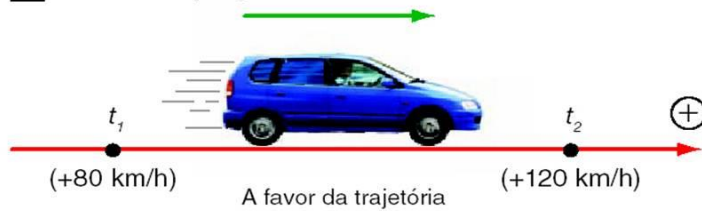
(aceleração média)

$$v = v_0 + a \cdot t$$

(função horária da velocidade)



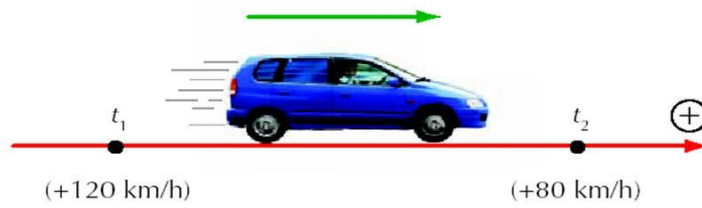
A Acelerado progressivo



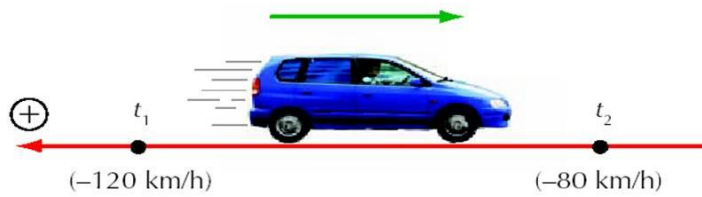
B Acelerado retrógrado



A Retardado progressivo



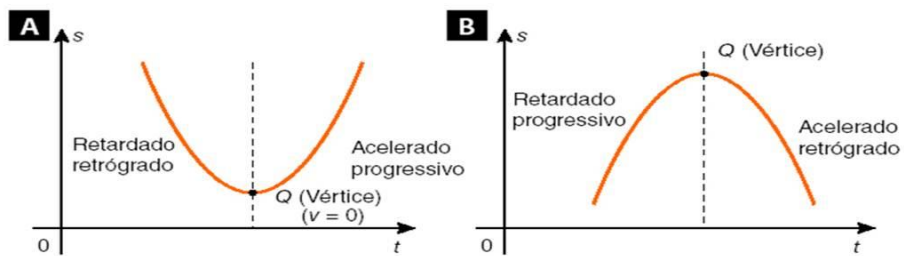
B Retardado retrógrado



Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

$$\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

(função horária da posição)



Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Quando não se tem o tempo!

$$\left. \begin{aligned} v &= v_0 + a \cdot t \rightarrow t = \frac{v - v_0}{a} \\ \Delta S &= v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \end{aligned} \right\} v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \text{ (Torricelli)}$$

Movimento vertical

Queda livre (acelerado)

- $v_0 = 0$
- $a = g = 9,8 \text{ m/s}^2 \cong 10 \text{ m/s}^2$

Lançamento vertical

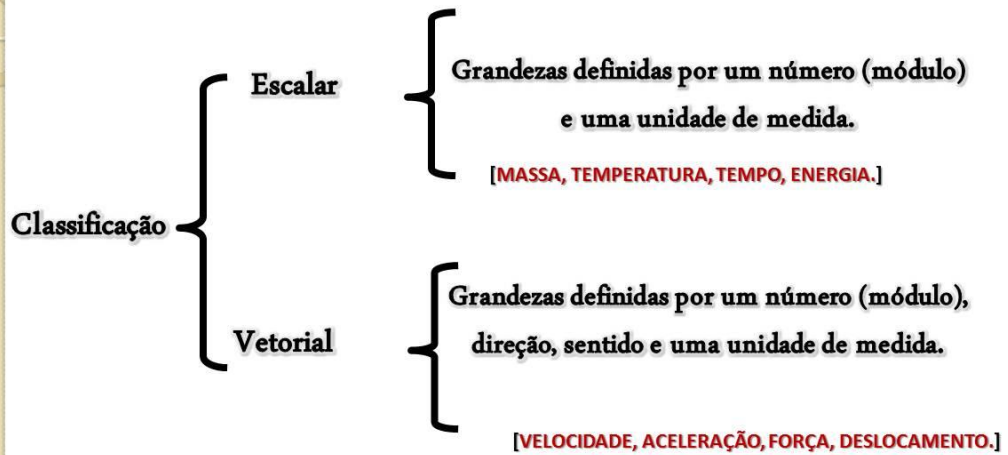
□ Para baixo (acelerado)

- $v_0 \neq 0$
- $a = g = 9,8 \text{ m/s}^2 \cong 10 \text{ m/s}^2$

□ Para cima (retardado)

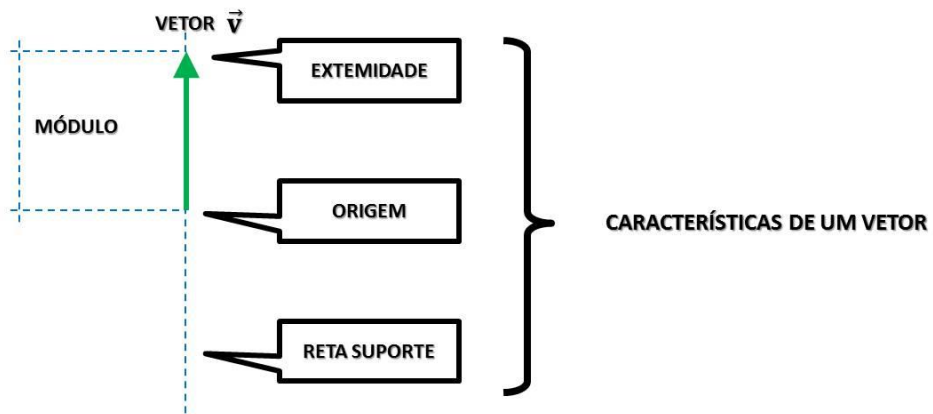
- $v_0 \neq 0$
- $a = -g = -9,8 \text{ m/s}^2 \cong -10 \text{ m/s}^2$
- $h_{max} \rightarrow v = 0$

Grandezas escalares e vetoriais

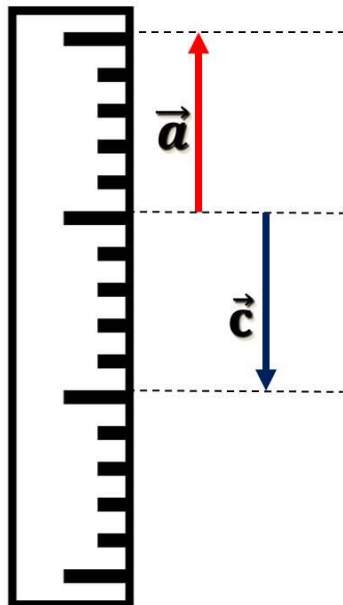
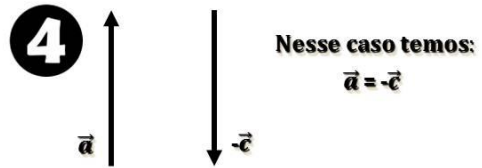
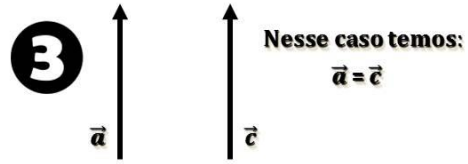


Vetores

É um ente matemático, caracterizado por um segmento de reta orientado.



Comparando Vetores



CUIDADO COM A ESCRITA!

$$a = c \quad [\text{MESMO MÓDULO (VALOR)}]$$

MAS...

$$\vec{a} \neq \vec{c} \quad [\text{SENTIDOS DIFERENTES}]$$

Adição de Vetores

[MÉTODO DO POLÍGONO]

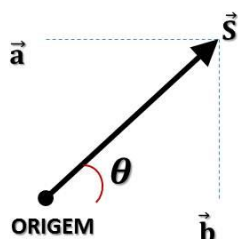
[MÉTODO DO PARALELOGRAMO]

Obtenção do vetor soma \vec{S}

ADIÇÃO DE VETORES

Método do Paralelogramo

É o método que permite operar dois vetores de cada única vez.



O módulo do vetor soma será dado por:

$$s^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos\theta$$

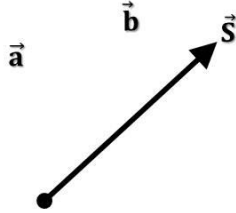
[01] Reposicionamos os vetores, de forma tal, que a origem de cada um dos vetores, coincidam em um mesmo ponto.

[02] Na extremidade de cada vetor, traçamos uma reta imaginária paralela ao outro vetor, formando um paralelogramo.

[03] O vetor soma \vec{S} nasce na origem dos vetores e “morre” no ponto de interseção das retas imaginárias.

Método do Polígono

É o método que permite operar vários vetores de uma única vez.



[01] Reposicionamos os vetores de tal maneira, que a origem do subsequente coincida com a extremidade de seu antecessor.

[02] O vetor \vec{S} “liga” a origem do primeiro à extremidade do último vetor.

Casos especiais

[01]

Os vetores possuem a mesma direção e mesmos sentidos.



Características do vetor soma



horizontal para direita

$$S = a + b$$

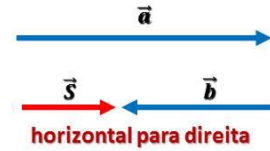
Casos especiais

[02]

Os vetores possuem a mesma direção e sentidos opostos.



Características do vetor soma



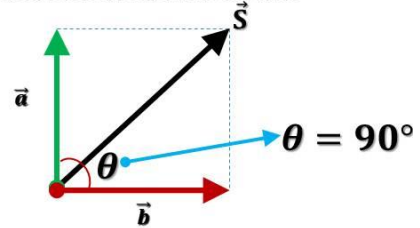
$$S = a - b$$

Casos especiais

[03]

Os vetores são perpendiculares entre si.

MÉTODO DO PARALELOGRAMO

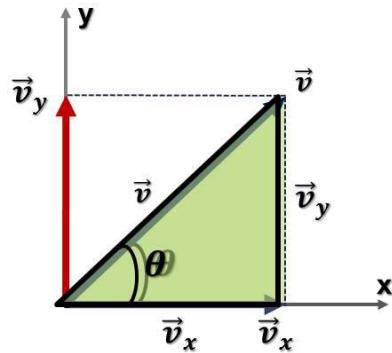


MÉTODO DO POLÍGONO

$$s^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos\theta$$

$$s^2 = a^2 + b^2$$

Cálculo dos componentes ortogonais



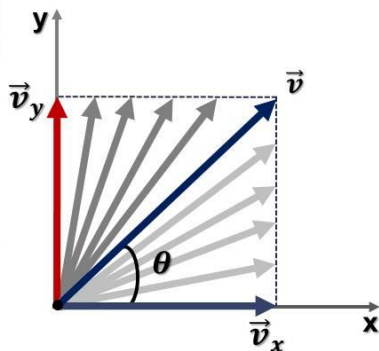
Utilizando as razões trigonométricas

$$\text{sen}\theta = \frac{v_y}{v} \quad \boxed{v_y = v \cdot \text{sen}\theta}$$

$$\text{cos}\theta = \frac{v_x}{v} \quad \boxed{v_x = v \cdot \text{cos}\theta}$$

$$\boxed{v^2 = v_x^2 + v_y^2}$$

Decomposição de vetores



[01] Na extremidade do vetor \vec{v} traçamos retas imaginárias paralelas aos eixos de referência x e y.

[02] O componente \vec{v}_x “nasce” na origem do vetor \vec{v} e “morre” no ponto de interseção da semirreta imaginária com o eixo x.

[03] O componente \vec{v}_y “nasce” na origem do vetor \vec{v} e “morre” no ponto de interseção da semirreta imaginária com o eixo y.

Motive o aluno nesse processo para que ele possa relembrar esses conceitos. Enfatize a importância desses conceitos para o desenvolvimento das próximas aulas. Além disso, o propicie aos alunos um clima agradável de interação, de maneira que eles se sintam bem à vontade para perguntar sempre que necessário.

4. Organizador prévio

Inicie a aula com a apresentação de um vídeo aos alunos para ilustrar cada situação problema (inclusive as novas, se for o caso), para que os alunos tenham um melhor entendimento do que se está sendo questionado e possam elaborar hipóteses para respondê-la. Espera-se que com essas ilustrações os alunos possam associar melhor a situação problema com os conceitos da física.

Durante a apresentação dessas ilustrações, faça uma nova discussão a fim de organizar os conceitos envolvidos em cada uma das situações propostas anteriormente. Todos os vídeos referentes às situações-problema já devem estar previamente selecionados e organizados na apresentação de slides da sequência. Você professor tem total liberdade para alterar, adicionar ou remover algum vídeo de acordo com seu interesse. São vídeos curtos, mas que ilustram bem o que se quer discutir acerca de cada situação proposta.

Após a apresentação feita pelo professor, reúna os alunos em grupos. O ideal é que sejam os mesmos grupos para discutir novamente sobre as situações problema. Nesse momento, os alunos discutirão as possíveis soluções para as questões.

5. Aula expositiva dialogada integradora final

Esse é o momento para a explicação formal do conteúdo pelo professor. Assim sendo, faça uma apresentação do tema proposto, explicando e demonstrando cada tópico antes mencionado. Durante esse momento, cuide para que o aluno se sinta à vontade para participar da aula com perguntas, sugestões, exemplos, etc.

Antes de fazer essa apresentação, tenha em mente, ou em suas anotações, as respostas dos alunos para as situações-problema, a fim de entender e sanar as principais dificuldades encontradas para responder as mesmas.

Exponha o conteúdo com o auxílio de uma apresentação de slides, contendo ilustrações, animações, vídeos, gráficos e imagens.

Nesse ponto, desenvolva meios para ensinar o aluno de uma maneira que seja interessante e ao mesmo tempo eficiente. Para isso, existem vários recursos a serem empregados, um deles são as simulações. Vale ressaltar que é muito importante que você, professor, já conheça a animação a ser utilizada e esteja ciente de suas possibilidades e limitações (MACÊDO, 2012).

Os objetos virtuais de aprendizagem, como as simulações interativas aqui discutidas, usados como recurso pedagógico prometem crescer rapidamente com o passar do tempo. A presente geração de alunos já está sendo formada em um ambiente totalmente permeado pela informática, de modo que essa tecnologia educacional tende a ser bem recebida (MIRANDA, 2011).

A animação a ser utilizada foi desenvolvida pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET) da Universidade do Colorado e disponíveis gratuitamente online (phet.colorado.edu).

Lançamento Oblíquo

É o arremesso de um corpo (projétil) segundo um ângulo θ compreendido entre 0° e 90° , sob a ação exclusiva de um campo gravitacional constante. Tal movimento é uma composição de dois movimentos que ocorrem simultaneamente: um na horizontal e outro na vertical.



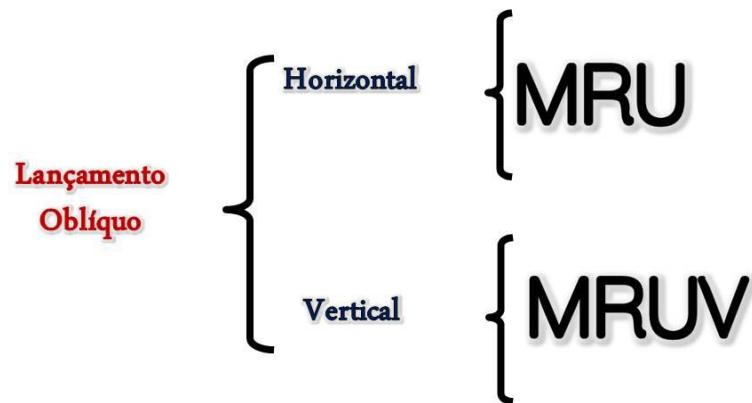
Princípio da Independência dos movimentos de Galileu

"Se um corpo apresenta um movimento composto, cada um dos movimentos componentes se realiza como se os demais não existissem e no mesmo intervalo de tempo."

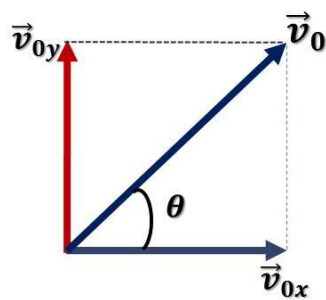
Galileo Galilei

Significa que podemos decompor os movimentos e analisá-los de maneira independente.

Lançamento Oblíquo



Lançamento Oblíquo



$$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen} \theta$$

$$v_{0x} = v_0 \cdot \text{cos} \theta$$

EQUAÇÕES

Horizontal
MRU

$$\left\{ \begin{array}{l} S_x = S_{0x} \pm v_{0x} \cdot t \end{array} \right.$$

Vertical
MRUV

$$\left\{ \begin{array}{l} S_y = S_{0y} \pm v_{0y} \cdot t \pm \frac{g}{2} t^2 \\ v_y = v_{0y} \pm g \cdot t \\ v^2 = v_0^2 \pm 2 \cdot g \cdot \Delta S \end{array} \right.$$

Algumas equações importantes!

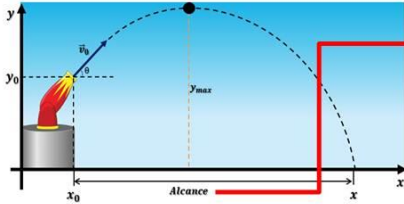
$$v_{0x} = v_0 \cos \theta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

$$v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2$$

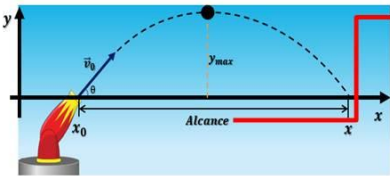
Altura máxima

$$h_{max} = y_0 + \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g}$$



O alcance

$$x_{max} = v_{0x} \left(\frac{v_{0y} + \sqrt{(v_{0y})^2 + 2gy_0}}{g} \right)$$



O alcance

$$x_{max} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

6. Avaliação da aprendizagem

A avaliação do aluno será composta pelas notas obtidas nas atividades propostas anteriormente e, também, levando em consideração sua participação nos debates e discussões sobre o tema.

A avaliação do produto educacional será feita através de questionário. Será aplicado um questionário em diferentes turmas. Em algumas turmas, porém, será aplicado aos alunos à metodologia tradicional e em outras a sequência didática. Ao final do desenvolvimento do produto, este questionário será aplicado novamente e será feita uma análise das diferenças de aprendizagem entre as turmas. Espera-se que nas turmas onde o produto educacional foi aplicado a aprendizagem seja significativa. Para analisar este quesito, no segundo questionário será adicionado uma situação problema diferente para verificar se os alunos irão conseguir resolvê-la.

Referências Bibliográficas

DE CHIARO, S. e LEITÃO, S. **O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula.** Psicologia: Reflexão e Crítica, v. 18, n. 3, set./dez. p.350-357, 2005

HALLIDAY, D. **Fundamentos de física, volume 1: mecânica.** 8ª edição. LTC, Rio de Janeiro. 2008.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.

MIRANDA, M. S.; ARANTES, A. R.; STUDART, N. **Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2011. p. 1-10.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS.** Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review. V. 1(2). p. 43-63. 2011.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica I: Mecânica.** São Paulo: Edgard Blücher. 4ª edição, 2012.

SILVA, M. B.; VALESAN, D. P.; LIRA, K. C. S.; DALPOSSO, G. H. **Modelagem Matemática: Movimento com Resistência do ar Proporcional á Velocidade.** Revista Científica Semana Acadêmica. v. 1, 2018.

YOUNG, H.D. FREEDMAN, R.A. **Física 1: Mecânica.** 12ª edição. Pearson Education do Brasil. São Paulo. 2009.

Apêndice 02: Questionário

Questionário – Lançamento Oblíquo

1.Descreva com suas palavras o que você entende por lançamentos oblíquos ou lançamentos bidimensionais.

2.Quais são os esportes que envolvem esse tipo de lançamento?

3.Em condições normais, para que eu consiga acertar um alvo no chão localizado a certa distância, quais são os cuidados que eu devo tomar? Preencha nos espaços entre parênteses com um número de 1 a 6, sendo 1 para o item que você considera mais importante e 6 para o menos importante.

- () Força aplicada
- () Inclinação de lançamento
- () Atrito do ar
- () Gravidade
- () Formato do objeto
- () Massa do objeto

4.Sobre o movimento bidimensional, analise e escreva no espaço entre os parênteses V para as afirmações verdadeiras e F para as falsas. Considere uma situação isenta de atrito.

- () O ângulo que fornecerá o maior alcance horizontal possível é o de 45° .
- () A componente vertical da velocidade aumenta desde o solo até se tornar nula na altura máxima, o que classifica o movimento como sendo acelerado.
- () Ao chegar à altura máxima, a componente vertical (y) da velocidade do móvel é nula.

() A componente horizontal da velocidade mantém-se inalterada, uma vez que no eixo x o movimento é classificado como retilíneo e uniforme.

() O valor da aceleração da gravidade não influencia no lançamento oblíquo, já que seu valor é considerado constante no planeta Terra.

() Se eu lançar o projétil do solo, o alcance será maior do que se eu lançar de certa altura.

() Nas mesmas condições de lançamento, um projétil mais leve terá um alcance maior que um projétil mais pesado.

() No lançamento oblíquo, o tempo de subida é igual ao tempo de descida para lançamentos a partir do solo.

() Após o lançamento, a única força que age no projétil é seu próprio peso.

5. Em um lançamento oblíquo, a massa do projétil influencia no movimento? Considere uma situação isenta de atrito. Justifique sua resposta.

6. O lançamento oblíquo é um lançamento em que o objeto se move em duas dimensões ao mesmo tempo, horizontal e vertical. Marque a alternativa que melhor descreve o movimento em cada dimensão.

a) Movimento horizontal >> Movimento Uniformemente Variado

Movimento vertical >> Movimento Uniformemente Variado

b) Movimento horizontal >> Movimento Uniformemente Variado

Movimento vertical >> Movimento Uniforme

c) Movimento horizontal >> Movimento Uniforme

Movimento vertical >> Movimento Uniformemente Variado

d) Movimento horizontal >> Movimento Uniforme

Movimento vertical >> Movimento Uniforme

Apêndice 03: Tabelas com os resultados do questionário

• Questão 01

Colégio da rede pública (antes)		
		Valor percentual
Acertos	60	40
Erros	69	46
Parcialmente	21	14

Colégio da rede pública (depois)		
		Valor percentual
Acertos	115	75,2
Erros	31	20,3
Parcialmente	7	4,6

Colégio da rede privada (antes)		
		Valor percentual
Acertos	8	47,1
Erros	7	41,2
Parcialmente	2	11,8

Colégio da rede privada (depois)		
		Valor percentual
Acertos	12	80,0
Erros	2	13,3
Parcialmente	1	6,7

• Questão 02

Rede pública (antes)	
Até 2 exemplos	78
3 exemplos	51
Mais de 3 exemplos	22

Rede pública (depois)	
Até 2 exemplos	12
3 exemplos	40
Mais de 3 exemplos	115

Rede privada (antes)	
Até 2 exemplos	11
3 exemplos	4
Mais de 3 exemplos	1

Rede privada (depois)	
Até 2 exemplos	1
3 exemplos	7
Mais de 3 exemplos	7

• Questão 03

Rede pública (antes)			
1º		4º	
Força aplicada	60	Força aplicada	21
Inclinação de lançamento	35	Inclinação de lançamento	26
Atrito do ar	3	Atrito do ar	29
Gravidade	24	Gravidade	19
Formato do objeto	13	Formato do objeto	31
Massa do objeto	15	Massa do objeto	24

Rede pública (depois)			
1º		4º	
Força aplicada	56	Força aplicada	14
Inclinação de lançamento	78	Inclinação de lançamento	9
Atrito do ar	7	Atrito do ar	34
Gravidade	3	Gravidade	45
Formato do objeto	3	Formato do objeto	20
Massa do objeto	4	Massa do objeto	29

Força aplicada	41	Força aplicada	7
Inclinação de lançamento	33	Inclinação de lançamento	15
Atrito do ar	16	Atrito do ar	34
Gravidade	16	Gravidade	35
Formato do objeto	18	Formato do objeto	23
Massa do objeto	26	Massa do objeto	36

Força aplicada	54	Força aplicada	5
Inclinação de lançamento	45	Inclinação de lançamento	3
Atrito do ar	12	Atrito do ar	42
Gravidade	16	Gravidade	31
Formato do objeto	11	Formato do objeto	26
Massa do objeto	13	Massa do objeto	44

Força aplicada	14	Força aplicada	6
Inclinação de lançamento	29	Inclinação de lançamento	11
Atrito do ar	21	Atrito do ar	45
Gravidade	25	Gravidade	30
Formato do objeto	24	Formato do objeto	46
Massa do objeto	37	Massa do objeto	12

Força aplicada	23	Força aplicada	1
Inclinação de lançamento	11	Inclinação de lançamento	4
Atrito do ar	32	Atrito do ar	25
Gravidade	29	Gravidade	30
Formato do objeto	25	Formato do objeto	64
Massa do objeto	31	Massa do objeto	27

Rede privada (antes)	
1º	
Força aplicada	6
Inclinação de lançamento	3
Atrito do ar	1
Gravidade	3
Formato do objeto	1
Massa do objeto	2
2º	
Força aplicada	4
Inclinação de lançamento	3
Atrito do ar	4
Gravidade	1
Formato do objeto	2
Massa do objeto	2
3º	
Força aplicada	3
Inclinação de lançamento	2
Atrito do ar	2
Gravidade	0
Formato do objeto	6
Massa do objeto	3
4º	
Força aplicada	1
Inclinação de lançamento	5
Atrito do ar	1
Gravidade	2
Formato do objeto	3
Massa do objeto	4
5º	
Força aplicada	2
Inclinação de lançamento	2
Atrito do ar	4
Gravidade	2
Formato do objeto	1
Massa do objeto	5
6º	
Força aplicada	0
Inclinação de lançamento	1
Atrito do ar	4
Gravidade	8
Formato do objeto	3
Massa do objeto	0

Rede privada (depois)	
1º	
Força aplicada	1
Inclinação de lançamento	8
Atrito do ar	2
Gravidade	1
Formato do objeto	1
Massa do objeto	0
2º	
Força aplicada	8
Inclinação de lançamento	2
Atrito do ar	0
Gravidade	0
Formato do objeto	1
Massa do objeto	2
3º	
Força aplicada	1
Inclinação de lançamento	1
Atrito do ar	1
Gravidade	2
Formato do objeto	4
Massa do objeto	4
4º	
Força aplicada	2
Inclinação de lançamento	1
Atrito do ar	3
Gravidade	3
Formato do objeto	1
Massa do objeto	3
5º	
Força aplicada	1
Inclinação de lançamento	1
Atrito do ar	6
Gravidade	2
Formato do objeto	1
Massa do objeto	2
6º	
Força aplicada	0
Inclinação de lançamento	0
Atrito do ar	1
Gravidade	5
Formato do objeto	5
Massa do objeto	2

- **Questão 04**

Rede pública (antes)	
Até 3 itens	47
De 4 a 6 itens	90
De 7 a 9 itens	13

Rede pública (depois)	
Até 3 itens	17
De 4 a 6 itens	95
De 7 a 9 itens	41

Rede privada (antes)	
Até 3 itens	2
De 4 a 6 itens	13
De 7 a 9 itens	2

Rede privada (depois)	
Até 3 itens	0
De 4 a 6 itens	8
De 7 a 9 itens	7

- **Questão 05**

Rede pública (antes)	
Acertos	9
Erros	141

Rede pública (depois)	
Acertos	73
Erros	80

Rede privada (antes)	
Acertos	2
Erros	15

Rede privada (depois)	
Acertos	10
Erros	5

- **Questão 06**

Rede pública (antes)	
Acertos	43
Erros	107

Rede privada (antes)	
Acertos	6
Erros	11

Rede pública (depois)	
Acertos	71
Erros	82

Rede privada (depois)	
Acertos	9
Erros	6