



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

DOMINGOS ALVES DO AMARAL NETO

**O ENSINO DE CINEMÁTICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES RECREATIVAS NA
QUADRA DE ESPORTES**

FORTALEZA

2019

DOMINGOS ALVES DO AMARAL NETO

O ENSINO DE CINEMÁTICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES RECREATIVAS NA
QUADRA DE ESPORTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em ensino de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A513e Amaral Neto, Domingos Alves do.

O ensino de cinemática através de atividades recreativas na quadra de esportes /
Domingos Alves do Amaral Neto. – 2019.
102 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Afrânio Araújo Coelho.

1. Cinemática. 2. Esporte. 3. Vídeo-análise. 4. Construtivismo. I. Título.

CDD 530.07

DOMINGOS ALVES DO AMARAL NETO

O ENSINO DE CINEMÁTICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES RECREATIVAS NA
QUADRA DE ESPORTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em ensino de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 07/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luiz Sanches Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha esposa, Lorena Pontes Gurgel,
que dividiu comigo todas as emoções
durante a produção deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho, pela excelente orientação, sempre com sugestões que engrandeceram e facilitaram este trabalho.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. Nildo Loiola Dias e Prof. Dr. Luiz Sanches Neto pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

À SBF por idealizar o MNPEF para aperfeiçoamento da nossa prática docente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior (CAPES) (Código de Financiamento 001), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

À minha mãe Maria de Fátima Gonçalves Freitas, aos meus irmãos Daniele Gonçalves Freitas e Daniel Deiverson Gonçalves Freitas por todo suporte necessário para os meus estudos.

À minha esposa, Lorena Pontes Gurgel, por todo o apoio nessa empreitada, pelas valiosas colaborações, sugestões e revisões.

"Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie isso nos seus ensinamentos".

(David P. Ausubel, 1968)

RESUMO

Neste trabalho, é apresentada uma sequência didática para o ensino de cinemática através de atividades recreativas na quadra de esportes da escola com o objetivo de alcançar uma aprendizagem mais significativa a partir da participação efetiva dos alunos. Usando os esportes como fator motivador e tendo como base as ideias do construtivismo, a sequência didática foi aplicada intercalando aulas que envolveram momentos explicativos, em sala de aula (componente teórico) e momentos recreativos, na quadra de esportes (componente prático). As aulas teóricas foram voltadas para situações que ocorrem nos esportes, já as aulas práticas, para a confecção de vídeos e a aplicação dos conceitos estudados em sala. O componente teórico consistiu em aulas expositivas e análises de vídeos gravados nas aulas práticas, que envolveram medições, corridas, lançamentos e chutes a bolas. Foram utilizados como recursos vários materiais esportivos, além de trenas, cronômetros e câmeras de vídeo para vídeo-análise. Os vídeos foram gravados na quadra com a participação dos alunos nas várias atividades propostas. Para cada atividade, foi realizada uma vídeo-análise, utilizando o programa *Tracker*, que gera várias possibilidades para abordar o conteúdo, uma vez que permite a criação de gráficos e a observação de cada movimento detalhadamente. Finalmente, durante a apresentação das vídeo-análises, foram corrigidas algumas dúvidas conceituais e foi feita a consolidação do conhecimento. O retorno por parte dos alunos superou as expectativas, pois eles se sentiram agentes do processo de ensino-aprendizagem, participando de todas as etapas da construção do conhecimento.

Palavras-chave: Cinemática, Esportes, Vídeo-análise, Construtivismo

ABSTRACT

In this paper, a didactic sequence for the teaching of kinematics through recreational activities in the school sports court is presented with the objective of achieving a more meaningful learning from the effective participation of the students. Using sports as a motivating factor and based on the ideas of constructivism, a didactic sequence was made interspersing classes that involved explanatory moments in the classroom (theoretical component) and recreational moments in the sports court (practical component). The theoretical classes were focused on situations that occur in sports, while the practical classes, for the making of videos and the application of the concepts studied in the classroom. The theoretical component consisted of lectures and analyses of videos recorded in practical classes, which involved measurements, runs, throws and ball kicks. Sporting materials were used as resources besides measuring tape, timers and video cameras for video analyses. This videos were recorded on the court with the students' participation in the various activities proposed. For each activity, a video analysis was performed using the *Tracker* program, which generates several possibilities to approach the content, since it allows the creation of graphs and the observation of each movement in detail. Finally, during the presentation of the video analyses, some conceptual doubts were corrected and the knowledge was consolidated. The students' return exceeded expectations, as they felt they were agents of the teaching-learning process, participating in all stages of knowledge construction.

Keyword: Kinematics, Sports, Video analyses, Constructivism

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização da estrutura cognitiva para Ausubel.....	23
Figura 2 - Velocímetro de um veículo.....	32
Figura 3 - Ciclista em movimento uniforme.....	34
Figura 4 - Foto estroboscópica de um carrinho descendo um plano inclinado.....	35
Figura 5 - Partícula em MUV, análise da velocidade	36
Figura 6 - Partícula em MUV, análise da posição.....	36
Figura 7 - Partícula em MU sobre uma superfície plana e horizontal.....	38
Figura 8 - Partícula em queda livre realizando um MUV.....	38
Figura 9 - Uma pena e uma moeda caem com a mesma aceleração no vácuo.....	39
Figura 10 - Uma pena e uma maçã em queda livre no vácuo.....	40
Figura 11 - Uma bola de golfe e uma bola de isopor em queda quando não é possível desprezar a resistência com o ar.....	41
Figura 12 - Um lançador arremessa uma bola de beisebol para cima.....	42
Figura 13 - Fotografia estroboscópica de duas bolas, uma cai livremente, a outra é lançada horizontalmente.....	43
Figura 14 - Fotografias simuladas de uma bola em movimento iluminada com luz estroboscópica.....	44
Figura 15 - Componentes horizontal e vertical da velocidade de uma pedra lançada obliquamente.....	44
Figura 16 - Componentes da velocidade inicial v_{0x} e v_{0y} relacionam-se com a velocidade escalar inicial v_0 e o ângulo inicial α_0	45
Figura 17 - A trajetória de um projétil se desprezarmos a resistência do ar.....	46
Figura 18 - Distâncias percorridas durante as atividades recreativas.....	50
Figura 19 - Cobrança de pênalti durante as atividades recreativas.....	52
Figura 20 - Arremesso livre durante as atividades recreativas.....	54
Figura 21- Medidas que devem ser realizadas na quadra de esportes.....	56

Figura 22 - Corrida as atividades recreativas.....	57
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disponibilidade (%) de recursos relacionados à infraestrutura nas escolas de Ensino Fundamental.....	20
Tabela 2 - Disponibilidade (%) de recursos relacionados à infraestrutura nas escolas de Ensino Médio	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EFII	Ensino Fundamental II
EM	Ensino Médio
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CONFED	Conselho Federal de Educação Física
SBF	Sociedade Brasileira de física
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional do ensino de Física
SI	Sistema Internacional de Unidades
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
DCNEB	Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
MU	Movimento Uniforme
MUV	Movimento Uniformemente Variado
NASA	Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFPR	Universidade Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

Δ Variação

\int Integral

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	Teoria de aprendizagem significativa de David Paul Ausubel	22
2.1.1	<i>Conceitos básicos da TAS de David Paul Ausubel</i>	23
2.1.2	<i>Condições para ocorrer a aprendizagem significativa.....</i>	24
2.2	Esporte e ensino	26
2.3	Vídeo-análise e o programa Tracker.....	28
3	CINEMÁTICA.....	31
3.1	Velocidade média.....	31
3.2	Velocidade escalar instantânea.....	32
3.3	Aceleração escalar média.....	33
3.4	Aceleração escalar instantânea.....	33
3.5	Movimento uniforme (MU).....	33
3.6	Movimento uniformemente variado (MUV).....	35
3.6.1	<i>Função horária da velocidade.....</i>	35
3.6.2	<i>Função horária dos espaços.....</i>	36
3.6.3	<i>Equação de Torricelli.....</i>	37
3.7	Movimento vertical no vácuo.....	38
3.7.1	Queda livre.....	38
3.7.2	Lançamento para cima.....	42
3.8	Lançamento horizontal.....	43
3.9	Lançamento oblíquo.....	44
4	METODOLOGIA	47
4.1	Descrição do produto	47
4.2	Metodologia de aplicação do produto	48
4.2.1	<i>Aula teórica e prática sobre medidas.....</i>	48
4.2.2	<i>Aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre velocidade média.....</i>	49
4.2.3	<i>Aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre MU e MUV.....</i>	51

4.2.4	<i>Aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre movimento vertical, lançamento horizontal e oblíquo</i>	52
5	RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO	55
5.1	Resultados da aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre medidas.....	55
5.2	Resultados da aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre velocidade média	56
5.3	Resultados da aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre MU e MUV.....	58
5.4	Resultados da aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre movimento vertical, lançamento horizontal e oblíquo	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
	REFERÊNCIAS.....	62
	APÊNDICE - PRODUTO EDUCACIONAL: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES RECREATIVAS NA QUADRA DE ESPORTES.....	65

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a Física é considerada uma das disciplinas mais temidas pelos estudantes, seja no final do Ensino Fundamental II (EFII), no Ensino Médio (EM) ou nos cursos pré-vestibulares. Normalmente, a Física é associada pelos estudantes e até por alguns professores a outra disciplina, a Matemática. Geralmente, os professores de Física elegem a falta de base matemática como uma das responsáveis pelo fracasso na disciplina. É o que comenta Pietrocola (2002, p. 90),

No ensino da Física, a linguagem matemática é muitas vezes considerada como a grande responsável pelo fracasso escolar. É comum professores alegarem que seus alunos não entendem Física devido à fragilidade de seus conhecimentos matemáticos. Para muitos, uma boa base matemática nos anos que antecedem o ensino de Física é garantia de sucesso no aprendizado.

Ainda de acordo com Pietrocola (2002, p. 89), “[...] existe uma relação muito mais complexa entre ambas as disciplinas, o que faz da Matemática um estruturante do conhecimento físico. Esta relação possui profundas implicações para o ensino de Física”. Para ele, é necessário que o aluno consiga fazer a estruturação do pensamento através da Matemática (2002, p. 106),

Nessa direção de muito pouco ou de quase nada, interessa a vivência isolada do aluno no contexto próprio da Matemática, sem um esforço específico de introduzi-lo na “arte” da estruturação do pensamento através da Matemática. Esse tipo de habilidade não é “inata” nos indivíduos, mesmo para aqueles que já operam a Matemática enquanto ferramenta.

Nesse sentido, para (KARAM e PIETROCOLA, 2009), é importante que o professor de Física busque estratégias para “ensinar os alunos a pensar matematicamente quando se deparam com problemas de Física” ou que consiga que o ensino de física seja capaz de desenvolver no aluno a habilidade de utilizar a Matemática como instrumento para pensar o mundo físico.

Marcelo Gleiser também comenta sobre a relação entre o ensino de Física e a Matemática (2000, p. 5)

... o objetivo básico das ciências naturais é explorar e compreender os fenômenos da natureza, aprender ciência nos aproxima da natureza. Infelizmente, é muito comum acreditar justamente no oposto: que a ciência, ao matematizar o mundo, tira a sua beleza!

Muitos fatores também dificultam a aprendizagem e, conseqüentemente, o ensino de Física. Observando-se a prática docente diária, é possível enumerar alguns:

- a) Falta de laboratório de ciências ou de materiais para a execução de experimentos, o que torna o ensino abstrato, limitando o interesse do aluno;
- b) Pouco ou nenhum interesse do aluno pelo estudo;
- c) Falta de motivação em aprender, por parte do aluno; e em ensinar, por parte do professor;
- d) Falta de contextualização direta do conteúdo estudado em sala com o que acontece no dia a dia do aluno.

Essas dificuldades são percebidas por vários professores durante a prática escolar e corroboradas por Pietrocola (2002, p. 89),

Os conteúdos da ciência, quando comparados àqueles presentes na vida cotidiana, apresentam uma série de barreiras para seu ensino: os conceitos nela presentes são por demais abstratos, mantendo uma relação indireta com situações presentes no cotidiano; estão relacionados às situações de observação que invariavelmente requerem equipamentos sofisticados, presentes apenas nos laboratórios; envolvem um estilo de raciocínio muito diferente daquele vulgarmente empregado pelas pessoas. Tais características permitem dimensionar o quão distante se encontra o mundo da ciência daquele do cidadão comum.

E também por Gleiser (2000, p. 5),

Às vezes, nós educadores esquecemos de nos empolgar com a beleza daquilo que estamos ensinando. Nesse caso, como podemos esperar que nossos estudantes se empolguem por si próprios? Como nos átomos, é necessário um fóton para estimular uma transição para um nível superior. E a frequência do fóton não é arbitrária, mas deve ser ajustada com grande precisão para que o estímulo seja bem-sucedido. A mensagem do educador também.

Para minimizar as dificuldades citadas relativas ao processo ensino-aprendizagem, sugere-se como objetivos para os professores:

- a) buscar novos espaços de ensinamentos, entre eles a quadra de esportes e o laboratório de informática;
- b) buscar um aprendizado mais atrativo e prazeroso;
- c) contextualizar a Cinemática e os esportes;
- d) motivar os alunos através da participação e competição gerada a partir das atividades propostas;
- e) realizar a interdisciplinaridade entre Física, Educação Física e Matemática.

Sabendo da necessidade de uma aprendizagem significativa para o estudante e conhecendo todos os obstáculos a transpor, faz-se necessário ministrar aulas diferenciadas, buscando um maior protagonismo por parte dos alunos no processo ensino-aprendizagem; fazendo uso de novos espaços pedagógicos e promovendo a contextualização entre o conteúdo e o cotidiano do aluno de forma a tornar as aulas mais proveitosas. O que condiz com os PCNEM (2000, p. 22),

A aprendizagem significativa pressupõe a existência de um referencial que permita aos alunos identificar e se identificar com as questões propostas. Essa postura não implica permanecer apenas no nível de conhecimento que é dado pelo contexto mais imediato, nem muito menos pelo senso comum, mas visa a gerar a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante. Ao propor uma nova forma de organizar o currículo, trabalhado na perspectiva interdisciplinar e contextualizada, parte-se do pressuposto de que toda aprendizagem significativa implica uma relação sujeito-objeto e que, para que esta se concretize, é necessário oferecer as condições para que os dois polos do processo interajam.

Diante disso, o presente trabalho propõe uma sequência didática com o objetivo de tornar as aulas mais atrativas e promover uma relação dos esportes com os conceitos físicos ensinados, buscando uma maior participação dos alunos e, conseqüentemente, seu engajamento em construir o conhecimento.

A sequência didática proposta consiste em um material de apoio ao professor de Física, denominado “O ensino de Cinemática através dos esportes para uma aprendizagem mais significativa”. Utilizado em turmas do Oitavo Ano do EFII e Primeiro Ano do EM, tem como objetivo contribuir para o ensino de Cinemática no EF ou no EM, dando ênfase para a contextualização entre Cinemática e esportes e a interdisciplinaridade entre Física, Matemática e Educação Física.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Normalmente no primeiro contato com a Física é estudada a Cinemática, porém, a abordagem dos conceitos pouco se relaciona com a realidade dos estudantes. Deve-se ressaltar ainda que os exercícios são repetitivos e há uma utilização excessiva de aplicações matemáticas, que acabam afastando o interesse dos alunos. Visando despertar esse interesse, faz-se necessário realizar a contextualização entre a Cinemática e o esporte, fazendo com que o aluno perceba que pode aprender novos conceitos e relacioná-los com situações comuns do dia a dia, tornando sua aprendizagem mais significativa. Desta forma, para dar mais significado ao que é ensinado, é necessário que esses assuntos estejam cada vez mais relacionados ao cotidiano dos alunos, o que está de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (1998, p. 6):

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo.

Portanto, é necessário contextualizar o conhecimento, buscando novas metodologias de ensino, utilizando novos espaços pedagógicos, visando um maior protagonismo dos alunos. Essas abordagens são especificadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (1998, p. 36),

... visa-se a uma aprendizagem ativa e significativa, as abordagens dos temas devem ser feitas através de atividades elaboradas para provocar a especulação, a construção e a reconstrução de ideias. Dessa forma, os dados obtidos em demonstrações, em visitas, em relatos de experimentos ou no laboratório devem permitir, através de trabalho em grupo, discussões coletivas, que se construam conceitos e se desenvolvam competências e habilidades.

É importante ressaltar que nem sempre a escola possui um laboratório de prática. Quando possui, nem sempre é funcional, seja pela falta de manutenção básica do laboratório ou pelo fato de que nem sempre é possível explicar de forma lúdica através dos experimentos, pois as práticas muitas vezes são voltadas para roteiros repetitivos, é o que comentam Filho, Lenz, Jr, Florczak Garcia (2017, p. 234-235), “[...] à mera sequência de passos experimentais em roteiros de laboratórios estruturados ao extremo”.

Entre todos os dados que o censo escolar¹ 2018 mostra são relevantes para este trabalho os relacionados à infraestrutura nas escolas, mais especificamente:

- a) Sessenta e nove por cento das escolas de Ensino Fundamental têm acesso à internet, mas apenas 11% têm laboratório de ciências enquanto o percentual das escolas que possuem quadra de esportes chega a 42%;
- b) Noventa e cinco por cento das escolas de Ensino Médio têm acesso à internet, mas apenas 44% têm laboratório de ciências enquanto o percentual das escolas que possuem quadra de esportes chega a 76%.

Os dados citados podem ser analisados nas Tabelas 1 e 2 a seguir de forma mais específica.

Tabela 1 - Disponibilidade (%) de recursos relacionados à infraestrutura nas escolas de Ensino Fundamental

Recurso	DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA					
	Total	Pública	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Bib./sala de leitura	55,1%	48,9%	95,7%	80,3%	40,1%	81,6%
Banheiro (dentro/fora)	95,7%	95,1%	100,0%	94,5%	95,2%	98,4%
Banheiro PNE	41,8%	38,6%	76,6%	53,7%	34,3%	55,6%
Dependências PNE	31,2%	28,0%	63,8%	40,7%	24,4%	44,7%
Lab. de ciências	11,5%	8,0%	95,7%	24,4%	3,4%	26,3%
Lab. de informática	44,3%	43,9%	95,7%	75,4%	35,0%	46,1%
Internet	69,6%	63,4%	95,7%	89,8%	55,9%	96,0%
Banda larga	57,6%	50,7%	91,5%	76,9%	43,3%	86,8%
Pátio (cob./desc.)	68,5%	63,9%	97,9%	71,6%	61,8%	87,9%
Quad. esp. (cob./desc.)	42,0%	37,8%	95,7%	65,8%	30,0%	59,7%

Fonte: Censo escolar 2018, portal INEP

¹ O Censo Escolar é o principal instrumento de coleta de informações da educação básica e a mais importante pesquisa estatística educacional brasileira. É coordenado pelo Inep e realizado em regime de colaboração entre as secretarias estaduais e municipais de educação e com a participação de todas as escolas públicas e privadas do país.

Tabela 2 - Disponibilidade (%) de recursos relacionados à infraestrutura nas escolas de Ensino Médio

Recurso	DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA					
	Total	Pública	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Bib./sala de leitura	87,5%	85,7%	98,1%	85,4%	82,7%	91,9%
Banheiro (dentro/fora)	97,1%	96,4%	99,8%	96,3%	99,5%	98,8%
Banheiro PNE	62,5%	60,0%	93,8%	59,1%	57,6%	68,7%
Dependências PNE	46,8%	44,3%	79,5%	43,4%	37,7%	52,7%
Lab. de ciências	44,1%	38,8%	83,4%	37,5%	28,8%	57,2%
Lab. de informática	78,1%	82,1%	98,8%	81,8%	64,4%	68,4%
Internet	95,1%	93,6%	99,3%	93,5%	85,9%	98,7%
Banda larga	84,9%	81,1%	95,1%	80,8%	70,2%	94,1%
Pátio (cob./desc.)	79,2%	74,8%	89,9%	74,2%	88,0%	90,1%
Quad. esp. (cob./desc.)	75,9%	72,8%	70,0%	72,8%	73,3%	83,6%

Fonte: Censo escolar 2018, portal INEP

De acordo com os dados do censo escolar 2018, é possível verificar que é comum a existência de quadras de esportes nas escolas municipais e estaduais, ao mesmo tempo, pode-se perceber a baixa quantidade de laboratórios de ciências. Percebendo essa realidade da falta de laboratórios e o número bem superior de quadra de esportes, neste trabalho sugere-se o uso da quadra esportiva para aulas interdisciplinares envolvendo conceitos de Física e Matemática através de práticas esportivas; o que está de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB) (2013, p. 181),

são também importantes metodologias de ensino inovadoras, distintas das que se encontram nas salas de aula mais tradicionais e que, ao contrário dessas, ofereçam ao estudante a oportunidade de uma atuação ativa, interessada e comprometida no processo de aprender, que incluam não só conhecimentos, mas, também, sua contextualização, experimentação, vivências e convivência em tempos e espaços escolares e extraescolares, mediante aulas e situações diversas, inclusive nos campos da cultura, do esporte e do lazer.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apresentam sugestões para uma maior interação entre o professor e o aluno durante as aulas expositivas (1998, p. 58),

Quanto às aulas expositivas, é comum que sejam o único meio utilizado, ao mesmo tempo em que deixam a ideia de que correspondem a uma técnica pedagógica sempre cansativa e desinteressante. Não precisa ser assim. A aula expositiva é só um dos muitos meios e deve ser o momento do diálogo, do exercício da criatividade e do trabalho coletivo de elaboração do conhecimento. Através dessa técnica podemos, por exemplo, fornecer informações preparatórias para um debate, jogo ou outra atividade em classe, análise e interpretação dos dados coletados nos estudos do meio e laboratório.

A busca por uma forma diferente da tradicional de ensinar Cinemática partiu da necessidade de um processo ensino-aprendizagem mais significativo para o estudante, que fizesse parte da sua vida, que o tornasse agente, e não um mero espectador. Nessa temática, Souza (2011, p. 39) relaciona novas metodologias, sob bases construtivistas, utilizando esportes e o ensino de Física,

Assim, quando o objetivo é desenvolver novas metodologias, sob bases construtivistas, buscamos opções para que o ensino/aprendizagem de física ocorra sobre temas que abordem aspectos físicos motivadores, o que pode ser esperado em relação ao tema esporte

Santiago (2009) também discorre sobre essa contextualização entre o que é ensinado e a realidade do aluno. De acordo com a autora (2009, p. 582), aproximar o que é estudado em sala de aula com a realidade do aluno torna a aula mais interessante. O que se estuda em Física, por exemplo, faz mais sentido porque faz parte do cotidiano do estudante.

Ao apresentar algum acontecimento da realidade dos alunos, é comum resgatar algum conhecimento prévio, construindo uma ponte entre o que eles já sabem e o que estão aprendendo. De acordo com Ausubel (1980, p. 625) “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o” apud (MOREIRA, 1999, p. 163)

2.1 Teoria de Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel “é uma teoria cognitivista e procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento” (PRÄSS, 2012, p. 28).

Para Ausubel, existem três tipos de aprendizagem: a cognitiva, a afetiva e a psicomotora; sendo o foco principal da sua teoria a aprendizagem cognitiva. As aprendizagens afetiva e psicomotora também se relacionam com a aprendizagem cognitiva. Essas aprendizagens são detalhadas por Moreira (1999, p. 151 e 152)

A aprendizagem cognitiva é aquela que resulta no armazenamento de informações na mente do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva. A aprendizagem afetiva resulta de sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada com experiências tais como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade. Algumas

experiências afetivas sempre acompanham as experiências cognitivas. Portanto, a aprendizagem afetiva é concomitante com a cognitiva. A aprendizagem psicomotora envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática, mas alguma aprendizagem cognitiva é geralmente importante na aquisição de habilidades psicomotoras.

O ensino de Física, aliado aos esportes ou à sua prática, pode ser fortemente significativo. Sabendo-se que as aprendizagens afetiva e psicomotora se relacionam com a aprendizagem cognitiva, podemos usar os esportes ou sua prática como fator motivador para relacionar o cotidiano com os conceitos da Cinemática.

2.1.1 Conceitos básicos da TAS de David Paul Ausubel

Para Ausubel (2000), a estrutura cognitiva, ver figura 1, é o conteúdo armazenado e organizado de informações na mente daquele que aprende, e a aprendizagem consiste na ampliação da estrutura cognitiva através de novos conceitos.

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.

Figura 1- Organização da estrutura cognitiva para Ausubel



Fonte: elaborada pelo autor.

Segundo ele, a aprendizagem ocorre de duas maneiras, podendo ser significativa ou mecânica. A aprendizagem significativa ocorre com a ampliação e reconfiguração de ideias já existentes na estrutura cognitiva, sendo possível relacionar e acessar novos conteúdos. Quanto maior o número de conexões feitas, mais consolidado estará o conhecimento. Enquanto na aprendizagem mecânica ocorre o oposto, os conteúdos ficam soltos, não se relacionam de forma lógica e clara com nenhuma ideia já existente na estrutura cognitiva, são apenas decorados. É importante destacar que a aprendizagem mecânica não garante flexibilidade nem longevidade no uso do conhecimento.

Apesar da TAS de Ausubel focar na aprendizagem significativa, não pode ser descartada a aprendizagem mecânica, que é inevitável em alguns casos no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, sua teoria não descarta a memorização, mas mostra que existe uma relação contínua entre essas duas formas de aprendizagem, o que é especificado por Moreira (1999, p. 154),

A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, porém a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, em Física, pode também ser tomada como um exemplo, embora possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso. Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia e sim como um contínuo.

2.1.2 Condições para ocorrer uma aprendizagem significativa

O principal fator para a aprendizagem significativa é a disposição do aluno para aprender. Mesmo que a aula ou o material sejam bastante significativos para ele, este pode não ter disposição para aprender, passando a ignorar o conteúdo ou, mesmo que tenha disposição para aprender, irá simplesmente decorar, realizando dessa forma uma aprendizagem mecânica. Essas condições são comentadas por Moreira (1999, p. 155-156):

.... a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem... o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz... o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar ... o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva... se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo... tanto o processo de aprendizagem como o seu produto serão mecânicos.

É importante perceber que inúmeras adversidades podem influenciar negativamente na aprendizagem significativa; entre eles: o aluno não ter a maturidade matemática na série adequada, não ter estímulos ou interesse na aprendizagem por falta de perspectivas futuras ou não ter um material adequado para uma aprendizagem significativa. Embora o material trabalhado seja potencialmente significativo para o estudante, ele pode optar por um aprendizado mecânico, simplesmente decorando, é o que afirma Präss (2012, p. 31),

Vários fatores podem levar o estudante a este tipo de postura, desde o fato de estar acostumado com aulas e avaliações que exigem respostas idênticas a um gabarito pouco flexível e alheio as suas características individuais (como maturidade matemática e estilo de redação), até o fato de não ter tempo, estímulo ou material adequado para uma aprendizagem significativa.

Há ainda fatores externos que podem influenciar negativamente na ocorrência da aprendizagem significativa. Um deles é o fato de que o aluno pode ser cobrado pelos professores nas avaliações ou nas aulas apenas para reproduzir o que é transmitido em sala mecanicamente, situação que não é a ideal, uma vez que a mera repetição, isolada, não traz longevidade para o aprendizado.

Para Ausubel, o fator mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece, e o conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador. Além disso, o estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente, e não arbitrária. De acordo com ele, ensinar sem levar em conta o que o aluno já sabe, é um esforço em vão, pois o novo conhecimento não tem onde se ancorar. Dessa forma, a aprendizagem pode ocorrer, mas de forma mecânica.

Percebe-se então que o aluno deve ter disposição para aprender, e que a aula e o material didático devem ser potencialmente significativos para ele. Além disso, o professor deve fazer referências com ideias âncoras presentes na estrutura cognitiva do estudante. Dessa forma, para Präss (2012, p. 34) o professor deve “auxiliar o aluno a assimilar a estrutura das disciplinas e a reorganizar sua própria estrutura cognitiva mediante a aquisição de novos significados que podem gerar conceitos e princípios”. A partir do exposto, acredita-se que a forma como o Produto Educacional foi idealizado e a sua aplicação durante o ano letivo pode ser bastante significativa, potencializando a aprendizagem da Cinemática ao relacionar atividades recreativas e a participação direta dos alunos, tornando as aulas mais interativas.

2.2 Esporte e ensino

O Conselho Federal de Educação Física (CONFEF) define Esporte ou Desporto, na Resolução nº 046/2002, como:

uma atividade competitiva, institucionalizada, realizada conforme técnicas, habilidades e objetivos definidos pelas modalidades esportivas, determinada por regras preestabelecidas que lhe dá forma, significado e identidade, podendo também, ser praticado com liberdade e finalidade lúdica estabelecida por seus praticantes, realizado em ambiente diferenciado, inclusive na natureza (jogos: da natureza, radicais, orientação, aventura e outros), cuja aplicabilidade pode ser para a promoção da saúde e em âmbito educacional de acordo com diagnóstico e/ou conhecimento especializado, em complementação a interesses voluntários e/ou organização comunitária de indivíduos e grupos não especializados. (VARGAS, 2014)

Os esportes são motivo de admiração e, apesar de toda a animosidade, rivalidade e desunião que podem gerar, são responsáveis por reunir as pessoas em grupos e fazê-las trabalhar juntas em busca de um mesmo objetivo, sendo, portanto, uma ótima maneira de socialização e colaboração. Ainda se pode falar da persistência e da disciplina, que podem ser aprendidas na prática de qualquer esporte, e, ao mesmo tempo, ocorrerão aprendizagens relativas a fracassos e limites. As vantagens obtidas através da inserção dos esportes na educação são comentadas por Santos (2018, p. 13),

Sem sombra de dúvidas a educação por meio do esporte é capaz de objetivar de forma efetiva uma aprendizagem muito mais significativa, contribuindo intensamente para a formação de um sujeito muito mais equilibrado e disciplinado.

O interesse que os esportes despertam nas pessoas também pode ser verificado pela quantidade de horas que são destinadas a eles, seja na TV aberta, fechada ou nas rádios. Durante os grandes eventos esportivos a nível mundial, a transmissão é feita ao vivo. Durante jogos importantes, toda a rotina da população é mudada, como normalmente ocorre durante a Copa do Mundo ou nas Olimpíadas. Além de servirem como entretenimento, ainda fazem parte do dia a dia das pessoas, como especifica Santiago (2009, p. 578),

os esportes estão presente no cotidiano das pessoas, seja por motivos de saúde, lazer ou profissional, dessa forma, a contextualização se torna imediata, trazendo o tema para o cotidiano dos estudantes e despertando maior interesse por assuntos de ciências.

Portanto, “o tema é, por si só, extremamente atraente e tem um enorme potencial para ser utilizado na sedução dos iniciantes nos estudos da física e, em particular, da mecânica” Micha (2013, p. 8). Essa relação entre a Física e os esportes é especificada por Souza (2011): “A física e os esportes estão estreitamente relacionados, pois nos esportes podem ser observados diversos fenômenos físicos”. A interdisciplinaridade através dos esportes também é abordada por Santos (2018, p. 10)

A interdisciplinaridade dentro do esporte é mais flexível, pois a mesma tem a autonomia de passear pelas mais diversas áreas do conhecimento, permitindo que a teoria e a prática se cruzem fazendo intercâmbios que resultarão em novas descobertas e novos saberes, [...]. É imprescindível que haja essa inserção das práticas esportivas para que a educação de hoje se torne muito mais significativa.

Também deve ser evidenciado que o esporte faz parte do cotidiano dos alunos, desde o acompanhamento como espectador ou praticante, ou através das propagandas massivas através da televisão, *outdoors* e internet, que as marcas esportivas fazem, objetivando o consumismo. Por esses motivos, o tema acaba despertando um maior interesse nos alunos, deixando-os mais motivados para aprenderem. De acordo com Darroz, Rosa e Giaretta (2017, p. 128):

O esporte faz parte do cotidiano dos educandos e, por isso, deve ter seu espaço nas aulas de Física como um elemento motivador. Sua presença nesse meio irá possibilitar a contextualização do que está sendo estudado e despertará a motivação dos estudantes, de modo a atraí-los, cada vez mais, para o ensino dessa disciplina.

Sabemos que a prática errônea de atividades esportivas pode trazer malefícios, entre eles; fratura, luxação, contusão ou entorse, mesmo quando praticada corretamente. No entanto, qualquer prejuízo eventual não se compara ao bem-estar proporcionado pela atividade física. Afinal, a prática regular de atividades esportivas ajuda no desenvolvimento físico, mental e social; e os estudantes possuem essa consciência, o que pode ser confirmado em Bastos e Mattos (2009, p. 6) “O importante é destacar que o esporte para os alunos é definido como algo que sempre traz benefícios tanto no aspecto mental, físico ou social”.

2.3 Vídeo-análise e o programa *Tracker*

Durante as aulas de Física, é bem comum a utilização de vídeos para ensinar diversos conceitos. Normalmente, o professor utiliza algum vídeo pronto, disponibilizado na Internet e, a partir desse vídeo, é feita toda a explicação. Esse uso é considerado passivo, pois não ocorre nenhuma possibilidade de interação entre o aluno e o vídeo como material pedagógico. O fato de não existir uma possibilidade de interação com o objeto pedagógico é especificado por Leitão, Teixeira e Rocha (2011, p. 21),

No caso do uso didático do vídeo para ensinar, ilustrar, informar, divertir, treinar, etc., podemos classificá-lo como de uso passivo onde não há nenhuma possibilidade dos alunos interagirem com o objeto pedagógico vídeo. Este é o uso mais largamente empregado em ambientes educacionais até hoje.

Um excelente recurso para enriquecer as aulas de Física são as chamadas vídeo-análises. Como o próprio nome sugere, são análises de um fenômeno ou experimento a partir de um vídeo executado em um programa, relacionando o fenômeno que se quer estudar com as grandezas físicas envolvidas. O objetivo do programa é analisar, quadro a quadro, a sequência de imagens para conhecer a posição do objeto selecionado em cada instante, fazendo o estudo a partir dessas informações.

Para realizar as análises, é necessário um computador, um programa de vídeo-análise e um vídeo com o movimento ou fenômeno que se quer estudar. Ao se fazer a análise do vídeo, é possível explicar determinados conceitos de forma mais clara do que em uma explanação teórica. Além disso, o fato de vivermos em uma era tecnológica e praticamente todos os alunos possuírem *smartphones*, também torna mais viável a produção de vídeos como ferramenta de apoio didático.

Durante as atividades sugeridas neste trabalho, os alunos também devem fazer a filmagem de alguns eventos esportivos nas aulas práticas para, a partir daí, efetuar a realização das atividades propostas. Nessa etapa espera-se a demonstração de interesse e empenho por parte dos alunos em participar, tornando mais fácil a aplicação da sequência didática. A participação efetiva do aluno na construção desse processo é sugerida por Leitão, Teixeira e Rocha (2011, p. 21),

Ultimamente, com a popularização das câmeras de vídeo e o advento de programas computacionais que reproduzem e editam vídeos com relativa facilidade, entramos numa fase em que se tornou possível a interação dos alunos de uma classe diretamente com os vídeos de uma forma mais ativa e participativa. A vídeo-análise se insere neste contexto de possibilidades, pois pode proporcionar uma interação desejável entre o aluno-pesquisador, o evento físico estudado e o vídeo produzido neste estudo, promovendo, portanto, uma maior dinamização da prática pedagógica e um maior poder de investigação da natureza das Ciências em nível escolar e também profissional.

No caso deste trabalho, a produção do vídeo para a vídeo-análise fica sob responsabilidade do professor e, posteriormente, os vídeos serão mostrados em sala com objetivo pedagógico. O fato de os estudantes serem os personagens nos vídeos torna as aulas mais dinâmicas, contribuindo para o protagonismo dos alunos.

Em algumas etapas da sequência didática proposta, serão analisados com o *software Tracker* os vídeos de algumas atividades esportivas realizadas na quadra de esportes. Com o *Tracker*, professores e estudantes têm condições de realizar experimentos significativos e atividades de laboratório de baixo custo com alta qualidade. Com *softwares* de vídeo-análise, “ a ideia é oferecer a professores e estudantes ferramentas computacionais que possibilitem modos diferentes de descrever, explicar, prever e entender fenômenos físicos”. Junior, Lenz (2011, p. 4). Ainda em relação à utilização de tal ferramenta no ambiente escolar, vários autores enumeram vantagens em seu uso:

Para Filho, Lenz, Jr, Florczak; Garcia o *software* traz a possibilidade de utilizar vídeos de fenômenos reais, evitando assim apenas uma sequência de passos experimentais em roteiros de laboratórios, permitindo ainda a manipulação dos dados e construção dos gráficos a partir de tais observações, sendo capaz de transformar os alunos em atores deste processo. De acordo com Filho e Lenz (2017, p. 234-235),

“permite aos alunos acompanharem a evolução das grandezas físicas por meio de vídeos dos fenômenos reais, pondo fim à mera sequência de passos experimentais em roteiros de laboratórios estruturados ao extremo; permite a manipulação dos dados e construção dos gráficos a partir de tais observações, fundamental para a construção do conhecimento físico por meio de atividades experimentais e, finalmente, permite aos atores deste processo ser agentes ativos na construção, customização e adequação do programa às suas realidades, incluindo aí o seu uso tendo em vista a aquisição de concepções e competências associadas à modelagem científica”.

O fato de ser possível analisar o vídeo quadro a quadro permite o estudo de diversos tipos de movimento; e professores e estudantes de física possuem condições de desenvolver experimentos e atividades de laboratório de baixo custo, mas de alta qualidade acadêmica, é o que afirmam Jesus e Sasaki (2014, p. 3)

decompõe o vídeo quadro a quadro permitindo o estudo de diversos tipos de movimento a partir de vídeos feitos com câmaras digitais ou webcams. Através do uso dessa tecnologia, professores e estudantes de física tem condições de desenvolver experimentos e atividades de laboratório de baixo custo, mas de alta qualidade acadêmica. O programa possui uma fácil curva de aprendizagem, o que torna relativamente simples o seu uso na obtenção de informações relevantes em experimentos de física.

O *software* permite o ajuste de várias funções aos dados experimentais e ainda existe a possibilidade de construção do próprio modelo matemático. Além disso, o seu uso torna possível a realização de experimentos junto aos alunos, utilizando vídeos, principalmente nas escolas públicas carentes de laboratórios de Física, é o que afirmam Bonventi Jr e Aranha (2015, p. 1),

permite o ajuste de várias funções aos dados experimentais podendo também, caso seja necessário, ser construído o próprio modelo matemático [...] Essas facilidades em obter os dados experimentais e tratá-los matematicamente viabilizam a discussão de conceitos físicos através da realização de experimentos junto aos alunos, principalmente nas escolas públicas carentes de laboratórios de Física.

O *Tracker* é um *software* que pode ser obtido e repassado livremente, possibilitando que professores e alunos o utilizem sem custos. Possui uma interface bem simples e intuitiva e uma versão em português, facilitando ainda mais sua utilização. Além das vantagens citadas, o *Tracker*² possui explicações detalhadas e manuais, disponibilizados nos sites da UFRGS³ e pela UFPR⁴.

² obtido a partir do endereço: <https://physlets.org/tracker/>

³ UFRGS, <http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html>

⁴ UFPR, <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/lenz/tracker>

3 CINEMÁTICA

A Cinemática é a parte da Física que estuda os movimentos, mas, sem se preocupar em analisar as causas que os produzem e modificam. Com ela, é possível descrever como a posição, a velocidade e a aceleração variam em função do tempo e, para isso, é necessário utilizar algumas funções matemáticas.

3.1 VELOCIDADE MÉDIA

Define-se velocidade escalar média V_m de uma partícula em movimento retilíneo, sendo a relação entre a variação da posição (Δx) e o intervalo de tempo correspondente (Δt). Matematicamente:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

Onde:

$\Delta x = x - x_0$ (Posição final menos posição inicial)

$\Delta t = t - t_0$ (Tempo final menos tempo inicial)

A letra delta “ Δ ” do alfabeto grego representa variação e sempre mostra uma situação final menos uma situação inicial.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de velocidade é o m/s, entretanto, no dia a dia, outra unidade bastante utilizada é km/h, principalmente, em veículos automotores.

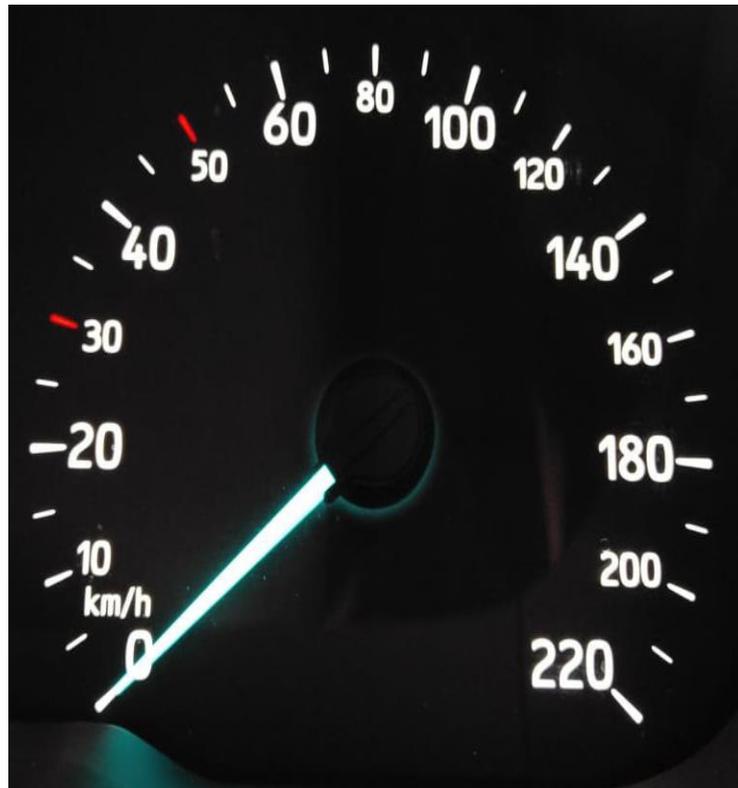
Relação entre Km/h e m/s

$$1 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \quad \longrightarrow \quad \frac{\text{km}}{\text{h}} \begin{array}{l} \xrightarrow{\div 3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ \xleftarrow{\times 3,6} \end{array}$$

3.2 VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA

O velocímetro mostrado na figura 2 é um instrumento presente nos veículos automotores com o objetivo de medir a velocidade instantânea baseando-se no número de giros realizados por suas rodas.

Figura 2 - Velocímetro de um veículo



Fonte: elaborada pelo autor.

Em um velocímetro, a medida encontrada é a velocidade escalar instantânea. Esta é definida como o valor da velocidade escalar em determinado instante, t . Pode-se ainda defini-la como a velocidade escalar média em um intervalo de tempo muito pequeno, tendendo a zero, que é o limite da velocidade escalar média quando o intervalo de tempo tende a zero. Esse limite é igual à taxa de variação “derivada” da posição com o tempo, matematicamente representado por:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

3.3 ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA

A aceleração escalar serve para medir a rapidez com que a velocidade escalar do móvel varia com o passar do tempo ou descrever uma taxa de variação da velocidade com o tempo. Além disso, a aceleração em um movimento retilíneo pode referir-se tanto ao aumento quanto à redução da velocidade.

Define-se aceleração escalar média a_{mx} de uma partícula em movimento retilíneo como sendo a relação entre a variação da velocidade (Δv) e o intervalo de tempo correspondente (Δt). Representada matematicamente por:

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

Onde:

$\Delta v = v - v_0$ (Posição final menos posição inicial)

$\Delta t = t - t_0$ (Tempo final menos tempo inicial)

3.4 ACELERAÇÃO ESCALAR INSTANTÂNEA

A aceleração instantânea a de uma partícula em movimento retilíneo é igual ao limite da aceleração média a_m quando o intervalo de tempo tende a zero, que é igual à taxa instantânea de variação da velocidade v com o tempo.

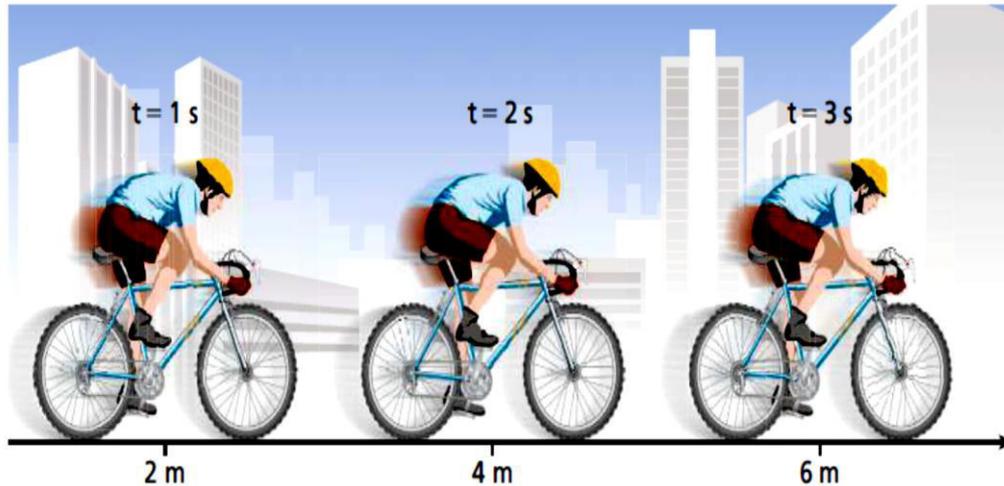
$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

3.5 MOVIMENTO UNIFORME (MU)

O movimento uniforme (MU), independentemente do trajeto realizado, é aquele em que a velocidade escalar permanece constante e diferente de zero. Por ter velocidade constante, no movimento uniforme, o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.

Na figura 3, o ciclista segue em MU, percorrendo 2 metros a cada segundo, portanto possuindo uma velocidade escalar média 2 m/s.

Figura 3 - Ciclista em movimento uniforme.



Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

Nota-se que no MU a velocidade escalar média é igual à velocidade escalar instantânea.

Equação do Movimento Uniforme

$$v_m = v = \frac{\Delta s}{\Delta t} ;$$

$$v = \frac{x - x_0}{t - t_0} ;$$

$$x - x_0 = v \cdot t ;$$

$$x = x_0 + v \cdot t$$

Onde:

x = coordenada, espaço ou posição

x_0 = espaço inicial ou posição inicial

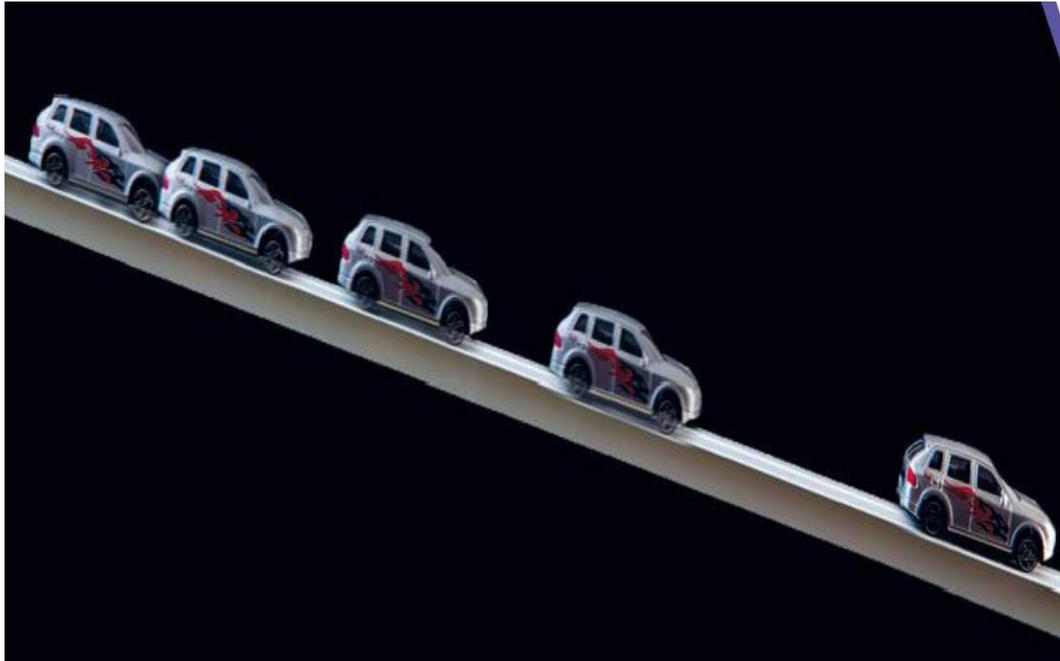
v = velocidade

t = tempo

3.6 MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (MUV)

Ao descer uma rampa como representado na figura 4, desconsiderando-se as resistências, um carrinho se desloca com aceleração escalar constante e diferente de zero. Nesse caso, a velocidade escalar varia uniformemente, isto é, sofre variações iguais em intervalos de tempo iguais, assim tem-se um MUV.

Figura 4 - Foto estroboscópica de um carrinho descendo um plano inclinado



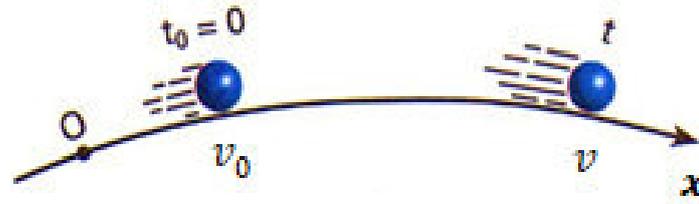
Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

A unidade de aceleração é a divisão da unidade de velocidade por unidade de tempo. No S.I é dada em (m/s)/s ou m/s^2 .

3.6.1 FUNÇÃO HORÁRIA DA VELOCIDADE

É possível observar na figura 5 que no instante $t_0 = 0$ a partícula possui velocidade escalar v_0 e, em um instante t qualquer, possui velocidade escalar v .

Figura 5 - Partícula em MUV, análise da velocidade



Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018) Modificada

Considerando que a partícula realiza um movimento uniformemente variado, pode-se escrever:

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

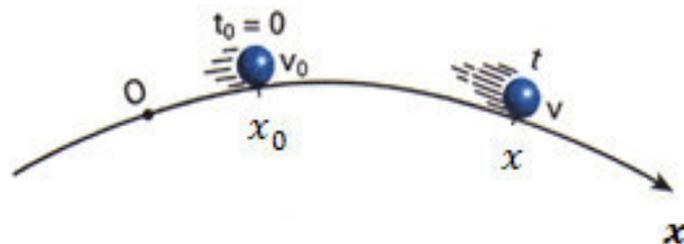
$$v - v_0 = a \cdot t$$

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

3.6.2 FUNÇÃO HORÁRIA DOS ESPAÇOS

É possível observar na figura 6 uma partícula realizando um MUV, ocupando a posição x_0 no instante $t_0 = 0$, tendo nesse instante velocidade escalar v_0 e, em um instante posterior t , ocupa a posição x , tendo nesse instante velocidade escalar v .

Figura 6 - Partícula em MUV, análise da posição



Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018) Modificada

É possível demonstrar a função horária dos espaços, é uma função do 2º grau em t , dada por:

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$dx = v \cdot dt$$

Em seguida, calculamos a integral indefinida nos dois membros da equação:

$$\int dx = \int v \cdot dt$$

Substituindo $v = v_0 + a \cdot t$

$$\int dx = \int (v_0 + a \cdot t) dt$$

Como v_0 e a são constantes:

$$\int dx = v_0 \int dt + a \int t dt$$

Integrando:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

3.6.3 EQUAÇÃO DE TORRICELLI

Isolando o tempo na função horária da velocidade “I” e substituindo na função horária do espaço “II”, encontramos uma relação muito útil, chamada equação de Torricelli, usada normalmente quando não é informado ou pedido o tempo.

$$v = v_0 + a \cdot t \quad (\text{I})$$

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (\text{II})$$

Isolando t na equação (I):

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a} \quad (\text{III})$$

Substituindo (III) em (II):

$$x - x_0 = v_0 \cdot \frac{v - v_0}{a} + \frac{a \cdot \left(\frac{v - v_0}{a}\right)^2}{2}$$

$$\Delta x = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

3.7 MOVIMENTO VERTICAL NO VÁCUO

3.7.1 QUEDA LIVRE

Uma bola, ao rolar sobre uma superfície plana horizontal mostrada na figura 7, desprezando-se a ação de forças dissipativas, permanece com sua velocidade constante porque nenhuma componente da força gravitacional atua horizontalmente.

Figura 7 - Partícula em MU sobre uma superfície plana e horizontal



(HEWITT, 2015)

Porém, se a bola cair horizontalmente, de acordo com a figura 8, ela acelera para baixo, percorrendo a cada segundo uma distância vertical cada vez maior. Quando a resistência do ar pode ser desprezada, todos os corpos caem com aceleração constante. A queda dos corpos na ausência de resistência do ar é chamada de queda livre.

Figura 8 - Partícula em queda livre realizando um MUV



(HEWITT, 2015)

Desprezando-se a resistência com o ar, no vácuo, como nos experimentos mostrados nas figuras 9 e 10, objetos com massas e formatos diferentes caem ao mesmo tempo.

Figura 9 - Uma pena e uma moeda caem com a mesma aceleração no vácuo.



(HEWITT, 2015)

Da mesma forma, uma pena e uma maçã em queda livre no vácuo sofrem a mesma aceleração g , ver figura 10. Por esse motivo, a distância entre as imagens estroboscópicas aumenta igualmente para os dois objetos durante a queda.

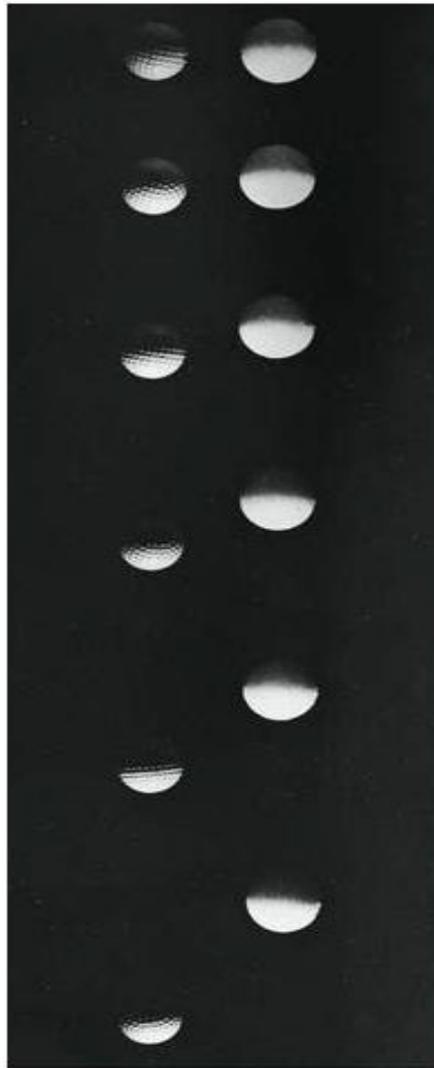
Figura 10 - Uma pena e uma maçã em queda livre no vácuo.



(HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016)

No dia a dia, em várias situações, não é possível desprezar a resistência com o ar, por esse motivo, uma bola de golfe e uma bola de isopor, mostradas na figura 11, respectivamente, caem em intervalos de tempos diferentes. A resistência do ar é desprezível para a pesada bola de golfe, e sua aceleração é aproximadamente igual a g . Em contrapartida, a resistência do ar não é desprezível para a leve bola de isopor, que logo alcança sua velocidade terminal.

Figura 11 - Uma bola de golfe e uma bola de isopor em queda quando não é possível desprezar a resistência com o ar.



(HEWITT, 2015)

Um corpo em queda livre tem uma aceleração constante, chamada aceleração da gravidade e representada por g . Próximo da superfície da Terra, a experiência mostra que $g \cong 9,8\text{m/s}^2$.

Como a queda livre é um movimento de aceleração constante, trata-se de um movimento uniformemente variado e assim é possível usar as equações já vistas no MUV, substituindo aceleração por aceleração da gravidade.

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

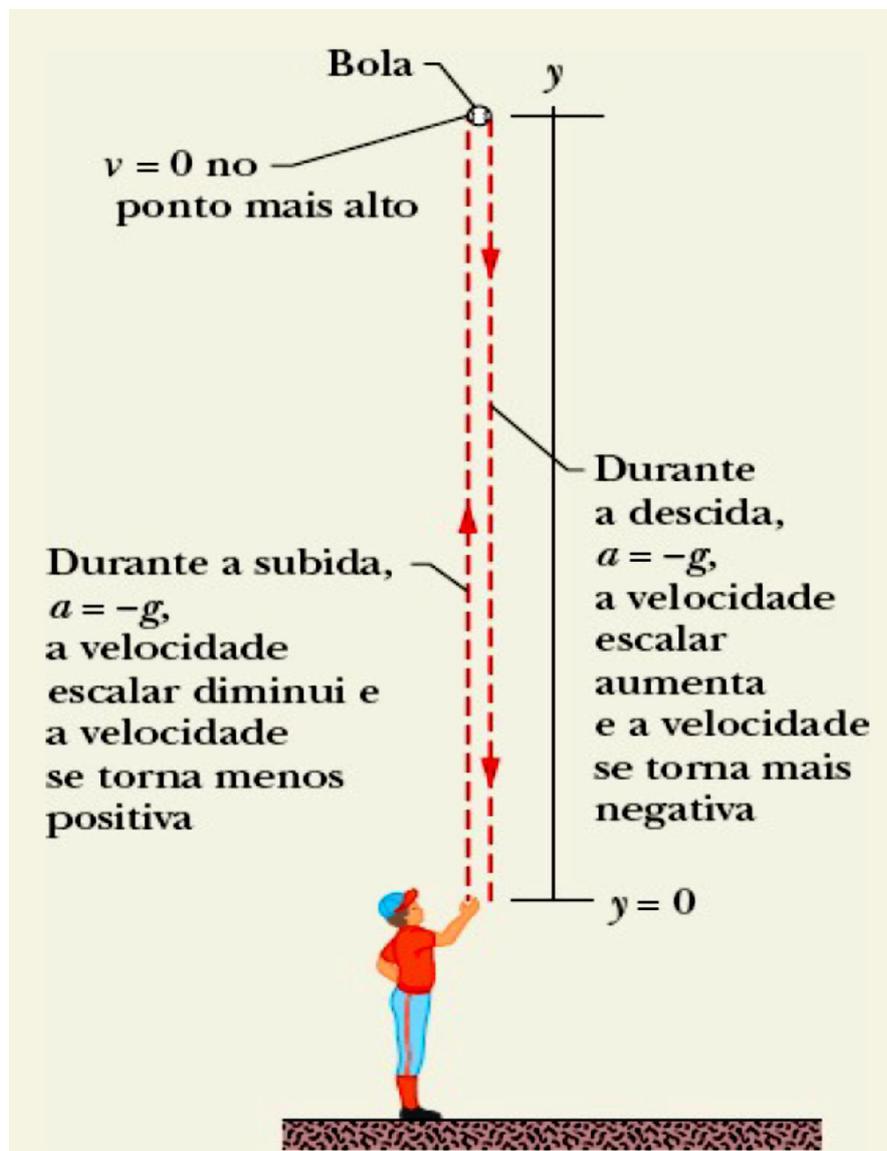
$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

3.7.2 LANÇAMENTO PARA CIMA

As equações de queda livre se aplicam tanto a objetos que estão subindo como a objetos que estão caindo, contanto que a resistência com o ar possa ser desprezada. Na figura 12, um lançador arremessa uma bola de beisebol com velocidade inicial v_0 para cima. Neste caso, durante a subida, a velocidade vai diminuindo até o momento em que atinge a altura máxima e sua velocidade é nula, sendo, portanto, considerado um lançamento vertical. A seguir, a partícula começa a cair, aumentando sua velocidade.

Figura 12 - Um lançador arremessa uma bola de beisebol para cima.

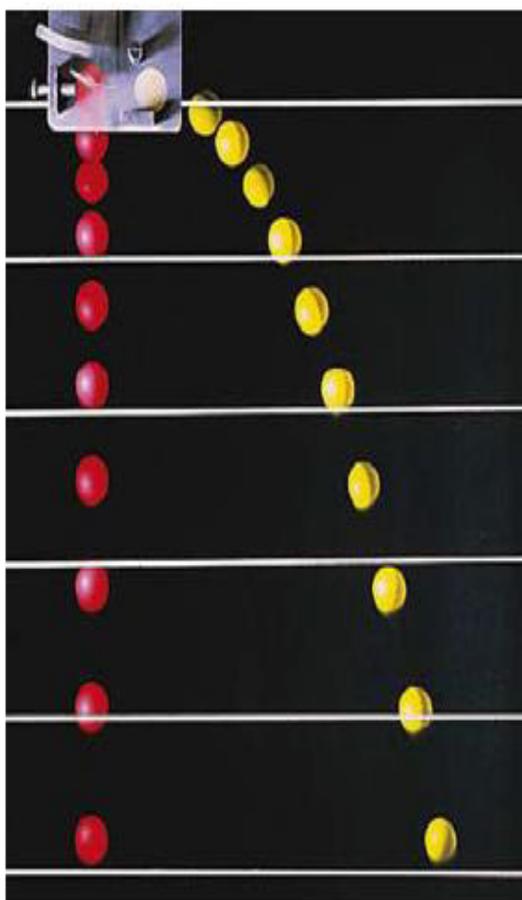


(HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016)

3.8 LANÇAMENTO HORIZONTAL

Na figura 13, desprezando-se a resistência com o ar, é apresentada uma fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe liberadas por um mecanismo que, simultaneamente, deixa uma delas cair livremente enquanto a outra é lançada horizontalmente.

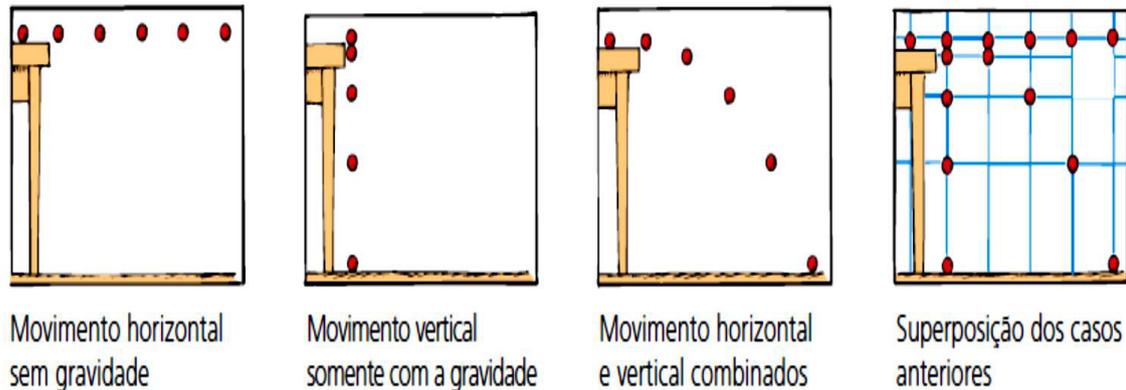
Figura 13 - Fotografia estroboscópica de duas bolas, uma cai livremente, a outra é lançada horizontalmente.



(HEWITT, 2015)

A bola que cai livremente possui a mesma velocidade vertical da outra bola, sendo esse um MUV com aceleração constante e igual a g . A bola que é lançada horizontalmente possui na horizontal um MU. O lançamento horizontal pode ser estudado como sendo a superposição de dois movimentos, um na horizontal o outro na vertical, como é possível observar na figura 14:

Figura 14- Fotografias simuladas de uma bola em movimento iluminada com luz estroboscópica.

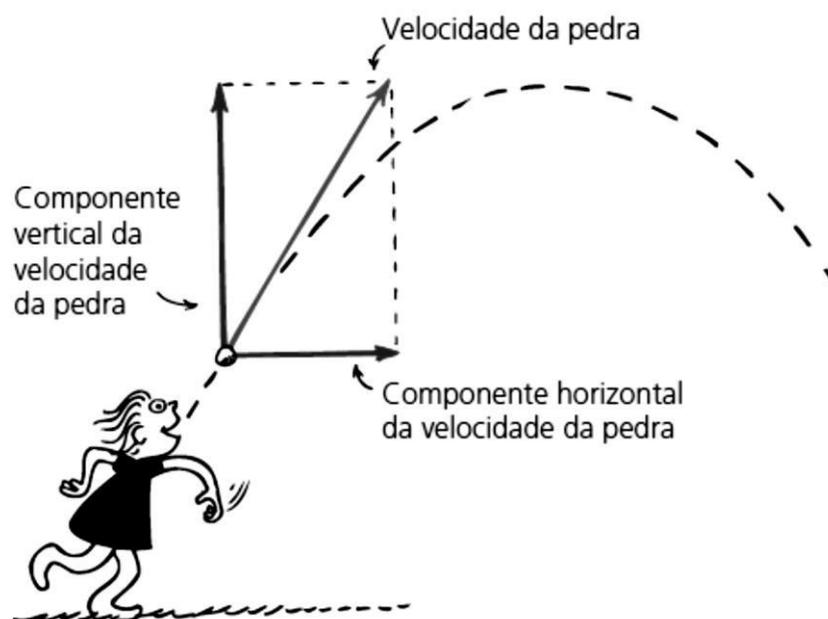


(HEWITT, 2015)

3.9 LANÇAMENTO OBLÍQUO

Na figura 15, uma garota arremessa uma pedra; considerando-se a ausência da resistência do ar, a componente horizontal da velocidade se mantém constante, sendo um MU, e a componente vertical está sob influência da gravidade, diminuindo com o movimento para cima e aumentando com o movimento para baixo.

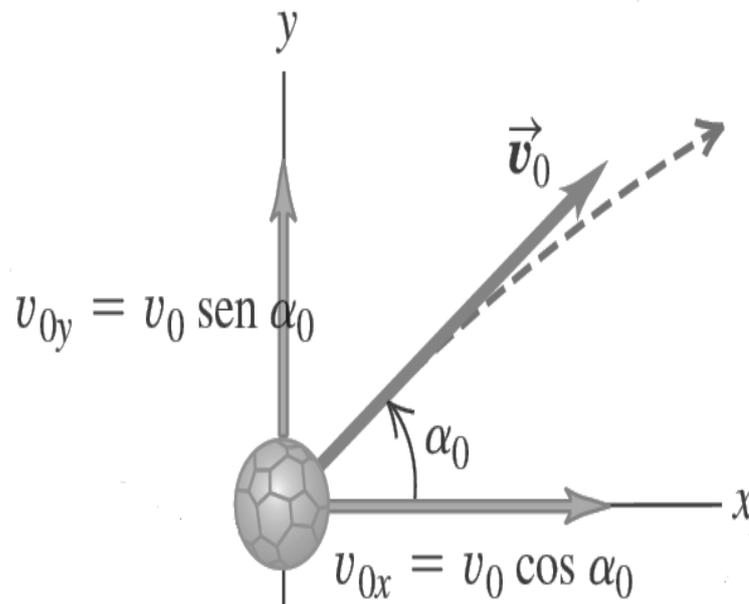
Figura 15 - Componentes horizontal e vertical da velocidade de uma pedra lançada obliquamente.



(HEWITT, 2015)

Considerando que a bola é arremessada com velocidade v_0 e que forma um ângulo α com a horizontal, ver figura 16, pode-se estudar o movimento da bola fazendo a decomposição de v_0 em duas componentes: uma componente horizontal v_{0x} e uma componente vertical v_{0y} .

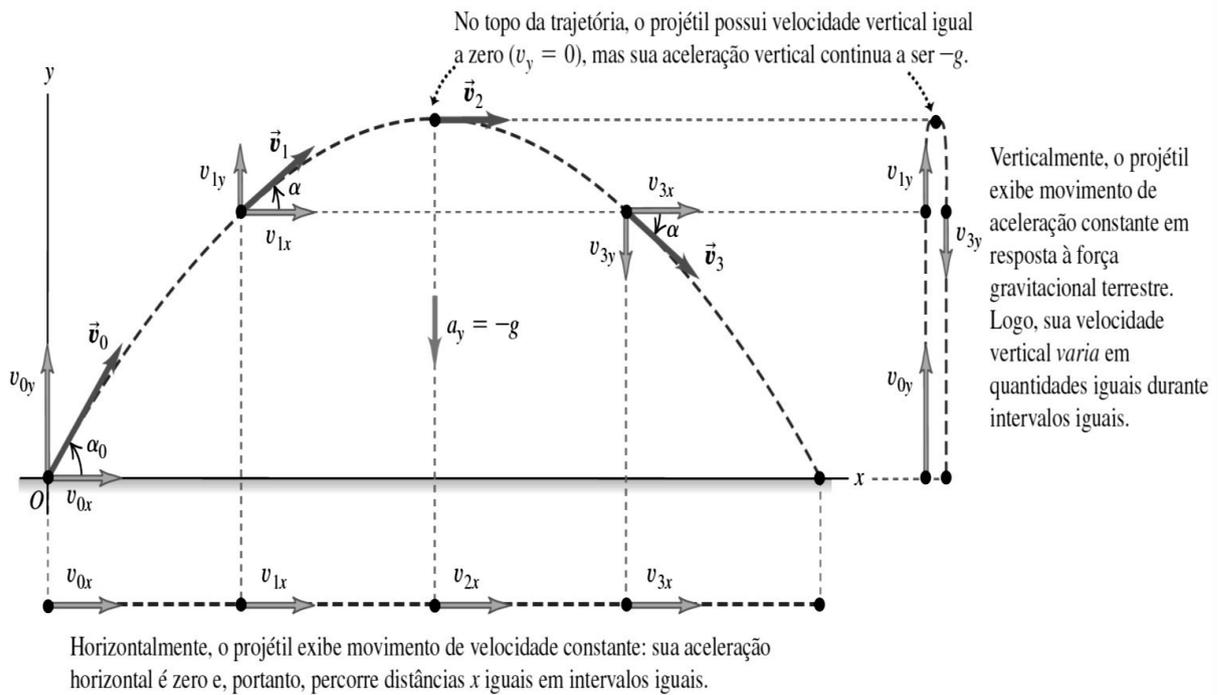
Figura 16 - Componentes da velocidade inicial v_{0x} e v_{0y} relacionam-se com a velocidade escalar inicial v_0 e o ângulo inicial α_0 .



(YOUNG e FREEDMAN, 2016)

Durante o movimento da pedra, desprezando-se a resistência do ar, a componente v_{0x} permanece constante. Porém, a componente vertical da velocidade vai diminuindo até que se anula quando a bola atinge a altura máxima. A seguir, durante a descida da bola, a componente vertical vai novamente aumentando, ver figura 17.

Figura 17 - A trajetória de um projétil, se desprezarmos a resistência do ar.



(YOUNG e FREEDMAN, 2016)

4 METODOLOGIA

Neste capítulo, é apresentada ao professor uma sequência didática voltada ao ensino da Cinemática através de atividades recreativas na quadra de esportes para uma aprendizagem mais significativa. De acordo com (ZABALA, 1998, p. 18), sequência didática é definida como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.”

A proposta aborda os conteúdos relevantes para uma sólida fundamentação teórica na Cinemática, entre eles SI, velocidade média, Movimento Uniforme (MU) e Movimento Uniformemente Variado (MUV), lançamento horizontal e oblíquo. Além disso, são detalhados os procedimentos realizados em cada aula prática na quadra de esportes, bem como as vídeo-análises realizadas e suas apresentações em sala de aula ou no laboratório de informática.

4.1 Descrição do produto

O produto é uma sequência didática para o ensino de Cinemática através de atividades recreativas como: corrida, cobrança de pênaltis e arremessos livres na quadra de esportes. É um material de apoio para o professor, sendo utilizado com a participação do aluno como agente do processo de ensino aprendizagem. Possui uma parte conceitual como sugestão para as aulas teóricas em sala, fazendo, sempre que possível, a ligação dos conceitos com os esportes. A outra parte são os procedimentos para a realização das aulas práticas, que devem ser realizadas na quadra de esportes com atividades pré-estabelecidas e as filmagens de algumas atividades. Para a aplicação, a sequência didática é dividida em quatro etapas. A primeira, consiste em aulas conceituais, fazendo sempre que possível a relação entre os conteúdos e os esportes. A segunda, consiste em atividades realizadas pelos alunos na quadra sob a supervisão do professor. Essas atividades são detalhadas no produto e serão essenciais para a realização da terceira e quarta etapas. A terceira, é realizada pelo professor com a produção das vídeo-análises, utilizando o *software Tracker* a partir das atividades sugeridas na etapa anterior. E por fim, a quarta etapa, que é a apresentação das vídeo-análises para os alunos, que pode ser realizada em sala de aula ou no laboratório de informática da escola. Durante esta etapa, o objetivo é

verificar se os conceitos estudados em sala foram aprendidos corretamente, e se necessário, realizar a sua correção.

4.2 Metodologia de aplicação do produto

A sequência didática foi aplicada em duas escolas, uma particular, localizada no bairro Centro em Fortaleza, em uma turma de Oitavo Ano do EFII; e a outra em uma escola pública estadual, localizada no bairro Messejana, na mesma cidade, em uma turma de primeiro ano do EM.

Na primeira aula do ano, além de todas as informações necessárias para um bom andamento do ano letivo, foi apresentado o projeto para a turma. Comentou-se sobre a aplicação da sequência didática e sua ligação com os esportes. Foi deixado claro que eles participariam de atividades em equipes e que as participações valeriam para compor a avaliação.

4.2.1 Aula teórica e prática sobre medidas

Após essa sequência, que envolve três aulas, todas detalhadas no Produto Educacional, os alunos devem saber utilizar corretamente uma trena e realizar conversões entre as unidades trabalhadas, principalmente centímetros e metros. Na aula conceitual sobre medidas foi realizada toda a exposição teórica sobre o assunto, que se encontra detalhada no Produto Educacional AULA 01 - UNIDADES DE MEDIDAS. Durante a aula, foi utilizada uma trena para aferir algumas medidas em sala e fazer algumas conversões entre essas medidas, com o objetivo de relacionar o conteúdo abordado ao dia a dia. Foram utilizadas duas aulas, e nessas aulas, além de unidades de comprimento, também foram trabalhadas unidades de massa e de tempo. Nos últimos minutos da aula, as equipes foram divididas em grupos contendo entre 6 e 8 alunos. Estes foram informados que a aula seguinte seria realizada na quadra de esportes e teria como objetivo medir algumas distâncias utilizando uma trena, e que eles teriam que registrar essas medidas em centímetros e metros. Todas as distâncias estão especificadas no Produto Educacional AULA 02 - MEDIDAS "PRÁTICA NA QUADRA DE ESPORTES". Durante a aula prática, cada equipe recebeu duas trenas e, como eles já sabiam o que iriam fazer, foi-lhes informado

apenas quais medidas seriam coletadas. Na aula seguinte, detalhada no Produto Educacional na “AULA 03 - PÓS AULA PRÁTICA SOBRE MEDIDAS”, foi feita a correção das atividades realizadas na aula prática, informando as medidas corretas e fazendo os devidos ajustes.

4.2.2 Aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre velocidade média

A aula teórica sobre velocidade média foi expositiva, apresentando os principais conceitos para um bom entendimento do conteúdo, relacionando sempre que possível com os esportes e aplicações no dia a dia e deixando claras as diferentes unidades de medida, com foco nas mais usuais, que são: m/s e km/h. Reforçou-se também como convertê-las e, apesar de priorizá-las, outras unidades não foram deixadas de lado. Também foram utilizadas duas aulas, ocasião em que foi abordada toda a parte conceitual, que se encontra detalhada no Produto Educacional, na AULA 04 - VELOCIDADE MÉDIA, sendo o conteúdo fixado através de exercícios. Nos últimos minutos da segunda aula, como as equipes já estavam definidas, foi informado que a aula seguinte seria realizada na quadra de esportes e que dois integrantes de cada equipe iriam correr entre trechos pré-estabelecidos, tendo como objetivo verificar as velocidades médias. Todas as informações encontram-se detalhadas no Produto Educacional, na AULA 05 - CORRIDA “PRÁTICA NA QUADRA DE ESPORTES”.

Na aula prática, foram informadas as distâncias que seriam percorridas, sendo dois percursos; o primeiro corresponde à lateral da quadra de vôlei indicado pela medida A, ver figura 18; o segundo corresponde à lateral da quadra de futsal indicado pela medida B, ver figura 18, sendo que o ponto de partida de cada percurso era sempre o limite da quadra de futsal.

Figura 18 - Distâncias percorridas durante as atividades recreativas.



Fonte: elaborada pelo autor.

Pelo menos dois integrantes da equipe cronometraram cada corrida, ficando atentos para marcar os tempos de acordo com as situações informadas anteriormente. Também dois integrantes de cada equipe filmaram cada corrida para posterior cálculo da velocidade média dos corredores. Cada equipe calculou as velocidades médias de cada participante a partir da distância encontrada na prática anterior de duas formas; a primeira com a utilização do tempo cronometrado; a segunda, com o tempo da filmagem. No final da aula prática, foi recebido pelo professor o cálculo das velocidades médias nas duas situações especificadas anteriormente.

Todas as corridas também foram filmadas pelo professor para posterior vídeo-análise. Para tanto, foi utilizada uma câmera com um tripé, para melhor qualidade na gravação do vídeo, e para a produção da vídeo-análise foi utilizado o *software Tracker*. Lembrando que as especificações da câmera utilizada, sua posição correta e todos os procedimentos estão detalhados no Produto Educacional deste trabalho.

Na aula seguinte, foram mostradas as vídeo-análises, detalhando toda atividade proposta e seus objetivos, todo o passo a passo encontra-se no Produto Educacional na AULA 05 - CORRIDA “PRÁTICA NA QUADRA DE ESPORTES”.

Os gráficos gerados pelo *Tracker* também foram analisados e cada tipo de gráfico foi comparado com cada tipo de movimento. Durante a aula, foi introduzido o conceito do tempo de reação ao calcular a velocidade utilizando o cronômetro e o tempo encontrado na filmagem da corrida. A partir dos resultados, foi falado sobre a necessidade de utilizar os valores obtidos com máxima precisão, daí a importância de dispositivos eletrônicos próprios para medidas.

4.2.3 Aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre MU e MUV

Para introduzir os conteúdos de MU e MUV e o conceito de aceleração foram utilizadas as vídeo-análises das corridas. Durante a aula, foi deixado claro que o esperado no primeiro percurso entre as laterais da quadra de vôlei seria um MU, ou bem próximo deste movimento. Da mesma forma, foi informado que o esperado no segundo percurso entre as laterais da quadra de futsal seria um MUV no início, seguido de um MU e finalizando com MUV, ou algo muito próximo. O objetivo das análises, além de introduzir os conceitos citados, foi calcular a velocidade média e detalhar a construção dos gráficos.

Nas aulas teóricas sobre MU e MUV, sempre que possível, foi feita referência aos esportes. Foi realizada uma aula prática na quadra de esportes envolvendo cobrança de pênaltis com o objetivo de verificar a mudança da velocidade sofrida pela bola durante o chute e a velocidade da bola praticamente constante após a cobrança. Na figura 19, é mostrada uma cobrança de pênalti durante uma das atividades realizadas na aula prática. Os grupos também foram mantidos desde a primeira prática e as informações foram passadas na aula anterior. Todas as informações para a realização desta aula encontram-se detalhadas no produto educacional, na AULA 06 - COBRANÇA DE PÊNALTIS “PRÁTICA NA QUADRA DE ESPORTES”; entre elas, que pelo menos dois integrantes de cada equipe deveriam participar da cobrança do pênalti, pelo menos dois deveriam cronometrar o quanto demoraria para a bola atingir a rede a partir da cobrança do pênalti e dois outros participantes deveriam filmar a cobrança para posterior cálculo real da velocidade média na horizontal. Além disso, cada grupo deveria calcular as velocidades médias da bola na direção horizontal durante as cobranças de pênaltis de duas formas utilizando a distância medida na AULA 02 - MEDIDAS “PRÁTICA NA QUADRA DE ESPORTES”, que está detalhada no produto educacional. A primeira, com a utilização do tempo marcado por cada estudante, e a segunda, com a utilização do tempo marcado durante a filmagem da cobrança do pênalti. E, a seguir, fazer uma comparação entre os cálculos das velocidades médias, usando o tempo marcado no cronômetro do celular e o tempo real utilizado na filmagem para verificar o erro devido ao tempo de reação.

Figura 19 - Cobrança de pênalti durante as atividades recreativas.



Fonte: elaborada pelo autor.

Todas as cobranças de pênaltis foram filmadas pelo professor para posterior vídeo análise. Todo o processo é idêntico ao mencionado na seção anterior. Durante a aula em sala, na apresentação das vídeos-análises ficou claro, a partir dos gráficos gerados, que a velocidade da bola na horizontal foi praticamente constante, resultando em um MU, sendo também constatada a rápida mudança de velocidade sofrida pela bola durante a interação com o pé de cada aluno. Além disso, foi evidenciado que, na situação envolvida, a resistência do ar era praticamente descartada.

4.2.4 Aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre movimento vertical, lançamento horizontal e oblíquo

Nas aulas teóricas sobre queda livre e lançamento vertical, foi informado para os alunos que normalmente trabalhamos com situações onde é desprezada a resistência com o ar, e que nessa situação temos um MUV. Foi realizado um experimento em sala com o objetivo de corrigir um conhecimento prévio que muitos possuem, que soltando dois objetos com massas diferentes ao mesmo tempo, o que possui mais massa cai primeiro. A realização do experimento seguiu a sequência apresentada a seguir: primeiro foram destacadas duas folhas do mesmo caderno e foram soltas da mesma altura e ao mesmo tempo, cada uma oscilou um pouco para cada lado e atingiu o chão praticamente no mesmo intervalo de tempo. Novamente foi repetido o experimento, mas agora uma das folhas foi amassada, e o tempo de queda foi bastante diferente. Mais uma vez foi realizado o experimento, agora com uma

garrafa plástica com capacidade de 500 ml cheia de água e a folha de papel amassada. Mesmo sabendo que a garrafa possui uma massa aproximadamente 500 vezes maior, os dois objetos caíram ao mesmo tempo.

O experimento realizado na Lua em 1971, também foi comentado, quando um dos tripulantes da missão Apollo 15, o astronauta David Scott, deixou cair, da mesma altura e a partir do repouso, uma pena de águia e um martelo de aço e notou que esses dois corpos atingiram o solo lunar simultaneamente. É importante comentar que atualmente este experimento pode ser realizado em um centro de pesquisas da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), no *Space Power Facility*, em Ohio, nos Estados Unidos. Deve-se deixar claro que a condição que possibilita a realização deste experimento é o local, que é uma câmara de vácuo, e que a Lua, como não possui atmosfera, mas somente vácuo, é o ambiente ideal. O vídeo utilizado que demonstra o experimento é disponibilizado no canal da BBC no *YouTube*⁵. Um vídeo imprescindível em uma era tecnológica para introduzir o conceito de queda livre e relacionar o conteúdo com um momento histórico.

Na sequência da exposição teórica, foi feita a ligação dos novos conceitos com os esportes e aplicações no dia a dia. Nos últimos minutos da aula teórica sobre lançamento oblíquo, como as equipes já estavam definidas, foi informado que a aula seguinte seria realizada na quadra de esportes e que pelo menos dois integrantes de cada equipe deveriam realizar arremessos livres com o objetivo de realizar a cesta. Na figura 20, é mostrado um arremesso livre durante uma das atividades realizadas na aula prática. Além disso, foi informado que pelo menos dois integrantes de cada equipe deveriam cronometrar a permanência da bola no ar desde o lançamento até o instante em que ela atingisse a cesta, e que outros dois participantes deveriam filmar cada lançamento para posterior cálculo da velocidade média da bola na horizontal. Cada grupo deveria calcular as velocidades médias da bola de basquete na horizontal a partir da distância encontrada na aula prática sobre medidas de duas formas: a primeira, utilizando o tempo cronometrado; e a segunda, utilizando o tempo obtido na filmagem para verificar o erro devido ao tempo de reação.

⁵ “Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber - Human Universe: Episode 4 Preview - BBC Two” Acessado em: 17/05/2019 <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>

Figura 20 - Arremesso livre durante as atividades recreativas.



Fonte: elaborada pelo autor.

Todos os arremessos foram filmados pelo professor para posterior vídeo análise. Para tanto, foi utilizada uma câmera com um tripé para melhor qualidade na gravação do vídeo, e para a produção da vídeo-análise foi utilizado o *software Tracker*, lembrando que as especificações da câmera utilizada, sua posição correta e todos os procedimentos estão detalhados no Produto Educacional deste trabalho.

Na aula sobre a análise dos vídeos, foi possível observar a trajetória efetuada pela bola em seu lançamento e destacar que a trajetória depende do referencial. No ângulo de filmagem, foi vista uma trajetória parabólica enquanto os alunos que esperavam para realizar o lançamento observaram uma trajetória retilínea. Além do mais, ficou evidente que o lançamento oblíquo é a composição de dois movimentos, devendo-se ressaltar o princípio da independência dos movimentos, um ao longo do eixo horizontal, MU; e outro ao longo do eixo vertical, MUV. Na horizontal, já que o movimento é uniforme, o gráfico da posição (s_x) em função do tempo (t) é linear, obedecendo à equação horária das posições $s_x = s_{0x} + v_x \cdot t$, e o gráfico da velocidade (v_x) é constante, coincidindo com o movimento descrito. Na vertical, já que o movimento é uniformemente variado, o gráfico da posição (s_y) em função do tempo (t) é parabólico, obedecendo à equação horária das posições $s_y = s_{0y} + v_{0y} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$; e o gráfico da velocidade (v_y) é linear, obedecendo à equação horária da velocidade $v_y = v_{0y} + a \cdot t$.

5 Resultados da aplicação do produto

Nas duas turmas, quando foram informados sobre as práticas na quadra de esportes, foi percebido em seus semblantes um grande entusiasmo, sobretudo quando souberam que iriam participar das atividades e das filmagens. Com isso, eles puderam perceber que os conceitos aprendidos tinham uma ligação direta com os esportes e com o dia a dia deles.

5.1 Resultados da Aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre medidas

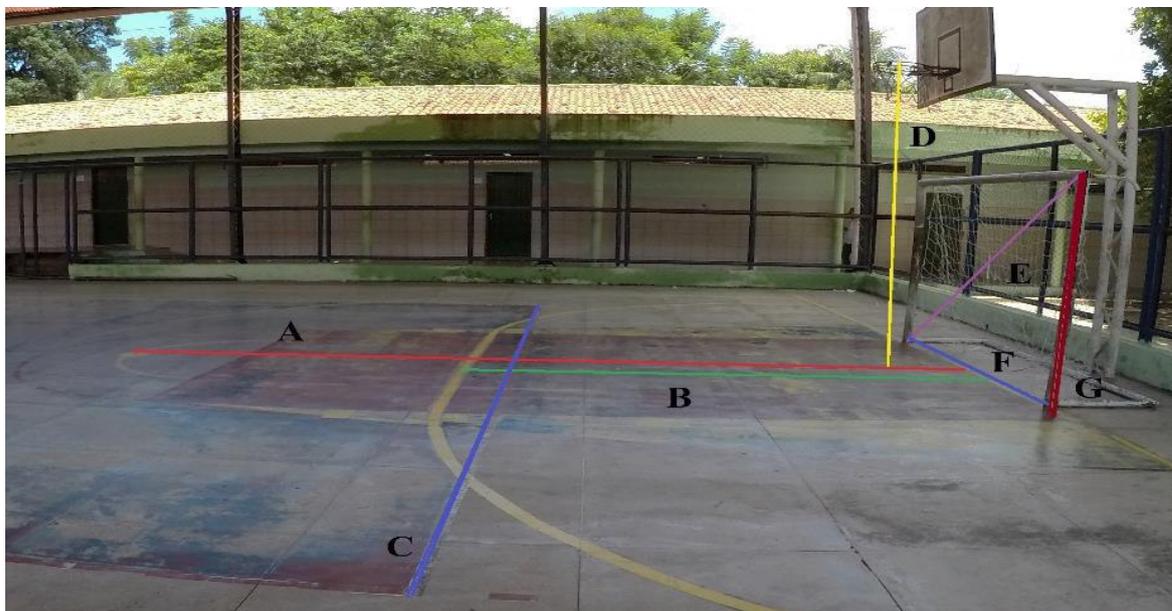
Na aula conceitual sobre medidas, foi verificado que alguns alunos não conseguiam relacionar as medidas de comprimento aprendidas em anos anteriores com situações práticas do cotidiano e apresentavam dificuldades em algumas conversões. Após a realização da sequência didática, eles puderam vivenciar a aplicação dos conteúdos estudados com o dia a dia, tornando-se mais interessados em aprender e melhorando sua habilidade em conversões.

Os participantes de cada equipe ficaram bastante interessados quando lhes foram apresentadas as informações sobre a aula prática que seria realizada na quadra de esportes. Durante a aula prática, foi gerada uma competição entre cada equipe, uma vez que as medidas feitas por eles seriam comparadas às medidas reais já verificadas pelo professor. Alguns alunos demonstraram dificuldade na hora de realizar as medições, pois algumas medidas eram superiores ao comprimento da trena, o que exigiu uma atenção maior por parte de cada equipe. Além disso, algumas equipes cometeram pequenos erros, como somar errado algumas medidas que eram maiores que o comprimento da trena. Apesar disso, tais equívocos foram corrigidos em sala posteriormente.

Outro momento que mereceu atenção foi a utilização do teorema de Pitágoras por algumas equipes na hora de aferir a medida E, que é a diagonal entre as traves da quadra de Futsal. Eles tinham que medir os catetos do triângulo retângulo, que eram as medidas F, da base, e a medida G, que era a altura do travessão, apresentadas na figura 21. Quando foi questionado em sala o motivo do uso do teorema de Pitágoras, alguns alunos disseram que era lógico, outros afirmaram

que utilizaram por causa da dificuldade de medir na diagonal, já que estavam com uma trena de 2 m de comprimento.

Figura 21 - Medidas que devem ser realizadas na quadra de esportes.



Fonte: elaborada pelo autor.

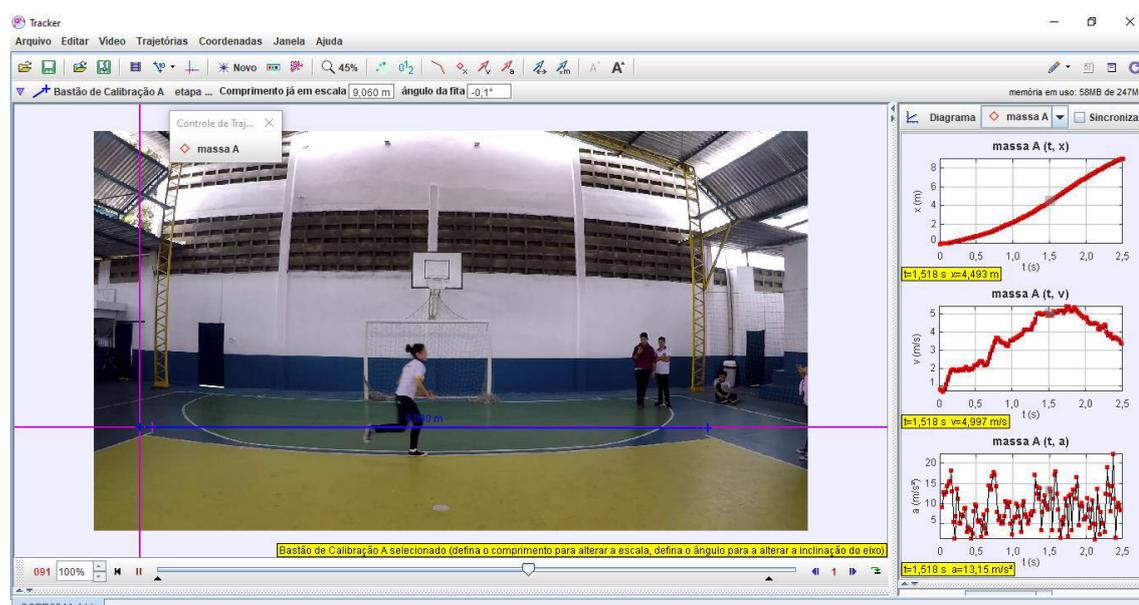
No encontro seguinte em sala de aula, durante a avaliação da prática na quadra de esportes, os alunos relataram que aprenderam com a aplicação na prática e que conseguiram relacionar o conteúdo abordado com a situação proposta, sobretudo quando perceberam a aplicação direta do teorema de Pitágoras, esse resultado foi bastante satisfatório.

5.2 Resultados da aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre velocidade média

Na aula conceitual sobre velocidade média, foi verificado que alguns alunos não conseguiam relacionar o conceito de velocidade com situações práticas do cotidiano e apresentavam dificuldades em conversões entre m/s e Km/h. Em cada exemplo apresentado, foi relacionado o conceito de velocidade média a situações do dia a dia, como por exemplo, velocidade da Internet, velocidade de veículos e situações que envolvem esportes.

Os participantes de cada equipe pareceram bastante motivados quando lhes foram apresentadas as informações sobre a aula prática que seria realizada na quadra de esportes. Durante a aula prática foi gerada bastante competição entre cada equipe, uma vez que a velocidade média de cada corredor seria comparada às velocidades médias de cada equipe. Na figura 22, é mostrada uma corrida durante as atividades recreativas. Outro momento que gerou competição foi entre os alunos que estavam cronometrando a atividade através do celular, já que essa medição exigia bastante atenção e seria comparada à medida real realizada através da filmagem.

Figura 22 – Corrida as atividades recreativas.



Fonte: elaborada pelo autor.

Na aula seguinte, revelando as análises feitas, ocorreu mais um momento de muita participação, cada equipe queria ser a “vencedora”, ou por maior velocidade média ou pelos acertos nos cálculos das velocidades médias. Também foi questionado se os resultados seriam os mesmos se, ao invés de pessoas correndo, fossem máquinas. Um carro por exemplo. Será que a velocidade aumentaria da mesma forma? Ou reduziria da mesma forma? Surgiu um debate interessante e apareceram situações como a largada na Fórmula 1 ou o movimento de um metrô entre duas estações. O resultado foi acima do esperado, sendo relatados outros exemplos por eles.

5.3 Resultados da aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre MU e MUV

Durante a vídeo-análise das corridas, detalhada no Produto Educacional, na aula 05 - corrida “prática na quadra de esportes”, quando foi questionado se os resultados seriam os mesmos se, ao invés de pessoas correndo, fossem máquinas. Foram introduzidos os conteúdos de MU e MUV, o que acabou ajudando nas aulas seguintes. O resultado mais uma vez foi acima do esperado, pois eles conseguiram associar os conceitos citados à prática e em diversos momentos fizeram associações durante as aulas de MU e MUV.

Da mesma forma que ocorreu nas outras aulas práticas, quando os alunos foram informados sobre cobrança de pênaltis, ficaram bastante animados. Rapidamente escolheram em cada equipe quem cobraria as penalidades, quem seriam os goleiros, quais marcariam o tempo que demoraria para a bola atingir o gol e quais filmariam.

Na aula sobre a análise dos vídeos, os alunos relataram uma dificuldade em cronometrar, devido ao curto intervalo de tempo para a bola atingir as redes, verificado depois através dos vídeos, que era em torno de 0,4s. Devido a esse curto intervalo de tempo, foi obtida uma maior diferença nos resultados das velocidades utilizando os tempos pedidos. Mais uma vez foi reforçado o conceito de tempo de reação, enfatizou-se também a importância de medir corretamente e a necessidade de utilizar sensores.

5.4 Resultados da aula teórica, prática e exposição da vídeo-análise sobre movimento vertical, lançamento horizontal e oblíquo

Na aula conceitual sobre queda livre, foi verificado que alguns alunos cometiam erros, normalmente associados a um conhecimento prévio. É senso comum a ideia de que soltando dois objetos com massas diferentes ao mesmo tempo, o que possui mais massa cai primeiro. Ao realizar o experimento em sala, os alunos participaram bastante, em cada situação, apresentaram hipóteses. Logo, perceberam que objetos, independentemente da massa e do formato, caem ao mesmo tempo quando desprezada a resistência com o ar. Outro momento que despertou bastante interesse e participação foi durante a apresentação do vídeo sobre o experimento

realizado na NASA. Nele são soltas da mesma altura e ao mesmo tempo plumas e uma bola de boliche em duas situações; a primeira com a resistência do ar, e a segunda sem a resistência do ar.

Da mesma maneira que ocorreu nas outras aulas práticas, quando os alunos foram informados sobre os lances livres, foram bastante receptivos. Rapidamente escolheram em cada equipe os que realizariam os lances livres, os que marcariam o tempo que demoraria para a bola atingir a cesta e quais filmariam.

Os alunos estavam motivados com a prática e com a competição gerada entre eles, tanto os que realizaram os lançamentos, quanto os que estavam filmando ou cronometrando. O interessante é que em mais de 100 arremessos apenas dois alunos acertaram a cesta, o que gerou uma disputa ainda maior durante a realização da prática.

Na aula sobre a análise dos vídeos, os alunos participaram bastante, fazendo várias perguntas e expondo suas opiniões. Como foram vários lances realizados e poucos foram mostrados em sala, acabou gerando uma frustração entre as equipes, já que eles aguardavam ver a sua imagem na tela. Apesar de algumas equipes não aparecerem nas vídeo-análises, já que não havia tempo hábil para mostrá-las, mesmo com a quantidade de vídeo-análises limitada, ficou explícita a relação entre o conteúdo ensinado e a atividade proposta com situações do cotidiano.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da sequência didática apresentada na presente dissertação foi implementada com sucesso nas duas escolas. Alcançou seu objetivo ao tornar o ensino de Cinemática através de atividades recreativas na quadra de esportes mais atrativo, gerando muita participação e competição entre as equipes, tornando os alunos motivados. Além disso, foi percebida uma melhora na participação em sala de aula durante a exposição conceitual dos conteúdos e a apresentação das vídeo-análises.

A inserção de esportes ligados a conceitos da Cinemática tornou a aula expositiva mais participativa e ligada ao dia a dia dos estudantes, o que sugere a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Um fato relevante foi que a simples utilização de uma trena nas aulas sobre medidas de comprimento tornou mais fácil a

associação do conteúdo com o dia a dia e, conseqüentemente, o entendimento por parte dos alunos.

As aulas práticas na quadra de esportes tornaram os alunos protagonistas, foram responsáveis por uma participação efetiva e acabaram gerando bastante motivação durante as atividades propostas, o que condiz com o Construtivismo. Além do mais, foi interessante a divisão em equipes; como existiam funções diferentes, isso acabou gerando competição, o que contribuiu para a participação e empenho de todos.

A filmagem realizada pelo professor também foi uma etapa importante da seqüência didática e demandou alguns cuidados, como posicionamento e ajuste. À medida que as filmagens foram feitas, foi ficando cada vez mais simples a sua realização, uma vez que com a prática tornou-se fácil lidar com a câmera e seus possíveis ajustes e posições.

Um momento que exigiu atenção, mas que logo se tornou fácil, foi a produção das vídeo-análises realizadas com o *software Tracker*. Foi utilizada uma câmera *GoPro hero 5* e um tripé durante as filmagens. Uma das vantagens do equipamento é que a câmera fica fixa e o professor pode observar a imagem da câmera na tela do celular, utilizando o aplicativo *GoPro Quik*. Há ainda uma segunda vantagem, que é a utilização do programa *GoPro Quik* de edição de vídeo, que permite cortar facilmente o vídeo com o trecho desejado, podendo ser utilizado no computador ou no celular através do aplicativo.

Nas apresentações das vídeo-análises aconteceu um momento de grande euforia, pois os próprios alunos da turma estavam nas filmagens. O que acabou sendo um momento bastante dinâmico de competição entre as equipes e de bastante aprendizado, aliando a teoria e a prática a situações do dia a dia.

A interdisciplinaridade ainda não está tão bem resolvida neste trabalho, uma vez que as aulas deveriam ter sido realizadas de maneira conjunta entre os professores de Física, Educação Física e Matemática. Mesmo assim, houve o intercâmbio entre as áreas, o que já é um passo na direção de um projeto interdisciplinar ideal, envolvendo um trabalho coletivo entre os professores.

A partir do que foi exposto, pode-se concluir que a seqüência didática implementada teve seu objetivo alcançado, pois ocorreu uma participação efetiva dos estudantes. Em tudo o que foi proposto houve envolvimento, desde as aulas expositivas, passando pela coleta dos dados, marcação dos tempos, filmagem e até

mesmo na verificação das análises. Assim, foi possível relacionar o conteúdo aprendido em sala de forma prática e conceitual, permitindo que os alunos se tornassem protagonistas e aprendessem, na prática, como a Física está muito além das paredes da sala de aula.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000. Acesso em: 16 jul. 2019.
- BASTOS, P. W.; MATTOS, C. R. D. **ESPORTE: UM ALIADO PARA O ENSINO DE FÍSICA**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis: [s.n.]. 2009. p. 1-12.
- BONVENTI JR., W.; ARANHA, N. Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “Tracker”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 1-9, junho 2015. ISSN 1806-9126. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172015000200019&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 14 julho 2019.
- Censo Escolar. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Disponível: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_censo_escolar_2018.pdf Acesso em: 15 de julho 2019. [S.I.].
- DARROZ, L. M.; ROSA, C. T. W. D.; GIARETTA, P. H. USO DE IMAGENS ESPORTIVAS NO ENSINO DE MECÂNICA: UMA ANÁLISE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 125-144, 2017. ISSN 1518-8795. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/732>>. Acesso em: 15 fevereiro 2019.
- DOCA, R. H.; FOGO, R.; BÔAS, N. V. **Tópicos de física ; conecte live**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, v. 1, 2018.
- FILHO, N. C. S. et al. A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 10, p. 231-246, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4509>>.
- GLEISER, M. Por que Ensinar Física? **Física na Escola**, v. 1, n. 1, p. 4-5, out. 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol1/Num1/>>. Acesso em: 09 jul. 2019.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 1: mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2016.
- HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, v. único, 2015.
- JESUS, V. L. B. D.; SASAKI, D. G. G. Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, p. 1-6, setembro 2014. ISSN 1806-1117. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-

11172014000300015&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: julho 16 2019.

JUNIOR, A. G. B. et al. **MANUAL PARA USUÁRIOS INICIANTES NO SOFTWARE TRACKER**. CURITIBA: [s.n.], 2011. Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/lenz/tracker/Manualnivelintermediario.pdf/view>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estruturantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 181-205, jul. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37960>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

KARAN, R. A. S. **Estruturação matemática do pensamento físico no ensino**. uma ferramenta teórica para analisar abordagens didáticas. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi: 10.11606/T.48.2012.tde-29052012-134910. Acesso em: 2019-07-12. [S.l.].

LEITÃO, L. I.; TEIXEIRA, P. F. D.; ROCHA, F. S. D. A vídeo-análise como recurso voltado ao ensino de física experimental: um exemplo de aplicação na mecânica. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Buenos Aires, v. 6, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/view/7454/6699>>.

MICHA, D. N. A. F. M. Física no esporte - parte 1: saltos em esportes coletivos. Uma motivação para o estudo da mecânica através da análise dos movimentos do corpo humano a partir do conceito de centro de massa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 1-9, 2013. ISSN 1806-1117. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172013000300001&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 15 fevereiro 2019.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais. **Portal do MEC**, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. **Portal do MEC**, 2000. Disponível em: <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2019.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica. **Portal do MEC**, 2013. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

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

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento Físico. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, Florianópolis, v. v. 19, n. n. 1, p. 89-109, janeiro 2002. Acesso em: 10 jul. 2019.

PRÄSS, A. R. **TEORIAS DE APRENDIZAGEM**. Porto Alegre: Scrinia Libris, 2012.

RAMALHO, F.; FERRARO, N. G.; TOLEDO, P. A. D. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, v. 1, 2009.

SANTIAGO, R. B. INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO DA FÍSICA ATRAVÉS DO ESPORTE. **revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, p. 578-582, 2009. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/record/129449?ln=ca>>. Acesso em: 09 maio 2019.

SANTOS, B. F. ESPORTE NO CONTEXTO ESCOLAR ESPORTE E ESCOLA. **Revista Brasileira do Esporte Coletivo**, v. 2, n. 2, p. 4-16, 2018.

SOUZA, D. D. N. **Didática e Metodologia para o Ensino de Física II**. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão. 2011.

VARGAS, A. **Aspectos Jurídicos da Intervenção do Profissional de Educação Física**. Rio de Janeiro: CONFED, 2014.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I, Sears e Zemansky: mecânica**. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, v. 1, 2016. ISBN 978-85-4301-813-3.

ZABALA, A. **A Prática Educativa Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE

PRODUTO EDUCACIONAL: O ENSINO DE CINEMÁTICA ATRAVÉS DE
ATIVIDADES RECREATIVAS NA QUADRA DE ESPORTES

INTRODUÇÃO

Caro Professor,

Com o objetivo de tornar o ensino e a aprendizagem da Cinemática mais voltados à realidade dos alunos, é sugerida uma sequência didática para o ensino de Cinemática através de atividades recreativas na quadra de esportes.

O material proposto, que pode ser utilizado nas séries finais do ensino fundamental ou no 1º ano do ensino médio, além de dinamizar as aulas de Física, também poderá ser abordado de forma interdisciplinar com o professor de Educação Física durante as aulas práticas na quadra de esportes, promovendo uma integração entre as áreas.

A proposta envolve, além de aulas conceituais de Cinemática, sugestões de atividades práticas, que devem ser realizadas na quadra de esportes. Algumas dessas atividades esportivas deverão ser filmadas para posterior análise, relacionando-as com os conceitos estudados. Para a realização das vídeo-análises apresento um tutorial logo no início do produto Educacional.

Por fim, essa sequência didática tem por objetivo tornar disponíveis aos professores de Física procedimentos e recursos metodológicos utilizados na proposta de ensino sobre Cinemática, dando oportunidade a cada aluno de adquirir e construir uma aprendizagem mais significativa.

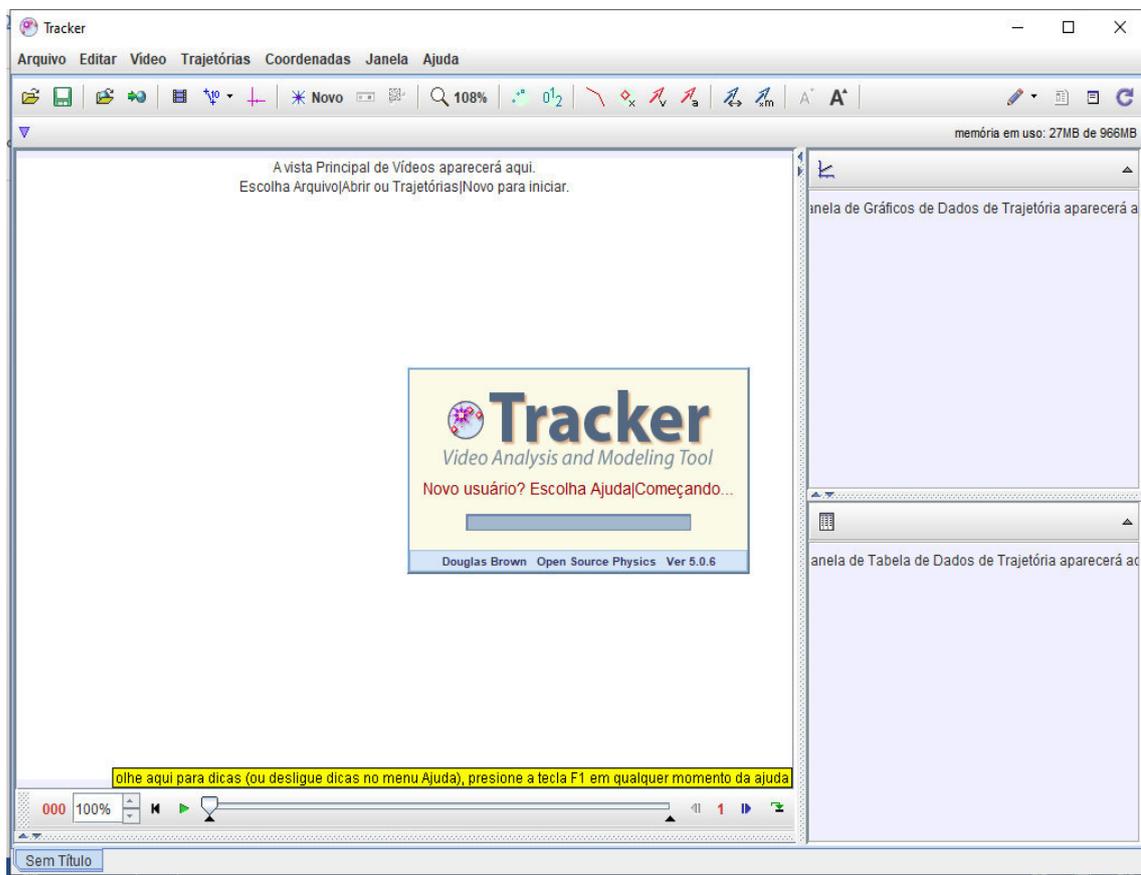
Tutorial *Tracker*

O tutorial a seguir mostra as etapas mínimas que são necessárias para a realização de uma vídeo-análise a partir de um vídeo salvo no computador. Para isso é necessário instalar o programa em seu computador.

1º Abrir o programa *Tracker*.

A tela inicial ao abrir o programa é apresentada na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - A figura a seguir mostra a tela inicial do programa *Tracker*.

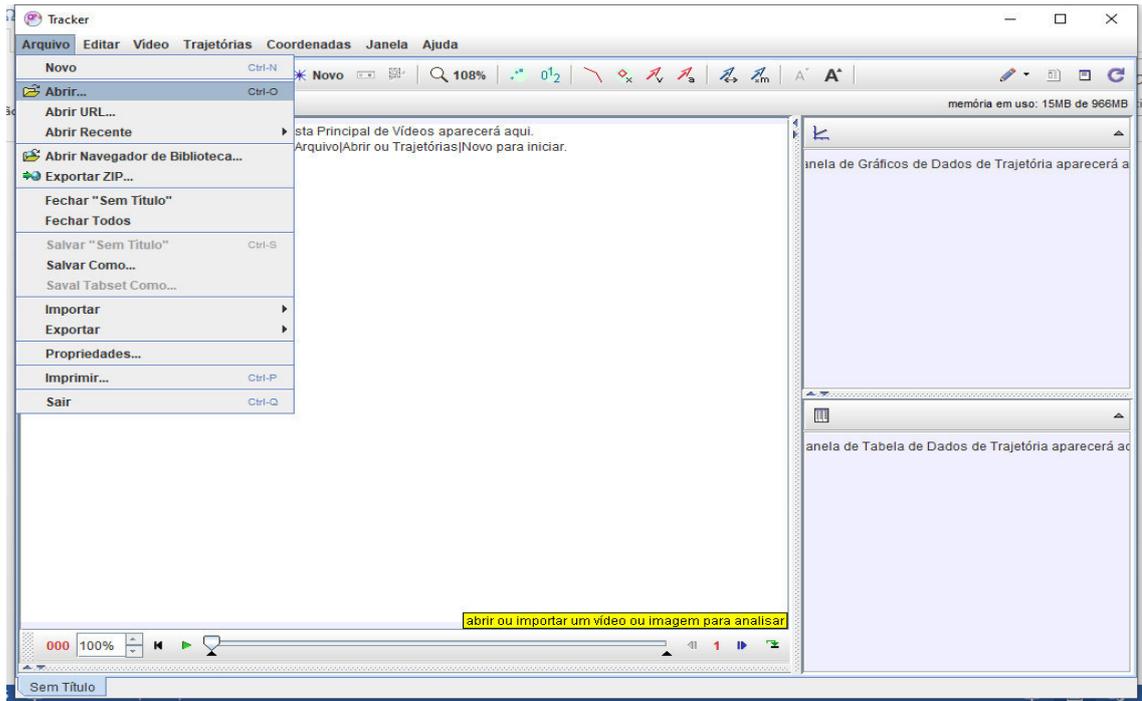


Fonte: elaborada pelo autor.

2º Abrir um vídeo

Inicialmente, você deve clicar em ARQUIVO e depois clicar em ABRIR, ou simplesmente ativar o comando Ctrl+O, ver Figura 2.

Figura 2 - Abrindo um vídeo.

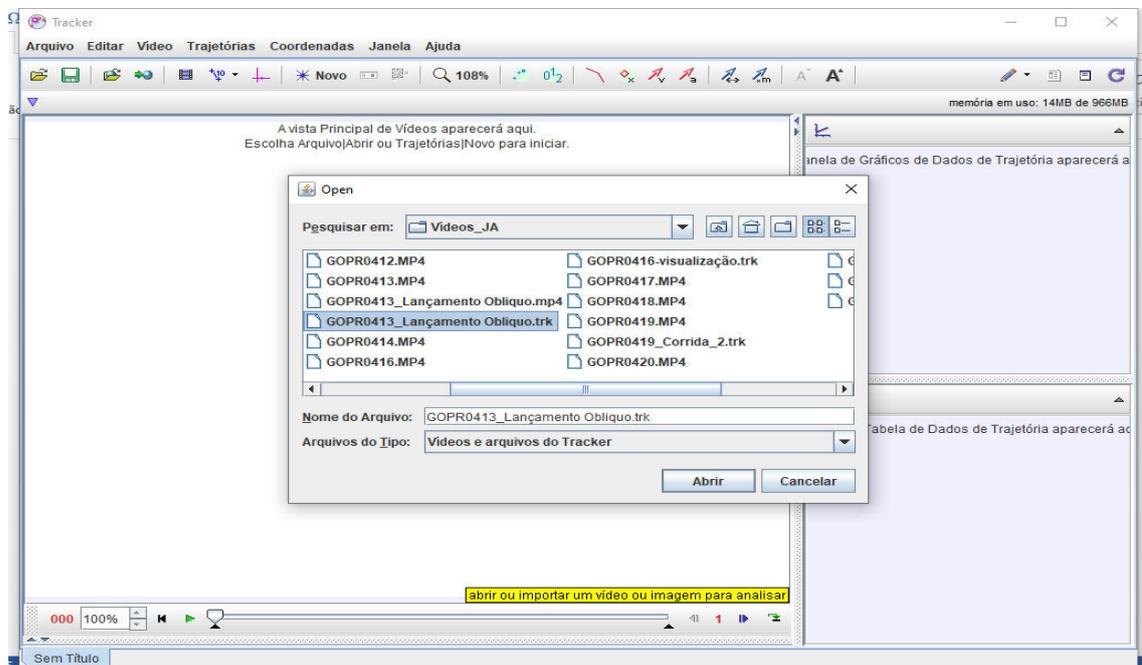


Fonte: elaborada pelo autor.

3º Escolher o vídeo sobre o qual deseja realizar a vídeo-análise.

Escolher o vídeo e clicar em ABRIR, ver Figura 3.

Figura 3 - Escolha do vídeo.

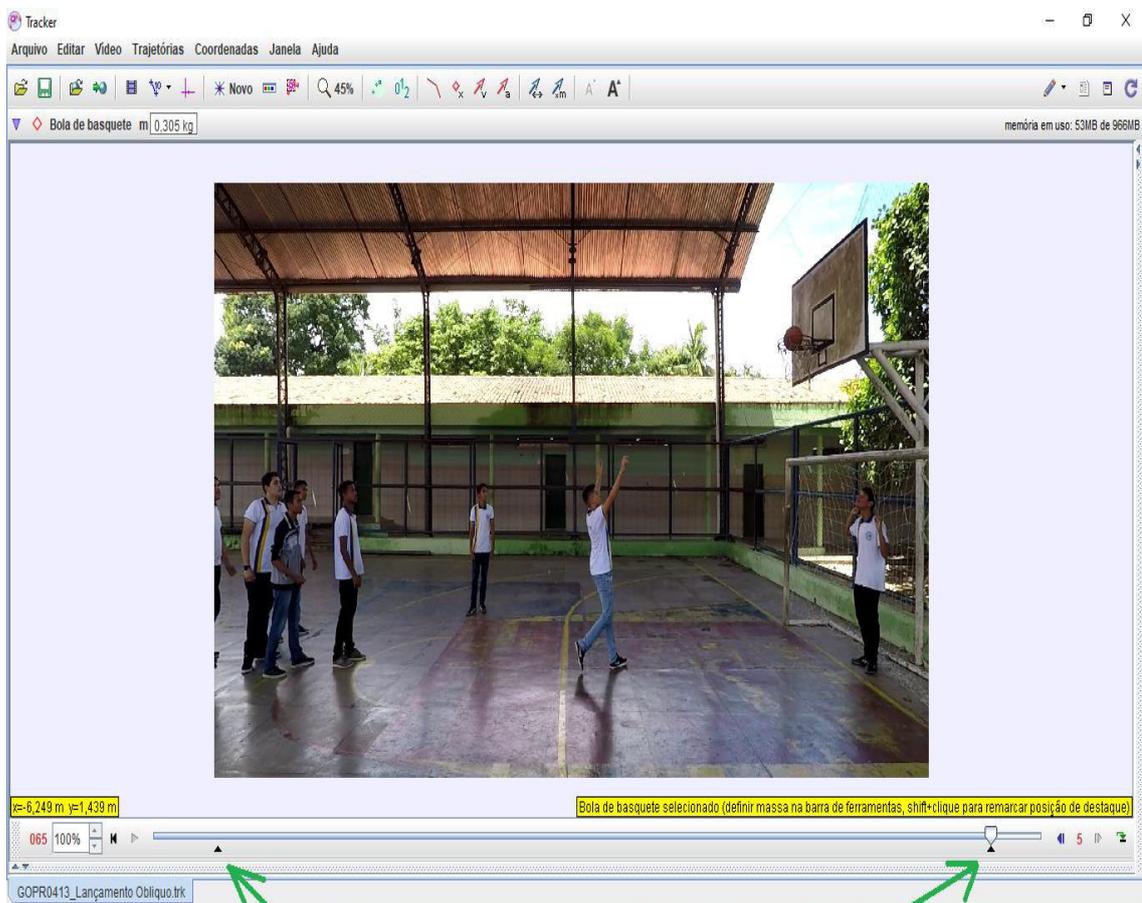


Fonte: elaborada pelo autor.

4° Ajustar a duração do vídeo

Após carregar o vídeo, é possível a qualquer momento ajustar o quadro inicial “o instante no qual o vídeo inicia” e o quadro final “o instante no qual o vídeo termina”, ver setas destacadas em verde na figura 4.

Figura 4 - Ajuste da duração do vídeo.

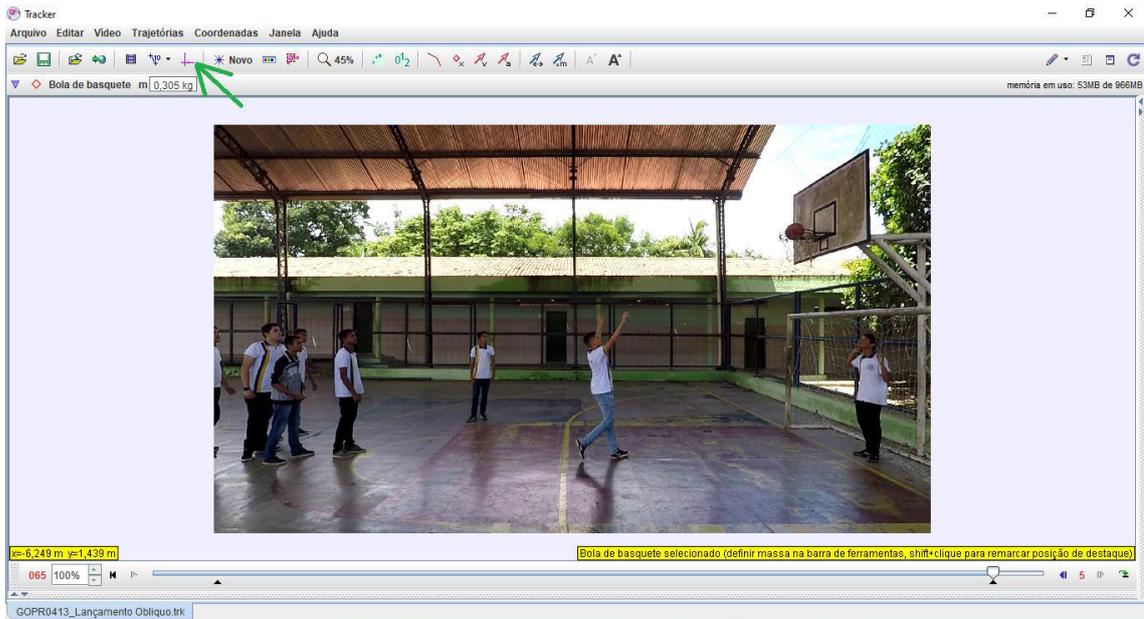


Fonte: elaborada pelo autor.

5° Criar os Eixos.

Clique no ícone EIXOS, ver seta destacada em verde na Figura 5. Escolha o ponto inicial do movimento de forma que coincida com a origem dos eixos. Você poderá mover os eixos até o ponto de interesse ou até suprimi-los se necessário.

Figura 5 - Criando os eixos.

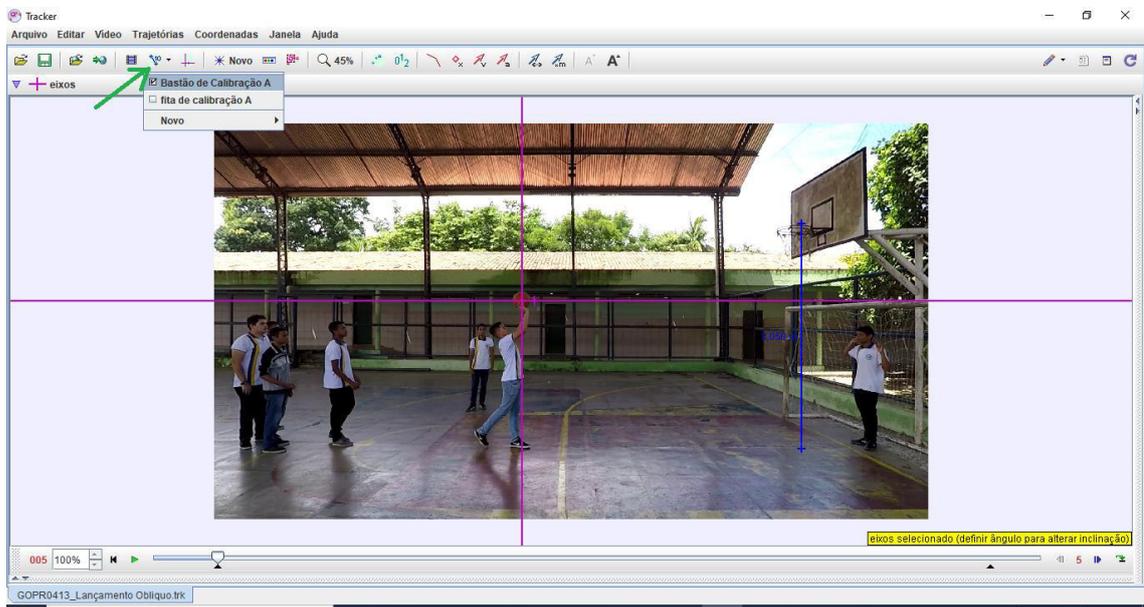


Fonte: elaborada pelo autor.

6º Criar a fita de calibração.

Agora selecione o ícone FITA MÉTRICA, ver Figura 6, para estabelecer o padrão de distâncias. Escolha a opção “bastão de calibração” ou “fita de calibração”, depois clique em shift + botão esquerdo do mouse para inserir o bastão e informe a medida correspondente aferida anteriormente.

Figura 6 - Criando a fita de calibração.

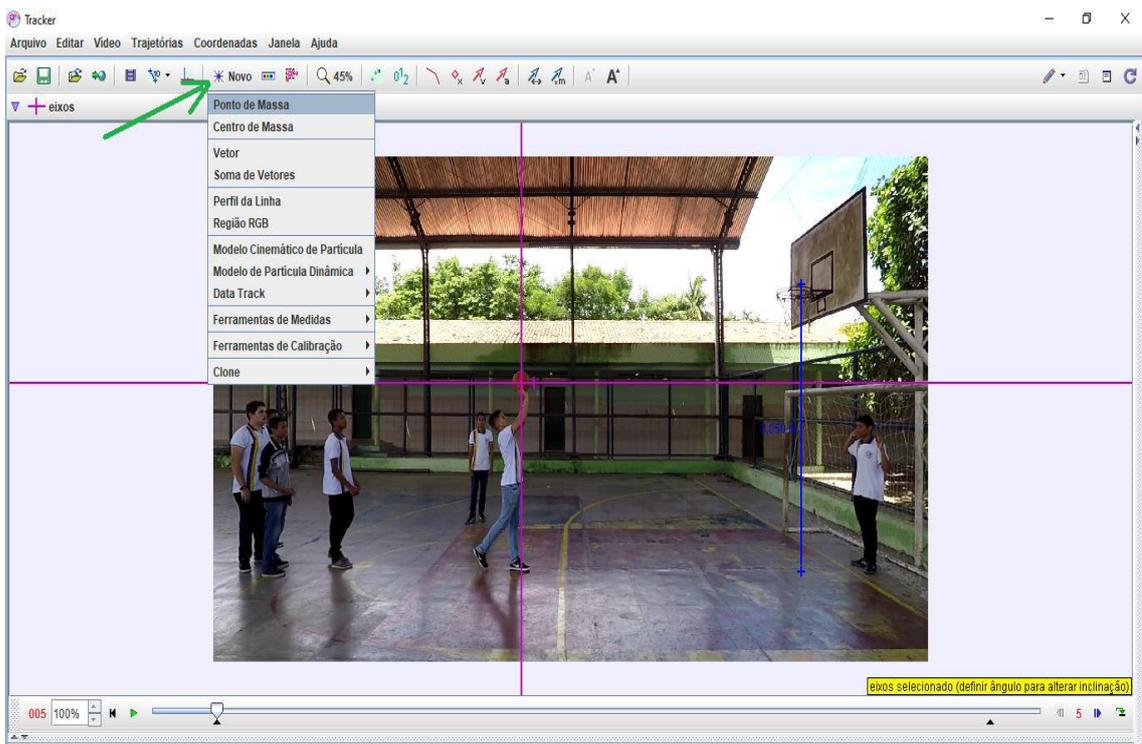


Fonte: elaborada pelo autor.

7º Criar o ponto de massa.

Em seguida, selecione o ícone NOVO e crie um novo PONTO DE MASSA. A partir desse momento, você pode marcar as posições consecutivas que o objeto ocupa com o decorrer do tempo, ver Figura 7.

Figura 7 - Criando o ponto de massa.

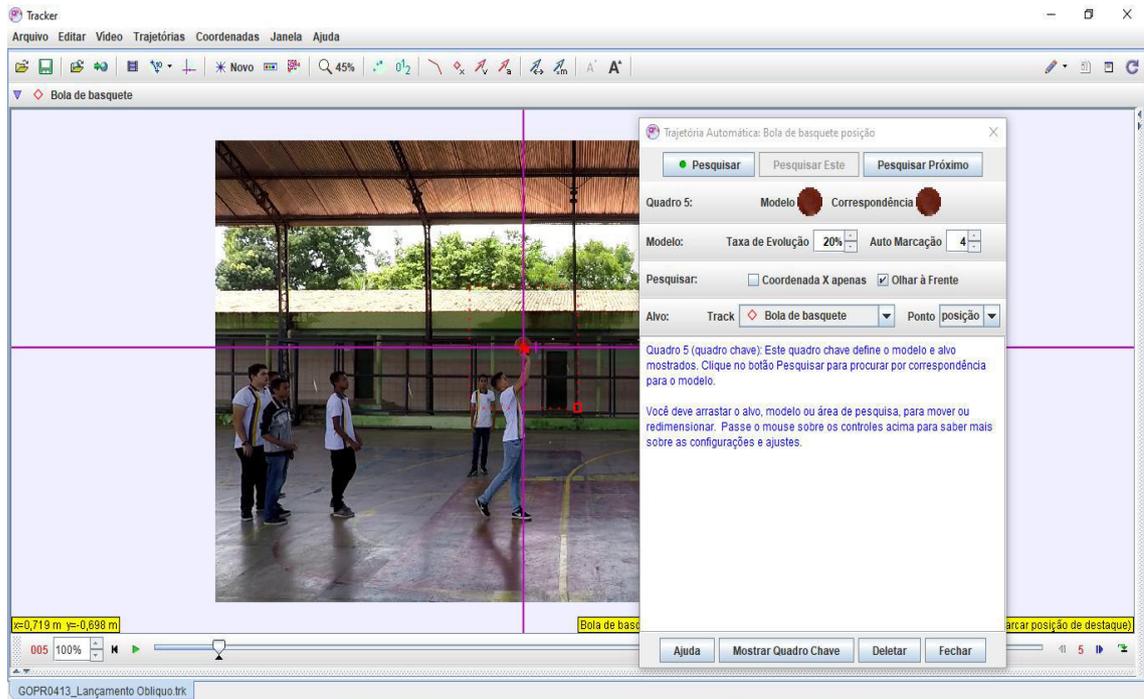


Fonte: elaborada pelo autor.

8º Criar a trajetória automática.

Agora se deve marcar cada ponto que o objeto em estudo ocupa com o decorrer do tempo. Existem duas formas de fazer isso; a primeira, selecionando quadro a quadro, o que a torna mais trabalhosa e manual; já a segunda, que normalmente utilizo, é automática, o que acaba sendo mais simples. Por isso, explicarei apenas a forma automática. Primeiramente selecione Ctrl + shift e mantenha-os pressionados, depois clique no botão esquerdo do mouse para selecionar o início do movimento; o que aparece representado na Figura 8.

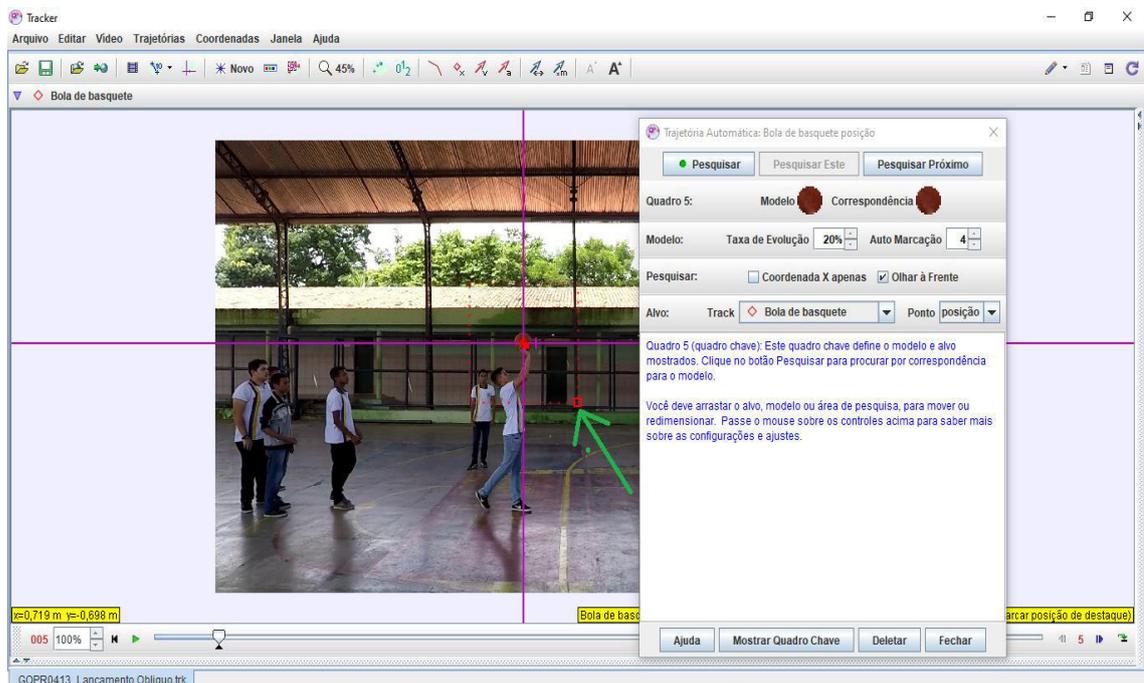
Figura 8 - Criando a trajetória automática



Fonte: elaborada pelo autor.

O ideal é aumentar a área vermelha, pois facilita na hora da seleção automática, ver Figura 9. Depois só clicar em pesquisar, e toda a seleção ocorre de forma automática.

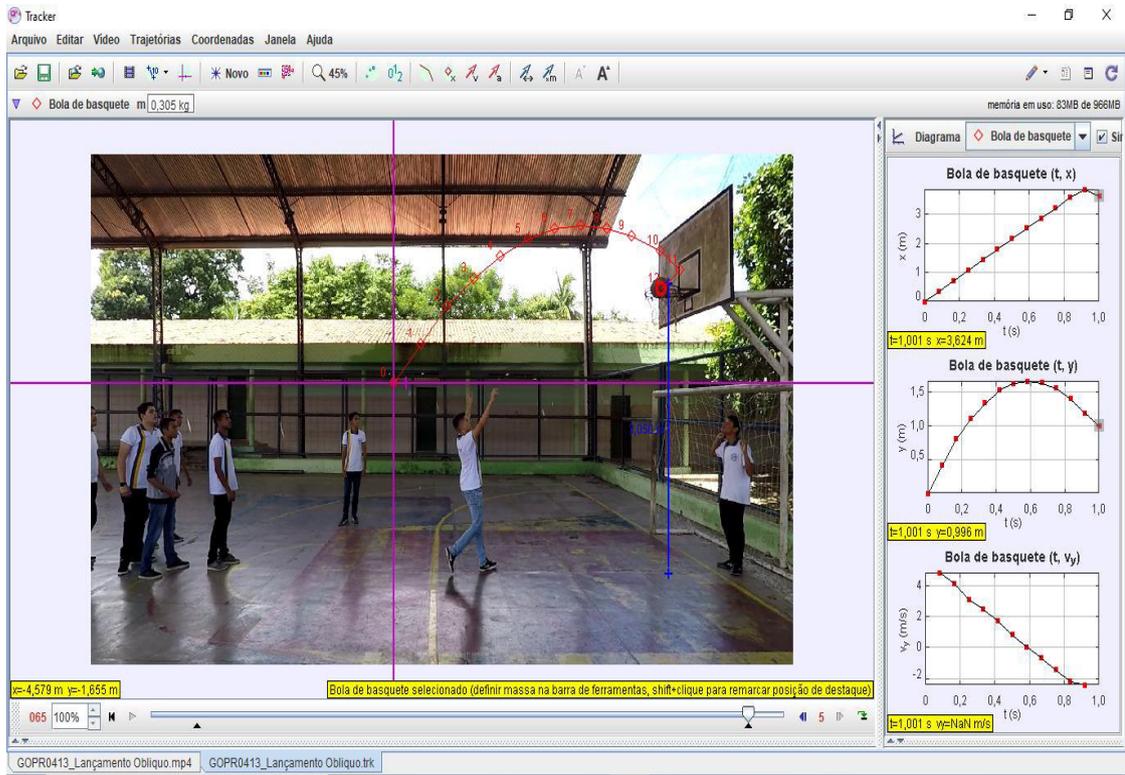
Figura 9 - Aumentando a área de procura.



Fonte: elaborada pelo autor.

Nesse momento já é formado o primeiro gráfico, e facilmente você pode alterar as abscissas e ordenadas e ainda adicionar outros gráficos. Veja os gráficos gerados na Figura 10.

Figura 10 - Criando os gráficos.



Fonte: elaborada pelo autor.

AULA 01 - UNIDADES DE MEDIDAS

Quando estudamos Física, sempre estamos medindo ou usando medidas colhidas previamente. Medir é uma etapa importante, seja no estudo da Física ou no dia a dia com aplicações diretas no comércio, pesquisa, indústria, economia.

Medir é comparar determinada quantidade de uma grandeza com uma unidade padrão previamente estabelecida e verificar quantas vezes aquela é maior ou menor que esta. O resultado de uma medição denomina-se medida, e deve ter um número e uma unidade de medida. Na Física trabalhamos com diversas grandezas, entre elas: comprimento, massa, tempo, velocidade, aceleração, força e energia; que devem ser medidas, ou seja, determinadas a partir de unidades padrão.

O Sistema Métrico Decimal e o Sistema Internacional de Unidades (SI)

O sistema internacional de unidades é conhecido como **(m, k, s)**, onde o comprimento é medido em metros, a massa é medida em quilograma e o tempo é medido em segundos. Devemos lembrar que existem os múltiplos e submúltiplos dessas unidades e utilizar a unidade corretamente de acordo com o objetivo. Exemplos:

- a) Extraoficialmente, o lateral-esquerdo brasileiro Ronny, do Sporting de Lisboa, já deu um chute com velocidade de 222 km/h. Chegou-se a essa marca calculando a velocidade média que a bola atingiu para percorrer 16,5 metros em menos de 27 centésimos de segundo.
- b) Uma trave oficial mede 7,32 metros de largura e 2,44 metros de altura, o que significa 17,86 m² de área total.
- c) Uma bola oficial de futebol possui massa entre 410 g e 450 g, mas já chegou a ter quase 2 Kg.
- d) Usain Bolt é o homem mais rápido do mundo com o recorde nos 100 metros rasos (9,58 s) e também nos 200 metros rasos (19,19 s), ambas as marcas alcançadas em 2009.

Também usamos unidades no dia a dia que não são utilizadas no Sistema Internacional de Unidades (SI); como polegadas, ao nos referirmos a uma TV, e grau

Celsius, quando falamos em temperatura; por isso é importante conhecer as unidades, saber fazer as conversões e utilizar corretamente no SI quando necessário.

Unidades de comprimento “Usando a trena”

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a medida padrão para comprimento é o metro (m).

Tabela 1- Múltiplos e submúltiplos do Metro.

Metro – Símbolo: m

Múltiplo			Submúltiplo		
Unidade	Símbolo	Relação	Unidade	Símbolo	Relação
Decâmetro	dam	$m \times 10$	Decímetro	dm	$m \div 10$
Hectômetro	hm	$m \times 100$	Centímetro	cm	$m \div 100$
Quilômetro	km	$m \times 1000$	Milímetro	mm	$m \div 1000$

Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

As conversões entre esses múltiplos e submúltiplos do metro são mostradas na tabela 1. Para realizar a conversão, basta perceber que o número aumenta ou diminui em múltiplos ou submúltiplos de 10 respectivamente.

Note que cada unidade que avançamos para a direita aumentamos uma casa decimal, por outro lado, reduzimos uma casa decimal quando avançamos para a esquerda. Na Física normalmente usamos Km, m, dm, cm e mm, por oscilarmos entre essas unidades de medidas, sempre devemos saber fazer as conversões.

A trena apresentada na figura 1 é uma ferramenta interessante para utilizar durante a explicação das unidades de comprimento, pois temos mm, cm, dm e o m. Observe ainda que a cada decímetro temos um destaque em vermelho, tornando evidente a relação entre milímetros e decímetros.

Figura 1 - Trena utilizada na aplicação do produto.



Fonte: elaborada pelo autor.

Unidades de massa

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a medida padrão para a massa é o quilograma (kg). Para as conversões entre esses múltiplos e submúltiplos, devemos seguir o padrão indicado na tabela 2. Uma forma bem simples é perceber que o número aumenta ou diminui em múltiplos ou submúltiplos de 10 respectivamente.

Tabela 2 - Múltiplos e submúltiplos do Grama.

Grama (g)					
Múltiplo			Submúltiplo		
Unidade	Símbolo	Relação	Unidade	Símbolo	Relação
Decagrama	Dag	$g \times 10$	Decigrama	dg	$g / 10$
Hectograma	Hg	$g \times 100$	Centigrama	cg	$g / 100$
Quilograma	Kg	$g \times 1000$	Miligrama	mg	$g / 1000$

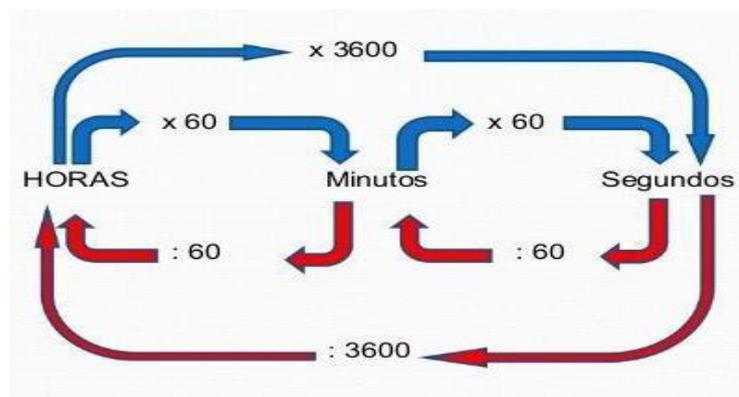
Fonte: elaborada pelo autor.

Na Física normalmente usamos Kg, g, mg e Tonelada, que equivale a 1000 kg. Como elas aparecem em várias situações, deve-se saber fazer a conversão entre os múltiplos e os submúltiplos.

Unidades de tempo

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a medida padrão para o tempo é o segundo (s). Para as conversões, devemos seguir o padrão das operações indicadas na figura 2. Pode-se notar que agora o sistema não é mais decimal. Quando passamos de horas para segundos devemos multiplicar por 60 duas vezes, portanto, multiplicar por 3600, resultando, $1h = 3600s$.

Figura 2 - Relação entre horas, minutos e segundos.



Fonte: internet

AULA 02 - MEDIDAS: PRÁTICA NA QUADRA DE ESPORTES

Os alunos devem ser divididos previamente em grupos em sala de aula, de preferência na aula anterior, cada grupo deve conter entre 6 e 8 alunos. Os objetivos da prática devem ser informados em sala para um melhor andamento das atividades. O professor deve informar que medições devem ser realizadas. Proponho as sete medidas especificadas na Figura 3.

Figura 3 - Medidas que devem ser realizadas na quadra de esportes.



Fonte: elaborada pelo autor.

O professor deve:

- Disponibilizar uma trena para cada equipe ou combinar previamente para que cada equipe providencie a sua. Lembrando que quanto menor o comprimento da trena maior a dificuldade para encontrar corretamente as medidas.
- Informar quais medidas devem ser coletadas:

- Medida A: Distância da marca do pênalti ao centro da linha de fundo ou do arremesso livre de três pontos.
 - Medida B: Distância do centro da grande área ao centro da linha de fundo.
 - Medida C: Distância lateral da quadra de vôlei.
 - Medida D: Altura da cesta de basquete.
 - Medida E: Diagonal da quadra de Futsal.
 - Medida F: Menor distância entre as traves.
 - Medida G: Altura do travessão.
-
- Pedir cada medida em centímetros e em metros.
 - Informar que algumas medidas coletadas nessa primeira aula prática serão usadas nas aulas seguintes, portanto eles devem guardá-las.

Perceba que nessa aula, planejando previamente, é possível fazer um trabalho interdisciplinar com os professores de Educação Física e Matemática, uma vez que serão utilizadas modalidades esportivas e cálculos.

AULA 03 - PÓS AULA PRÁTICA SOBRE MEDIDAS.

Nesta aula o professor deverá:

- Receber previamente os valores medidos por cada equipe.
- Perguntar quais foram as dificuldades encontradas durante as medições e, se necessário, propor sugestões.
- Revelar os valores corretos de cada medida e, se achar necessário, bonificar as equipes que acertaram.
- Verificar as respostas de cada equipe, pois quando o comprimento da trena não é suficiente, é necessário mais de uma medida, e estas devem ser somadas.
- Verificar se as repostas estão corretas nas duas unidades: centímetros e metros.

AULA 04 - VELOCIDADE MÉDIA

Define-se velocidade escalar média V_m como sendo a relação entre a variação de espaço Δs e o intervalo de tempo correspondente Δt . Matematicamente:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Onde:

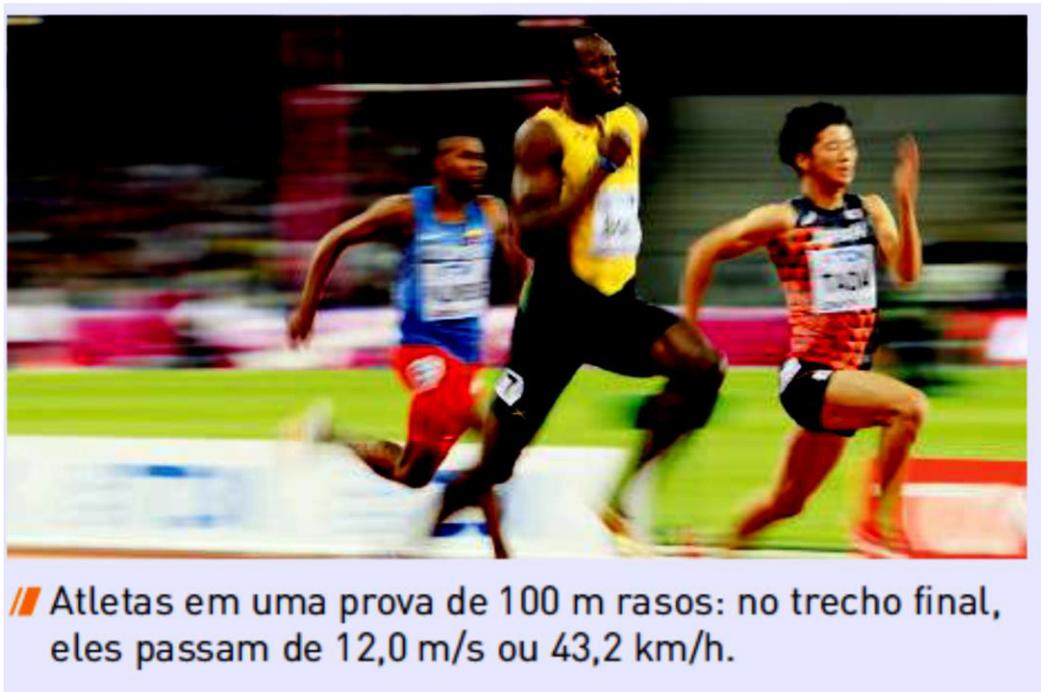
$$\Delta s = s - s_0$$

$$\Delta t = t - t_0$$

A letra delta “ Δ ” do alfabeto grego representa variação e sempre mostra uma situação final menos uma situação inicial.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de velocidade é o m/s, entretanto, no dia a dia, outra unidade bastante utilizada é km/h, principalmente em veículos automotores. Note que nem sempre a unidade padrão no (SI) é a unidade usual. Nos eventos esportivos é muito comum especificar a velocidade mostrada em km/h; isso ocorre no futebol, no vôlei, na fórmula 1 e até mesmo no atletismo, como pode ser observado na figura 4.

Figura 4 - Atletas em uma prova de 100 metros rasos.



Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

Relação entre Km/h e m/s

$$1 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}$$

AULA 05 - CORRIDA “PRÁTICA NA QUADRA DE ESPORTES”

Os alunos devem ser divididos previamente em grupos em sala de aula, de preferência na aula anterior, cada grupo deve conter entre 6 e 8 alunos. Os objetivos da prática devem ser informados em sala para um melhor andamento das atividades, que devem ser filmadas pelo professor para posterior análise dos conceitos físicos e para confecção de gráficos a partir da utilização do programa *Tracker*.

Figura 5 - Aluno participando de uma das atividades na quadra de esportes.



Fonte: elaborada pelo autor.

A figura 5 mostra o campo visual da câmera, esta deve ficar em uma direção perpendicular ao plano de corrida, de preferência fixada em um tripé para evitar pequenas oscilações, que acabam prejudicando a qualidade desejada nas filmagens e possíveis erros durante as análises das práticas.

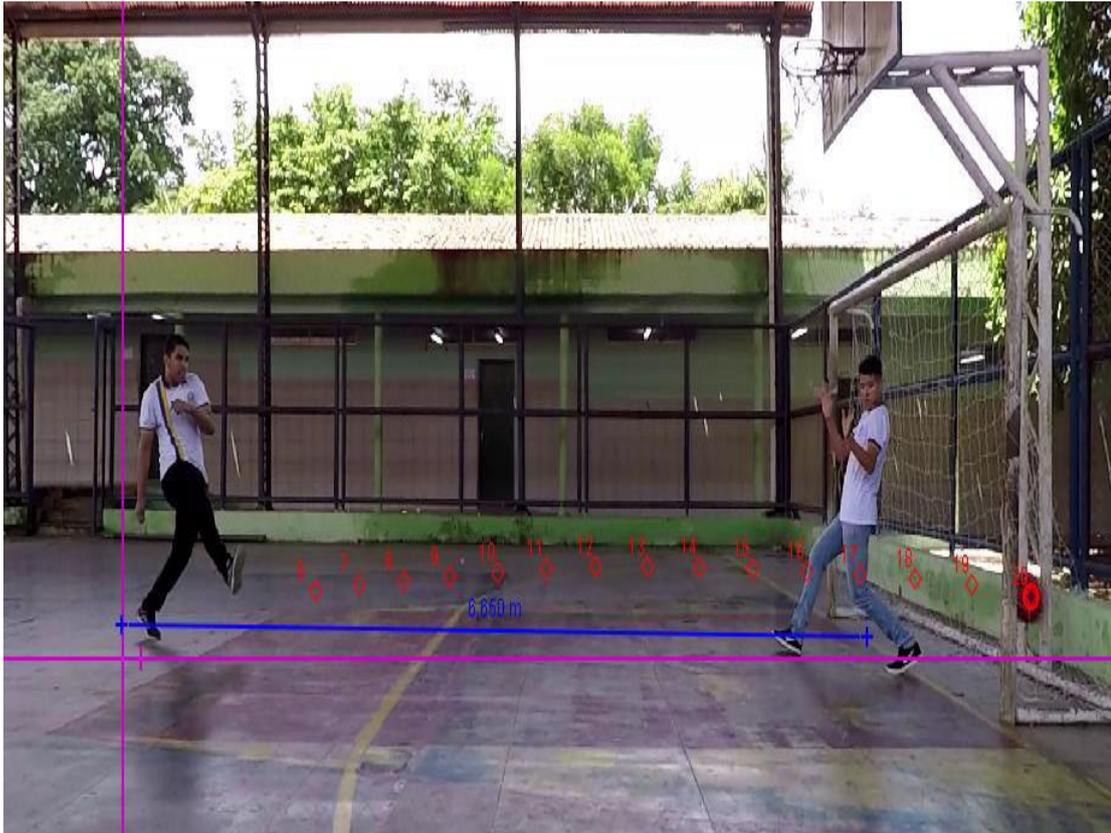
O professor deve informar aos estudantes que:

- Pelo menos dois integrantes de cada equipe devem participar da corrida na quadra entre os trechos pré-estabelecidos.
- São dois percursos, o primeiro corresponde à lateral da quadra de vôlei, o segundo corresponde à lateral da quadra de futsal, sendo que o ponto de partida de cada percurso será sempre o limite da quadra de futsal.
- Pelo menos dois integrantes de cada equipe devem cronometrar cada corrida e também ficar atentos para marcar os tempos de acordo com as situações informadas anteriormente.
- Dois integrantes de cada equipe devem filmar cada corrida para posterior cálculo real da velocidade média.
- Cada equipe deve calcular as velocidades médias de cada participante a partir da distância encontrada na prática anterior e com a utilização do tempo marcado por cada estudante.
- Cada equipe deve calcular as velocidades médias de cada participante a partir da distância encontrada na prática anterior e com a utilização do tempo marcado na filmagem do trecho pré-estabelecido.
- Cada equipe deve fazer uma comparação entre os cálculos das velocidades médias usando o tempo marcado no cronômetro do celular e o tempo real utilizado na filmagem para verificar o erro devido ao tempo de reação.

AULA 06 - COBRANÇA DE PÊNALTIS “PRÁTICA NA QUADRA DE ESPORTES”

Os alunos devem ser divididos previamente em grupos em sala de aula, de preferência na aula anterior, cada grupo deve conter entre 6 e 8 alunos. Os objetivos da prática devem ser informados em sala para um melhor andamento das atividades, que devem ser filmadas pelo professor para posterior análise dos conceitos físicos e para confecção de gráficos a partir da utilização do programa *Tracker*.

Figura 6 - Alunos participando de uma das atividades na quadra de esportes.



Fonte: elaborada pelo autor.

A figura 6 mostra o campo visual da câmera, esta deve ficar em uma direção perpendicular ao plano de corrida, de preferência fixada em um tripé para evitar pequenas oscilações, que acabam prejudicando a qualidade desejada nas filmagens e possíveis erros durante as análises das práticas.

O professor deve informar aos estudantes que:

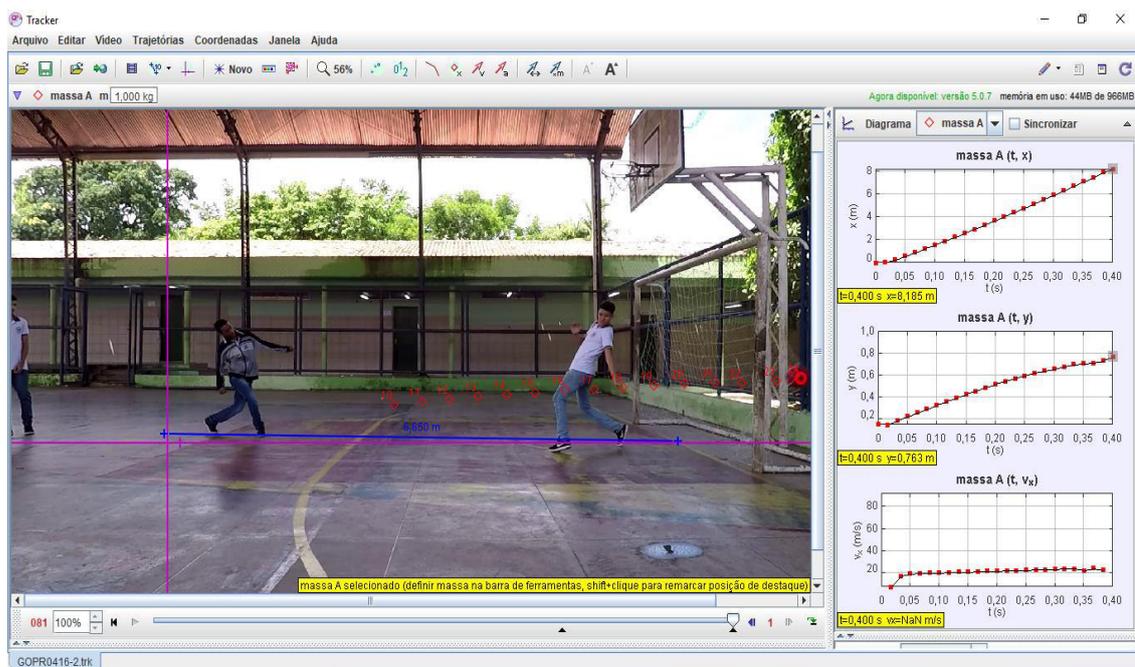
- Pelo menos dois integrantes de cada equipe devem participar da cobrança, o ideal é que seja da própria marca do pênalti.
- Pelo menos dois integrantes de cada equipe devem marcar o tempo que demora para a bola atingir a rede a partir da cobrança do pênalti.
- Dois integrantes de cada equipe devem filmar a cobrança para posterior cálculo real da velocidade média na horizontal.
- Cada equipe deve calcular as velocidades médias da bola na horizontal a partir da distância encontrada na prática de medidas e com a utilização do tempo marcado por cada estudante.

- Cada equipe deve calcular as velocidades médias da bola na horizontal a partir da distância encontrada na prática anterior e com a utilização do tempo marcado na filmagem durante a cobrança do pênalti.
- Cada equipe deve fazer uma comparação entre os cálculos das velocidades médias usando o tempo marcado no cronômetro do celular e o tempo real utilizado na filmagem para verificar o erro devido ao tempo de reação.

AULA 07 - ANÁLISE DOS VÍDEOS DAS COBRANÇAS DE PÊNALTIS - ANTES DA AULA DE MU E MUV.

A figura 7 mostra a interface do *software Tracker*. Nela, pode-se ver um trecho de um vídeo durante uma cobrança de pênalti realizada na quadra de esportes da escola, bem como os gráficos gerados a partir da trajetória da bola.

Figura 7 - Utilizando o *software Tracker* para a realização das vídeos-análises.



Fonte: elaborada pelo autor.

Nesta aula o professor deverá mostrar os vídeos editados e:

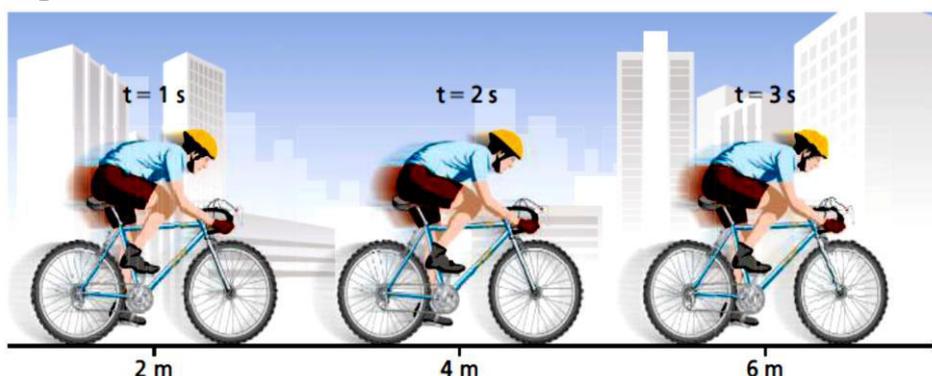
- Mostrar que a velocidade da bola na horizontal é praticamente constante para a curta distância mostrada.

- Lembrar que esses movimentos acontecem em muitas situações do dia a dia e que, em muitas situações, o que difere é a velocidade inicial e o ângulo de lançamento.
- Mostrar os gráficos gerados e verificar cada variável.
- Propor aos estudantes que apontem outras situações parecidas com as que foram vistas.
- Falar sobre o tempo de reação e como ele influenciou nas diferentes respostas entre os cálculos das velocidades médias em cada cobrança.

AULA 08 - MOVIMENTO UNIFORME (MU)

Durante a prática de esportes, em alguns instantes, a velocidade é mantida constante. O mesmo ocorre nos meios de transportes, como nos aviões, automóveis, caminhões, trens e elevadores. Quando usamos a internet e estamos fazendo um download também podemos observar a velocidade constante em Mb/s. A figura 8 mostra um ciclista durante um trecho no qual efetua um MU.

Figura 8 - Ciclista em movimento uniforme.



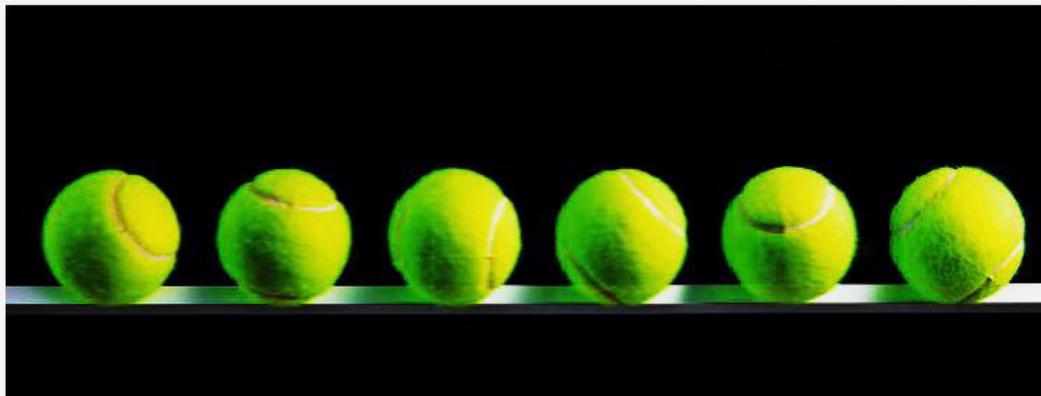
/// No exemplo acima, ao que tudo indica, o ciclista segue em **movimento uniforme**. Sua velocidade escalar é constante e a bicicleta avança na trajetória supostamente retilínea 2 m a cada segundo. Logo, $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$.

Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

Atualmente, devido aos computadores de bordo terem o piloto automático, em sua maioria, é bem mais simples manter um movimento uniforme, sendo possível prever o movimento e, determinar com precisão quanto tempo demora para percorrer determinado percurso. Quando compramos uma passagem de avião, por exemplo, sabemos a hora de partida e a hora de chegada com precisão.

Mas, afinal, por que o termo uniforme? Note que passa uma ideia de igualdade, por exemplo, a farda escolar é chamada de uniforme, pois quando todos os alunos estão fardados passa a ideia de igualdade, única forma. O movimento uniforme (MU), independentemente do trajeto realizado, é aquele em que a velocidade escalar permanece constante e diferente de zero. Por ter velocidade constante, no movimento uniforme, o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. Na figura 9, entre a captura, por parte da câmara, de dois fotogramas consecutivos, a bola percorreu distâncias sempre iguais.

Figura 9 - Bola de tênis cobre uma canaleta reta e horizontal.



Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

Equação do movimento Uniforme

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} ;$$

$$V_m = \frac{s - s_0}{t - t_0} ;$$

$$v = \frac{s - s_0}{t - 0} ;$$

$$s - s_0 = v \cdot t ;$$

$$s = s_0 + v \cdot t$$

Onde:

s = espaço ou posição

s_0 = espaço inicial ou posição inicial

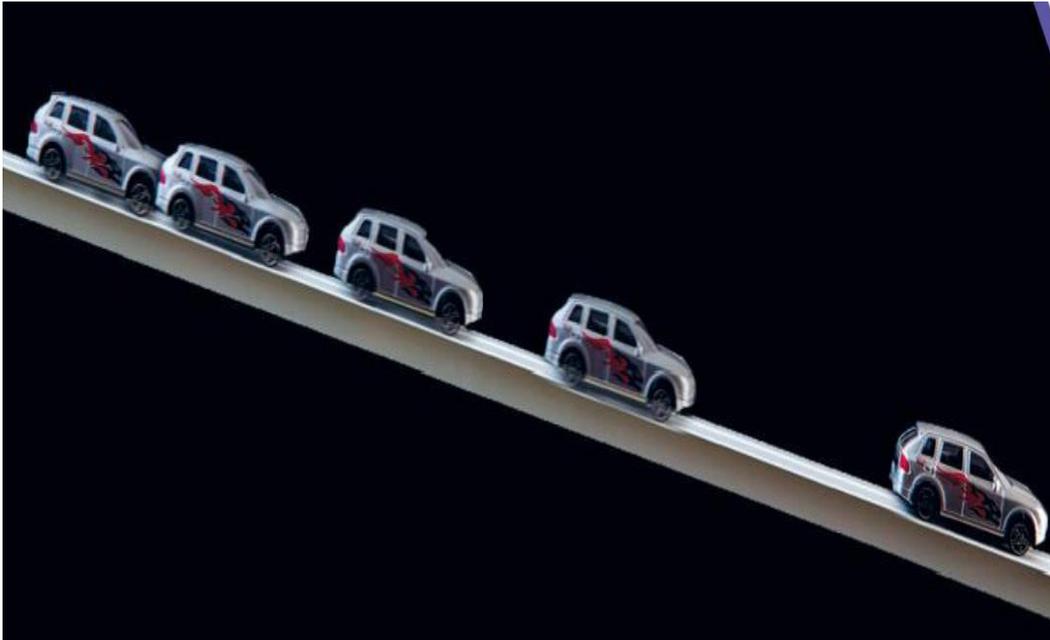
v = velocidade

t = tempo

AULA 09 - MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

A figura 10 mostra uma Fotografia estroboscópica de um carrinho descendo um plano inclinado. Como cada carrinho aparece no mesmo intervalo de tempo, e as distâncias estão aumentando, podemos concluir que a velocidade aumenta, existindo, portanto, uma aceleração.

Figura 10 - Foto estroboscópica de um carrinho descendo um plano inclinado.



Fonte: (DOCA, FOGO e BÓAS, 2018)

Durante a prática de esportes, em vários instantes, a velocidade é variável, por exemplo, durante uma corrida de 100 metros rasos, as primeiras passadas após a largada são decisivas no resultado final. Nos meios de transportes, em geral, também temos momentos de movimentos com mudança de velocidade chamados de movimento uniformemente variados.

ACELERAÇÃO ESCALAR

A aceleração escalar serve para medir a rapidez com que a velocidade escalar do móvel varia com o passar do tempo.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

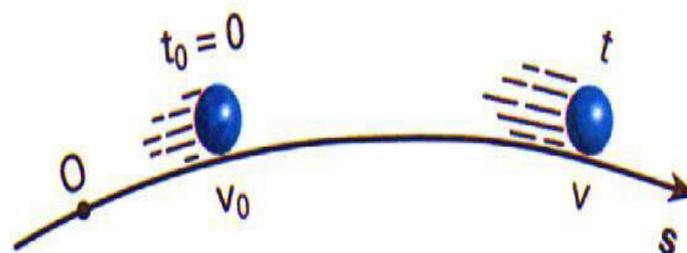
Denomina-se movimento uniformemente variado (em qualquer trajetória) todo aquele em que a velocidade escalar varia uniformemente com passar do tempo, isto é, sofre variações iguais em intervalos de tempo iguais. No movimento uniformemente variado, a aceleração escalar é constante e diferente de zero, note que se a aceleração fosse zero, não ocorreria mudança na velocidade.

A unidade de aceleração é a divisão da unidade de velocidade por unidade de tempo. No S.I é dada em (m/s)/s ou m/s^2 . Como a aceleração é constante, no movimento uniformemente variado, a velocidade escalar sofre variações iguais em intervalos de tempo iguais.

FUNÇÃO HORÁRIA DA VELOCIDADE

Observe na figura 11 que no instante $t_0 = 0$ a partícula possui velocidade escalar v_0 e num instante t qualquer possui velocidade escalar v .

Figura 11 - Partícula em MUV, análise da velocidade



Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

Considerando que a partícula realiza um movimento uniformemente variado, podemos escrever.

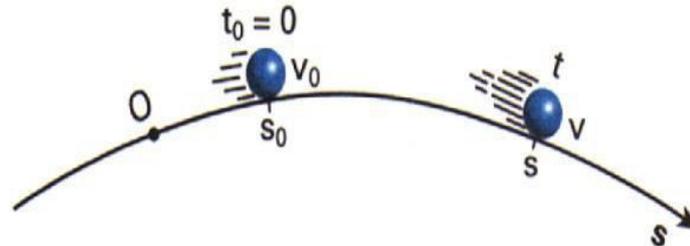
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow v - v_0 = a \cdot t \Rightarrow v = v_0 + a \cdot t$$

FUNÇÃO HORÁRIA DOS ESPAÇOS

Observe, na figura 12, uma partícula realizando um movimento uniformemente variado, ocupando a posição s_0 no instante $t_0 = 0$, tendo nesse instante velocidade escalar v_0 , e num instante posterior t , ocupa a posição s , tendo nesse

instante velocidade escalar v .

Figura 12 - Partícula em MUV, análise da posição



Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

É possível demonstrar a função horária dos espaços resultando em uma função do 2º grau em t , dada por:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

EQUAÇÃO DE TORRICELLI

Isolando o tempo na função horária da velocidade “I” e substituindo na função horária do espaço “II”, encontramos uma relação muito útil, chamada equação de Torricelli.

$$v = v_0 + a \cdot t \quad (\text{I})$$

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (\text{II})$$

isolando t em (I):

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a} \quad (\text{III})$$

Substituindo (III) em (II):

$$s - s_0 = v_0 \cdot \frac{v - v_0}{a} + \frac{a \cdot \left(\frac{v - v_0}{a}\right)^2}{2}$$

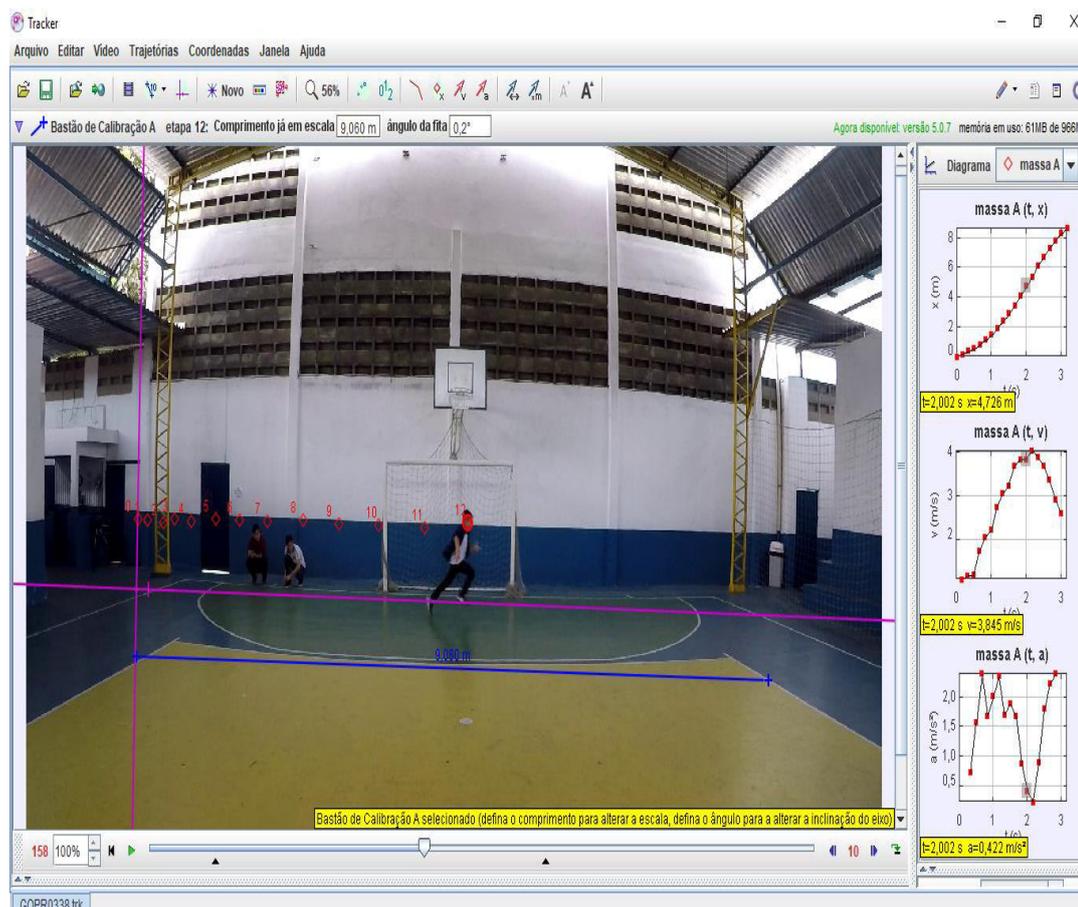
$$\Delta s = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

AULA 10 - ANÁLISE DOS VÍDEOS DAS CORRIDAS - APÓS A AULA DE MU OU APÓS A AULA DE MU E MUV.

A figura 13 mostra a interface do *software Tracker*. Nela, pode-se ver um trecho de um vídeo durante uma corrida realizada na quadra de esportes da escola, bem como os gráficos gerados através dela.

Figura 13 - Utilizando o *software Tracker* para a realização das vídeos-análises.



Fonte: elaborada pelo autor.

Nesta aula o professor deverá mostrar os vídeos editados e:

- Mostrar que o esperado no primeiro percurso entre as laterais da quadra de vôlei é um movimento uniforme ou bem próximo de um movimento uniforme (MU).
- Mostrar que o esperado no segundo percurso entre as laterais da quadra de futsal é um MUV no início, seguido de um MU e finalizando com um MUV, ou algo muito próximo disso.

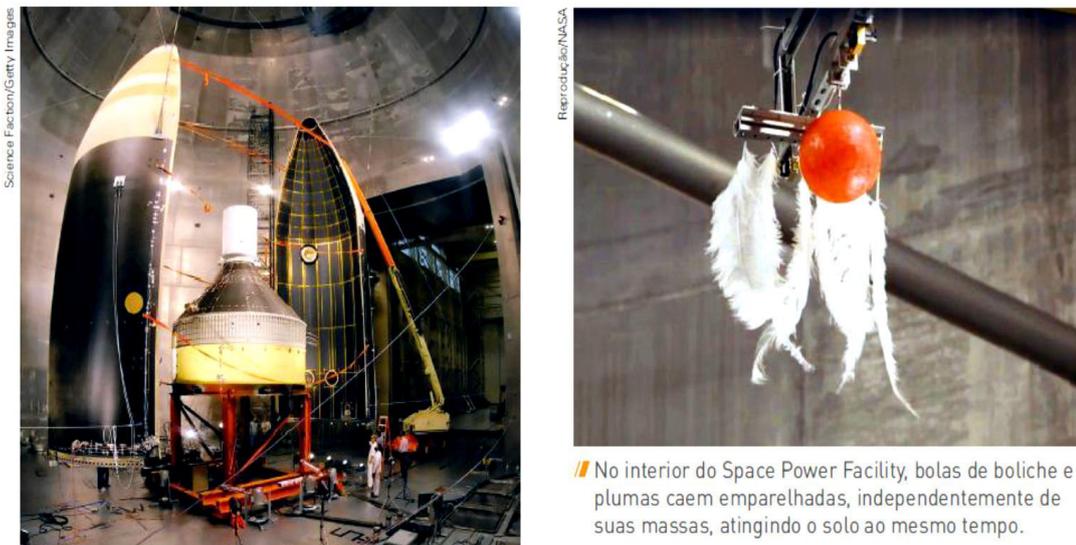
- Lembrar que esses movimentos acontecem em muitas situações do dia a dia, sobretudo nos esportes, como no atletismo e na corrida de F1.
- Mostrar os gráficos gerados e comparar cada tipo de gráfico para cada tipo de movimento.
- Propor aos estudantes que apontem outras situações, que podem ser do esporte ou não, que são parecidas com o que foi visto.
- Falar sobre o tempo de reação e como ele influenciou nas diferentes respostas entre os cálculos das velocidades médias em cada percurso.
- Questionar se os resultados seriam os mesmos se fossem máquinas ao invés de pessoas.
- Deixar claro que em situações do dia a dia nem sempre os movimentos serão MU ou MUV, mas que estudamos situações padrões para a partir delas estudar casos específicos.

AULA 11 - MOVIMENTO VERTICAL NO VÁCUO

QUEDA LIVRE

Quando a resistência do ar pode ser desprezada, todos os corpos caem com aceleração constante, que não depende do peso do corpo. A queda dos corpos, quando desprezada a resistência do ar, é chamada de queda livre. Na figura 14 é mostrado que no interior do Space Power Facility, bolas de boliche e plumas caem emparelhadas, independentemente de suas massas, atingindo o solo ao mesmo tempo.

Figura 14 - No interior do Space Power Facility, bolas de boliche e plumas caem emparelhadas, independentemente de suas massas, atingindo o solo ao mesmo tempo.



Fonte: (DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

Um corpo em queda livre tem uma aceleração constante, chamada aceleração da gravidade representada por g . Próximo da superfície da Terra, a experiência mostra que $g \cong 9,8\text{m/s}^2$.

Na realidade, o valor de g depende do local da Terra e também da altitude. Por exemplo, o valor de g na cidade de Fortaleza, que está praticamente no nível do mar, não é o mesmo que na cidade de São Paulo, que está uma altitude de 700 metros acima do nível do mar. Como a queda livre é um movimento de aceleração constante, trata-se de um movimento uniformemente variado, assim podemos usar as equações já vistas no MUV:

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

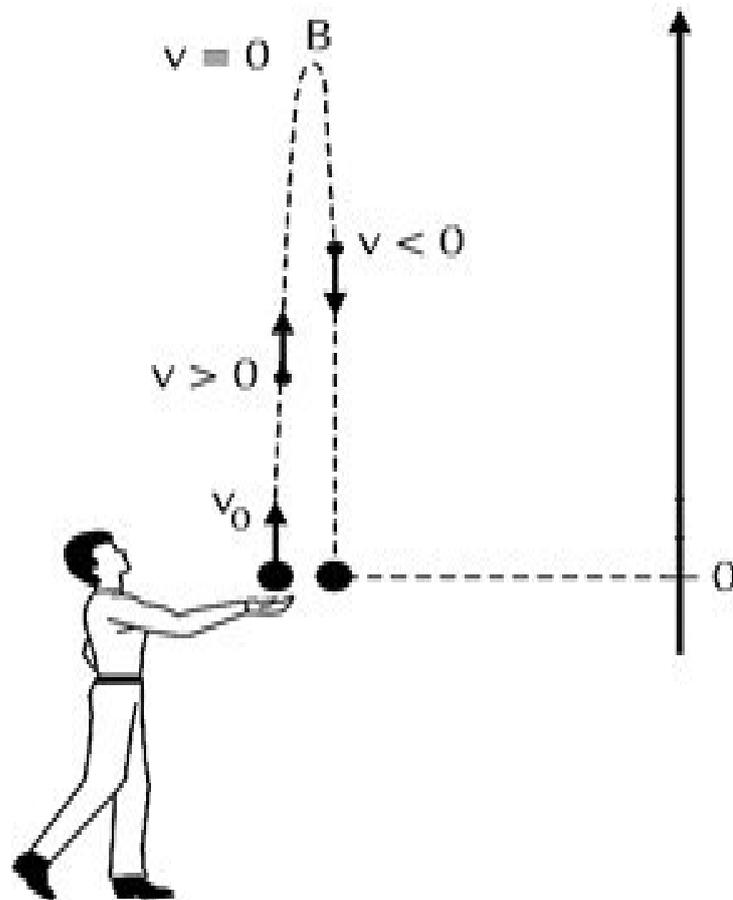
$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

LANÇAMENTO PARA CIMA

Na figura 15 é representada uma situação em que uma partícula é lançada verticalmente para cima, saindo da mão da pessoa com velocidade inicial v_0 . Neste caso, durante a subida, a velocidade da partícula vai diminuindo até o momento em que atinge a altura máxima e sua velocidade é nula. A seguir, a partícula começa a cair, aumentando sua velocidade.

Figura 15 - uma partícula é lançada verticalmente para cima



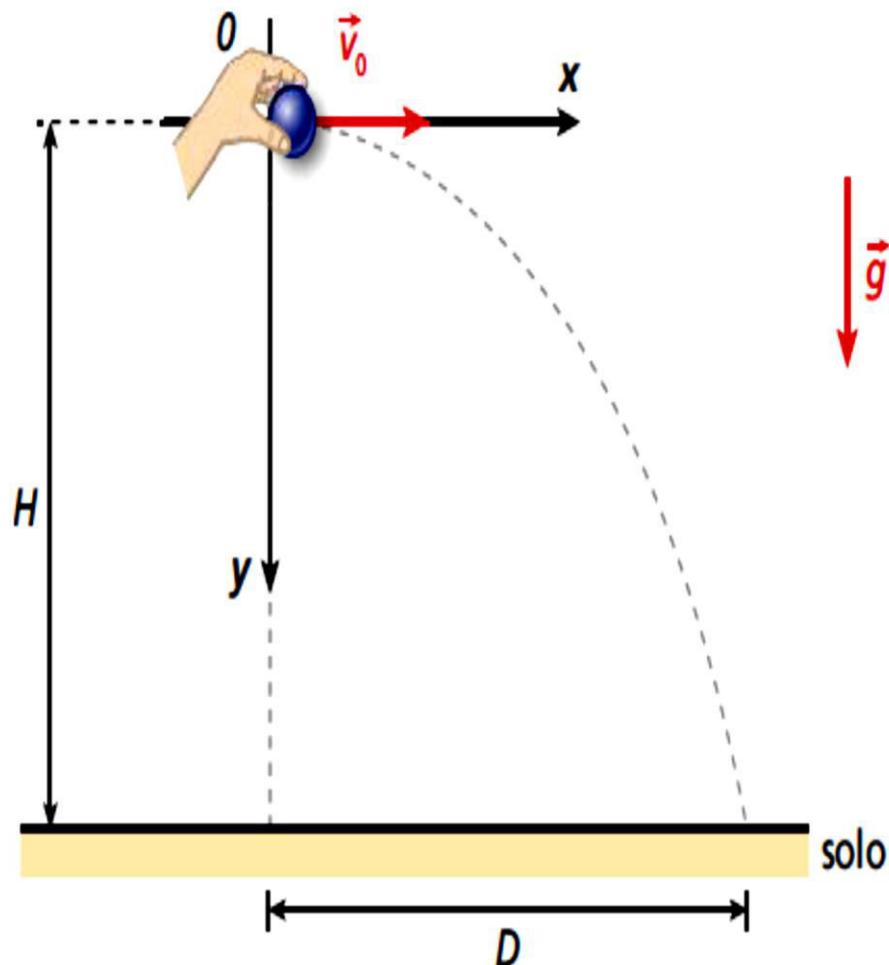
Fonte: internet

AULA 12 - LANÇAMENTO HORIZONTAL E OBLÍQUO

LANÇAMENTO HORIZONTAL

Na figura 16, é mostrada uma bola arremessada horizontalmente.

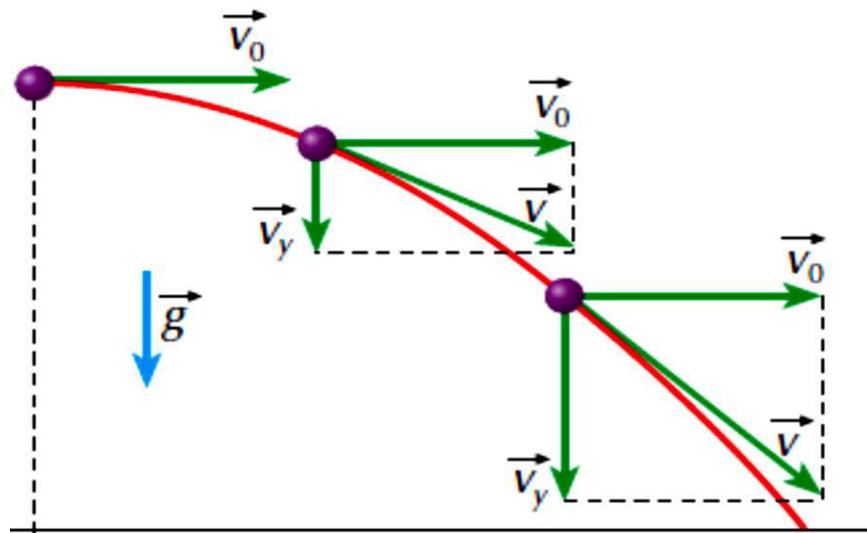
Figura 16 - A trajetória durante um lançamento horizontal



(RAMALHO, FERRARO e TOLEDO, 2009)

Suponhamos que o experimento seja feito no vácuo, isto é, não haja resistência do ar; nesse caso, sendo v_0 a velocidade da bola no momento em que é solta, durante a queda a bola continua com o seu movimento na horizontal com velocidade v_0 , isto é, o movimento horizontal é uniforme. Porém, o movimento de queda é uniformemente variado, a velocidade vertical vai aumentando com aceleração g , como pode ser observado na figura 17.

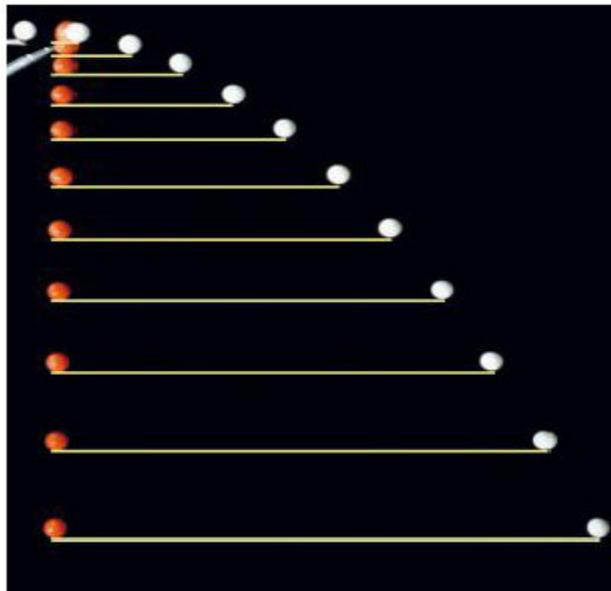
Figura 17 - A trajetória durante um lançamento horizontal



(RAMALHO, FERRARO e TOLEDO, 2009)

Na Figura 18, é mostrada uma foto estroboscópica em que uma partícula foi lançada horizontalmente para a direita no mesmo instante em que outra foi largada do repouso da mesma altura em relação ao solo. As duas partículas atingem juntas o nível mais baixo depois do mesmo tempo de queda, que independe da velocidade horizontal de lançamento.

Figura 18 - Fotografia estroboscópica em que as duas partículas atingem juntas o nível mais baixo depois do mesmo tempo de queda.

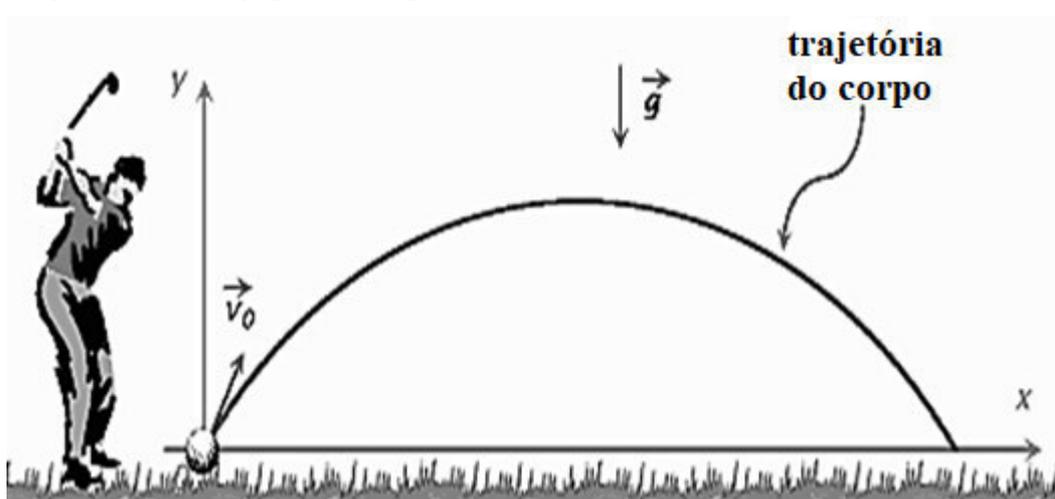


(DOCA, FOGO e BÔAS, 2018)

LANÇAMENTO OBLÍQUO

Na figura 19, é representado um jogador de golfe dando uma tacada em uma bola. A bola sai com velocidade v_0 , e forma ângulo θ com a horizontal.

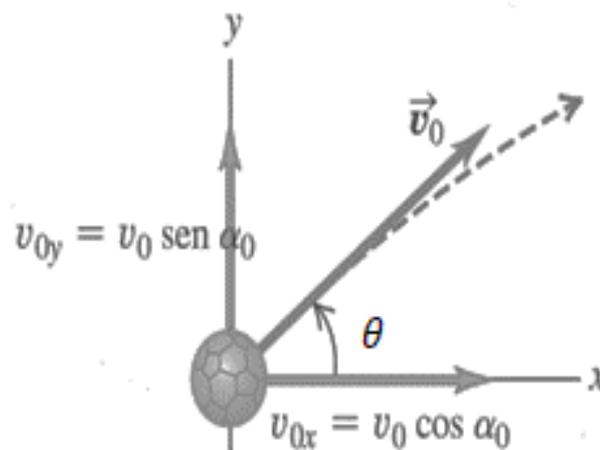
Figura 19 - Um jogador de golfe dando uma tacada em uma bola



Fonte: internet

Para estudar o movimento da bola, fazemos a decomposição de v_0 em duas componentes: uma componente horizontal v_{0x} e uma componente vertical v_{0y} , como mostrado na figura 20.

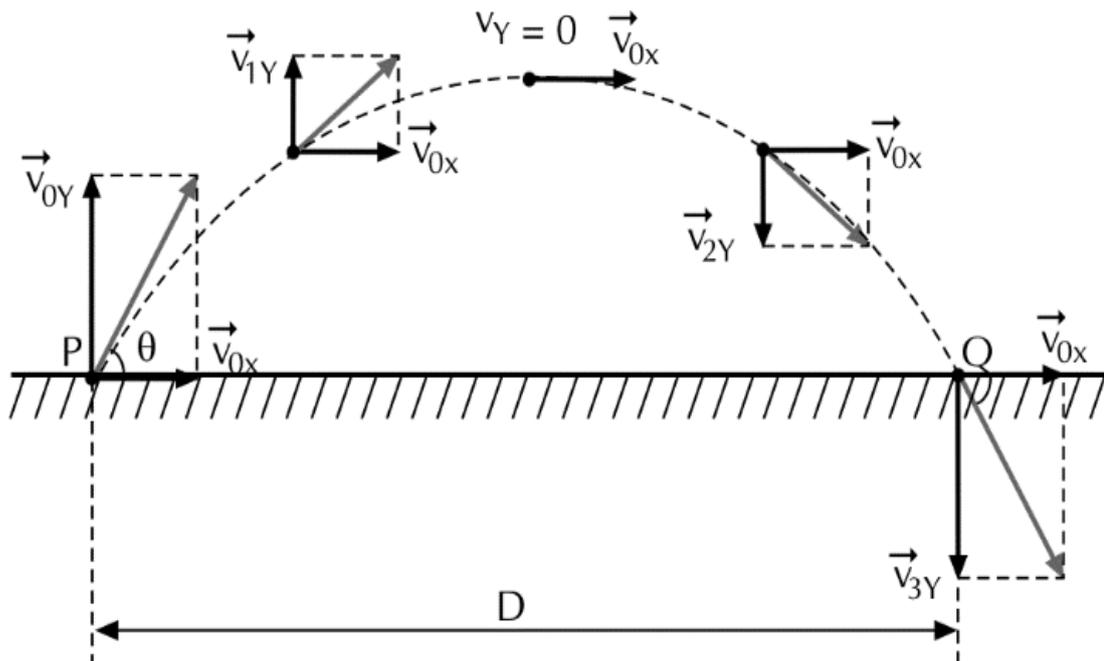
Figura 20 - Componentes da velocidade inicial v_{0x} e v_{0y} relacionam-se com a velocidade escalar inicial v_0 e o ângulo inicial α_0 .



(YOUNG e FREEDMAN, 2016)

Durante o movimento da bola, desprezando a resistência do ar, a componente v_{0x} permanece constante. Porém, a componente vertical da velocidade vai diminuindo até que se anula quando a bola atinge a altura máxima. A seguir, durante a descida da bola, a componente vertical vai novamente aumentando, como representado na figura 21.

Figura 21 - A figura mostra a trajetória durante um lançamento oblíquo, os vetores velocidades e suas componentes em alguns pontos e o alcance horizontal.



Fonte: internet

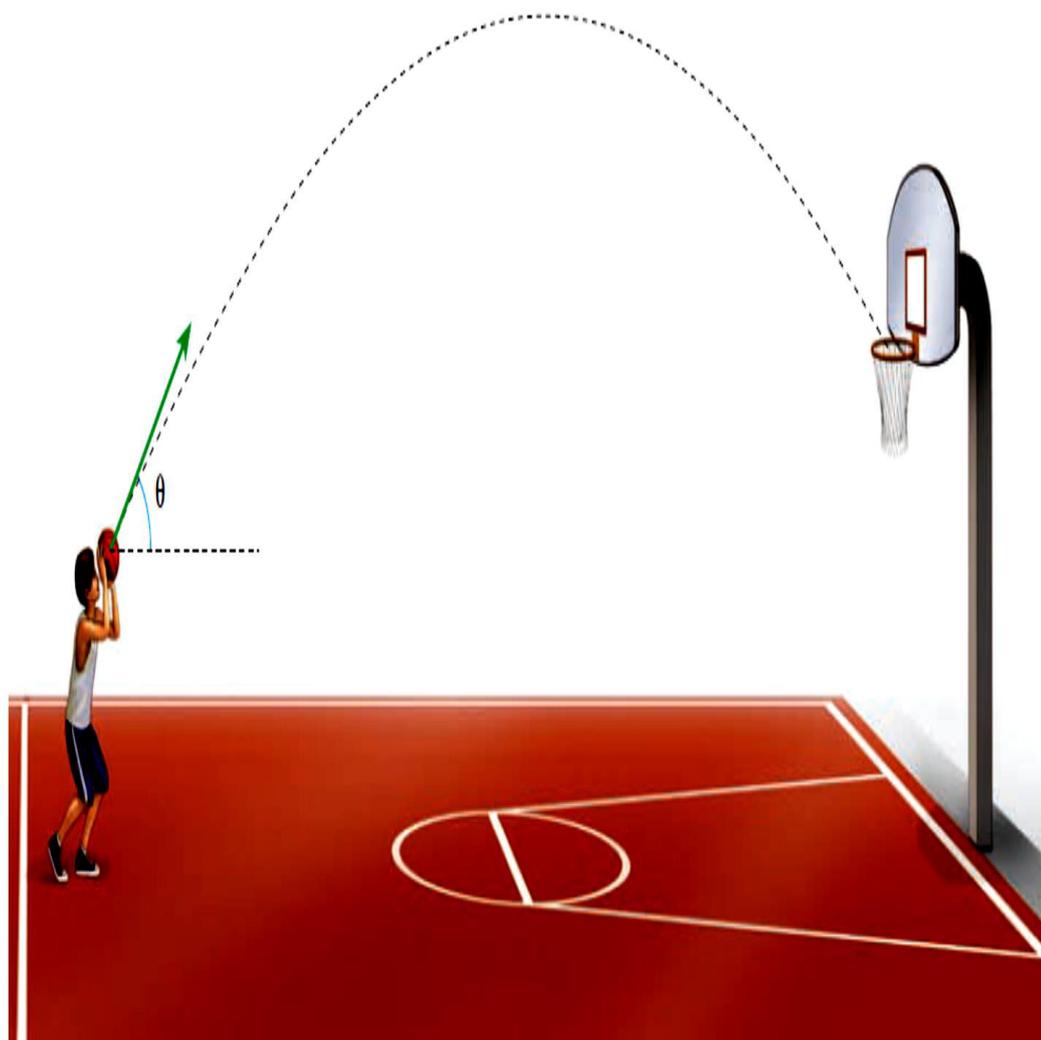
Para analisar esse movimento, estudamos separadamente o movimento horizontal e o movimento vertical. O movimento horizontal é uniforme, com velocidade constante. O movimento vertical é uniformemente variado com velocidade inicial v_{0y} . A distância D entre os pontos P e Q é chamada de alcance horizontal.

AULA 13 - LANÇAMENTO OBLÍQUO “PRÁTICA NA QUADRA DE ESPORTES”

Os alunos devem ser divididos em grupos previamente em sala de aula, de preferência na aula anterior, cada grupo deve conter entre 6 e 8 alunos. Os objetivos da prática devem ser informados em sala para um melhor andamento das atividades, que devem ser filmadas pelo professor para posterior análise dos conceitos físicos e para confecção de gráficos a partir da utilização do programa *Tracker*.

A figura 22 mostra a trajetória de uma bola de basquete e o ângulo de lançamento com a horizontal. Esse lançamento até a cesta é o objetivo durante a aula prática.

Figura 22 - A trajetória de uma bola de basquete durante um lançamento oblíquo.



(RAMALHO, FERRARO e TOLEDO, 2009)

A figura 23 mostra a trajetória efetuada pela bola durante o lançamento realizado na quadra de esportes da escola.

Figura 23 - Alunos participando de uma das atividades na quadra de esportes.



Fonte: elaborada pelo autor.

A figura acima mostra o campo visual da câmera, esta deve ficar em uma direção perpendicular ao plano de corrida, de preferência fixada em um tripé para evitar pequenas oscilações, que acabam prejudicando a qualidade desejada nas filmagens e possíveis erros durante as análises das práticas.

O professor deve informar aos estudantes que:

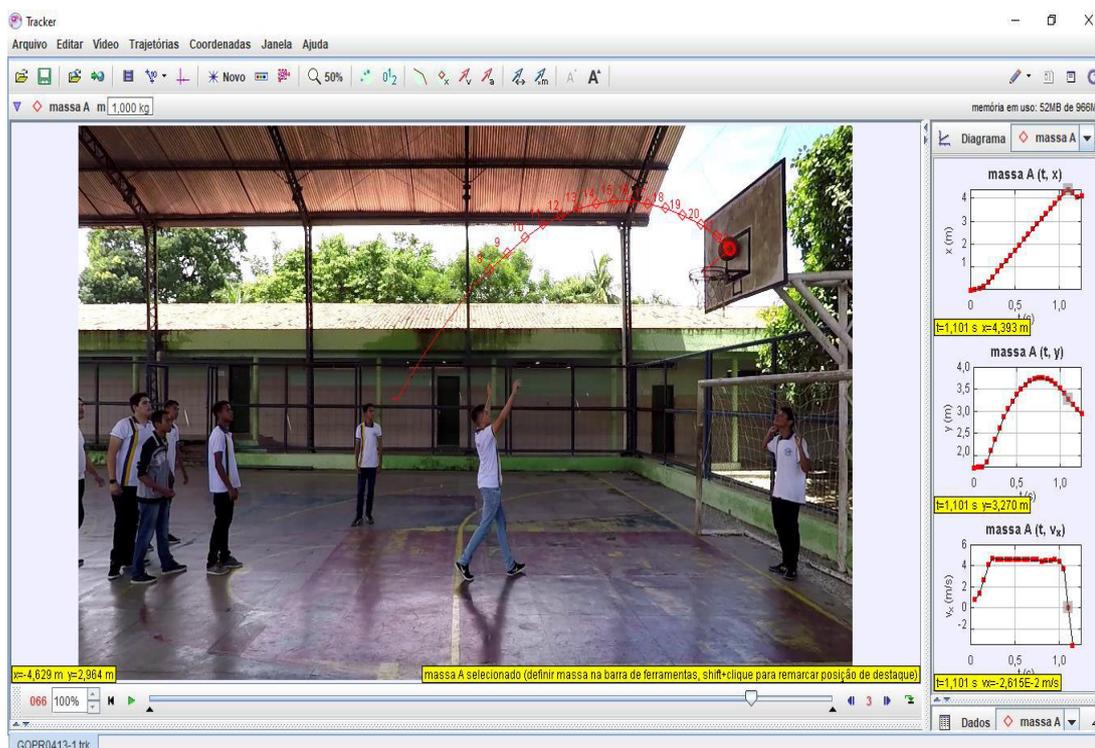
- Pelo menos dois integrantes de cada equipe devem realizar os arremessos, de preferência no centro da linha de 3 pontos.
- Pelo menos dois integrantes de cada equipe devem marcar o tempo que a bola permanece no ar desde o lançamento até o instante em que a bola atinge a cesta.

- Dois integrantes de cada equipe devem filmar cada lançamento para posterior cálculo real da velocidade média da bola na horizontal.
- Pelo menos dois integrantes de cada equipe devem marcar os tempos que a bola permanece no ar durante o Lançamento.
- Cada equipe deve calcular as velocidades médias da bola de basquete na horizontal a partir da distância encontrada na aula prática sobre medidas e com a utilização do tempo marcado na filmagem do trecho pré-estabelecido.
- Cada equipe deve fazer uma comparação entre os cálculos das velocidades médias, usando o tempo marcado no cronômetro do celular e o tempo real utilizado na filmagem para verificar o erro devido ao tempo de reação.

AULA 14 - ANÁLISE DOS VÍDEOS DOS LANCES LIVRES

A figura 24 mostra a interface do *software Tracker*. Nela, pode-se ver um trecho de um vídeo durante o lançamento realizado na quadra de esportes da escola e os gráficos gerados.

Figura 24 - Utilizando o *software Tracker* para a realização das vídeos-análises.



Fonte: elaborada pelo autor. Foto editada.

Nesta aula o professor deverá mostrar os vídeos editados e:

- Mostrar que a trajetória efetuada pela bola depende do referencial, uma vez que no ângulo de filmagem foi visualizada uma trajetória parabólica enquanto para os alunos que esperavam para realizar o lançamento e estavam alinhados com a posição do arremesso e a cesta a trajetória era retilínea.
- Mostrar que o lançamento oblíquo é a composição de dois movimentos, devendo ressaltar o princípio da independência dos movimentos, um ao longo do eixo horizontal, movimento uniforme; e outro ao longo do eixo vertical, movimento uniformemente variado.

- Mostrar que na horizontal, já que o movimento é uniforme, o gráfico da posição (x) é linear, obedecendo à equação horária das posições, que é uma equação do 1º grau, e que o gráfico da velocidade (v_x) deve ser constante, coincidindo com o movimento descrito.
- Mostrar que na vertical, já que o movimento é uniformemente variado, o gráfico da posição (x) é parabólico, obedecendo à equação horária das posições, que é uma equação do 2º grau, e que o gráfico da velocidade (v_y) é linear, obedecendo à equação horária da velocidade, por ser uma equação do 1º grau.
- Lembrar que esses movimentos acontecem em muitas situações do dia a dia, entre elas nos esportes, como na cobrança de um tiro de meta no futebol ou no saque em uma partida de vôlei.
- Propor aos estudantes que apontem outras situações, que podem ser do esporte ou não, que são parecidas com o que foi visto.
- Falar sobre o tempo de reação e como ele influenciou nas diferentes respostas entre os cálculos das velocidades médias na horizontal em cada percurso.
- Ressaltar que todo objeto lançado obliquamente, desprezando a resistência com o ar, fica sujeito ao movimento descrito e nesta situação podemos desprezar a resistência com o ar.
- Deixar claro que em situações do dia a dia nem sempre os movimentos serão MU e MUV.
- Falar sobre a resistência do ar, mas destacar que estudamos situações padrões para termos uma noção geral e a partir delas estudar casos mais específicos como os que acontecem com a resistência do ar, deixando claro que essa parte é apenas para quem vai seguir determinadas áreas.