

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, CAMPUS CARIACICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

WANDERSON PEREIRA SCHNEIDER

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA
CINEMÁTICA ESCALAR, USANDO
EXPERIMENTO E SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL**

Cariacica

2015

WANDERSON PEREIRA SCHNEIDER

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA
CINEMÁTICA ESCALAR, USANDO
EXPERIMENTO E SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL**

Dissertação de Mestrado em Ensino de Física, apresentado à Coordenadoria do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Wesley Spalenza

Cariacica

2015

L837u Lopes, Eduardo dos Santos
Uso de sistemas de informações geográficas no georreferenciamento
de casos de dengue / Eduardo dos Santos Lopes, Ismar Rafael Fernandes. –
2012.
76 f. : il. : 30 cm

Orientador: Prof. José Inácio Serafini.
Monografia (graduação) – Instituto Federal do Espírito Santo,
Coordenadoria de Informática, Curso Superior de Tecnologia em
Análise e Desenvolvimento de Sistemas, 2012.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Sistema de recuperação da
informação – Saúde pública. 3. Dengue – Serra (ES). 4. Google. I.
Fernandes, Ismar Rafael. II. Serafini, José Inácio. II. Título.

CDD 910.285

WANDERSON PEREIRA SCHNEIDER

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA
CINEMÁTICA ESCALAR, USANDO
EXPERIMENTO E SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL**

Dissertação de Mestrado em Ensino de Física apresentada à Coordenadoria do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovado em 27 de Julho de 2017.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dsc. Wesley Spalenza
Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica
Orientador

Prof. Dsc. Filipe Leôncio Braga
Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica

Prof. Dsc. Samir Lacerda da Silva
Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vitória

Prof. Dsc. Rene Felipe Keidel Spada
Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Goiabeiras

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que o presente Mestrado pode ser parcialmente utilizado desde que se faça referência à fonte e aos autores.

Cariacica, em 30 de Julho de 2017

Dedicatória.

Dedico esse material primeiramente a Deus que me deu força e perseverança, e não deixou que eu desistisse nos momentos onde fraquejei.

Quero agradecer também a minha família, meu pai Josias Schneider (in memória), a minha mãe Ruth Pereira Schneider que foi um suporte, um apoio sem o qual eu não teria conseguido concluir essa obra, ao meu irmão Josias Schneider Junior, que me tolerou meus surtos e me meus momentos de abandono, tristeza e confusão, sempre me apoiando e sempre empurrando para frente.

Quero agradecer também aos meus amigos por me suportar, inclusive na minha ausência e mesmo assim me apoiaram e me ajudaram, ao meu amigo Wilson Benaquio Carminatti que me falou do mestrado, sem ele não teria feito inscrição e nem a prova.

Agradecer ao meu orientador Wesley Spalenza que me ajudou a construir e escever este projeto, a CAPES pelo apoio financeiro e o IFES por essa oportunidade na qual esperava há muito tempo.

Quero agradecer também as pessoas que fazem e fizeram parte e da minha história, nesse período que tanto contribuíram para que eu conseguisse chegar até o fim.

Agradeço muito a todos

RESUMO

Na atualidade, existem muitos distrativos para os alunos, sendo que escola e as aulas estão competindo com um mundo digital e virtual, que muda e evolui constantemente, de modo que a escola também deve acompanhar essas mudanças e fazer com que as aulas sejam também interessante e atrativas. Neste trabalho, propusemos um conjunto de ações, como uma sequência didática, aplicada a física, mais específico, o movimento retilíneo uniforme em cinemática escalar, que se utilizava de um ambiente digital como forma de interação, para o nosso caso a plataforma Moodle, contendo fóruns, simulados virtuais, simulações computacionais e por fim um experimentos de baixo custo em laboratório. Conseguimos fazer assim, a ligação entre a tecnologia e parte experimental, mostrando na prática o que os simuladores e as aulas ministradas estão em harmonia. O objetivo foi desenvolver um algoritmo que crie no aluno o hábito de estudar previamente e sistematicamente o conteúdo, de forma que ele tenha várias tarefas à fazer, como se fossem etapas a serem cumpridas, aproveitando assim o conhecimento prévio e a habilidades adquiridas. Após a apresentação do produto aos alunos da turma, foi aplicado um pré-teste para servir como parâmetro de seus conhecimentos prévios, em uma mesma turma, e após a aplicação do produto foi realizado um pós-teste a fim de verificar se houve a evolução na aquisição dos conceitos. Analisando os resultados, verificou-se um ganho conceitual nos fundamentos da cinemática, dando indícios que o trabalho realizado contribuiu para o crescimento de seus conhecimentos.

Palavras-chave: Simulação Computacional, Sequência Didática, Cinemática Escalar, Experimento de Física.

ABSTRACT

Nowadays, there are many distractions for students, where school and classes competing with a digital and virtual world, which changes and evolves constantly, so that the school should also follow these changes and make the classes interesting and attractive too. In this work, we proposed a set of actions, as a didactic sequence, applied to physics, more specific, to the uniform unidimensional motion in scalar kinematics, which used a digital environment as a form of interaction, for our case the Moodle platform, which contains forums, virtual simulations, computer simulations and finally a low-cost experiments in the laboratory. We have been able the link between the technology and experiments, showing in practice that the simulators and the classes can live together harmoniously. The objective was to develop an algorithm that creates in the student the habit of studying systematically, so that it has several tasks to be done, as if they were steps to be followed, thus taking knowledge previous and acquired skills. After the presentation of the product, a pre-test was applied that give us as knowledge, in the same class, and after the application of the product, a post-test was carried out to verify if there was evolution in the acquisition of the concepts. Analyzing the results, there was a conceptual gain to the basis of kinematics, giving indications that the work contributed to the growth of their knowledge.

Keywords: Computer simulation, Following Didactics, Scalar Kinematics, Physics experiment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1–	Frente da página do Moodle disponibilizado pelo Cefor, Ifes.	26
Figura 2–	Frente da primeira etapa na página do Moodle.	28
Figura 3–	Simulação de Movimento entre referenciais no programa Modellus. . .	28
Figura 4–	Simulação de Movimento Retilíneo Uniforme no Modellus.	30
Figura 5–	Frente da segunda etapa na página do Moodle.	30
Figura 6–	Simulação de Velocidade no Modellus.	31
Figura 7–	Frente da terceira etapa na página do Moodle.	32
Figura 8–	Simulação de movimento uniforme no Modellus.	33
Figura 9–	Frente da quarta etapa na página do Moodle.	34
Figura 10–	Simulação para movimento relativo unidimensional entre objetos. . . .	35
Figura 11–	Gráfico do pré-teste	39
Figura 12–	Gráfico do pré-teste em porcentagens	39
Figura 13–	Gráfico histograma do Pós-teste	42
Figura 14–	Gráfico do pré-teste em porcentagens	43
Figura 15–	Gráfico histograma comparativo entre Pré-teste e Pós-teste.	43
Figura 16–	Gráfico histograma comparativo entre Pré-teste e Pós-teste em porcen- tagens	44
Figura 17–	Gráfico em linhas comparativo entre Pré-teste e Pós-teste.	45
Figura 18–	Exemplo de Gráfico "Box Plot".	46
Figura 19–	Gráfico "Box Plot" comparativo entre Pré-teste e Pós-teste.	47
Figura 20–	Imagem de um mapa do aplicativo Google Maps	52
Figura 21–	Imagem dos recursos disponíveis do aplicativo Google Maps	53

Figura 22–	Imagem de um mapa marcando um pedaço de uma estrada do aplicativo Google Maps	54
Figura 23–	Imagem que mostra uma medida de massa	54
Figura 24–	Imagem de uma auto-estrada movimentada	55
Figura 25–	Imagem de corpo extenso	55
Figura 26–	Imagem de movimento relativo	56
Figura 27–	Imagem de uma estrada ou trajetória	56
Figura 28–	Imagem de uma placa de sinalização	57
Figura 29–	Imagem de um menino caminhando	57
Figura 30–	Imagem de vários tipos de relógios	58
Figura 31–	Placa indicando entradas de ruas ou vias	59
Figura 32–	Representação geométrica de um vetor por uma "seta" e com um determinado tamanho	59
Figura 33–	Módulo de um vetor	60
Figura 34–	Representação geométrica de um vetor inclinado de um ângulo, cuja referência é a horizontal	60
Figura 35–	Representação geométrica de um vetor com o sentido para a esquerda	60
Figura 36–	Representação geométrica da soma de dois vetores	61
Figura 37–	Relação entre dois vetores e seus tamanhos	61
Figura 38–	Relação entre dois vetores e seus tamanhos	62
Figura 39–	Relação entre dois vetores e seus tamanhos	62
Figura 40–	Relação entre dois vetores e seus tamanhos	62
Figura 41–	Figura do Mapa do Brasil	64
Figura 42–	Ilustração da posição do funcionamento de um GPS	65
Figura 43–	Imagem de uma janela do Windows carregando uma cópia	67
Figura 44–	Imagem de um móvel indicando o sentido para direita do movimento.	68
Figura 45–	Imagem de um móvel indicando o sentido para esquerda do movimento.	69

Figura 46–	Imagem do velocímetro de um carro marcando velocidade instantânea	69
Figura 47–	Imagem de um móvel indicando o sentido para direita do movimento.	71
Figura 48–	Imagem de um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) de um móvel .	73
Figura 49–	Gráfico da velocidade por tempo.	74
Figura 50–	Movimento de um móvel no sentido positivo (direita)	74
Figura 51–	Gráfico da velocidade por tempo	74
Figura 52–	Movimento de um móvel no sentido negativo (esquerda)	75
Figura 53–	Gráfico do movimento uniforme progressivo	76
Figura 54–	Gráfico do movimento uniforme retrógrado	76
Figura 55–	Movimento da velocidade por tempo.	77
Figura 56–	Gráfico da velocidade por tempo.	79
Figura 57–	Gráfico da posição por tempo.	79
Figura 58–	Imagem de um experimento de movimento uniforme usando fluidos e bolhas dentro de um cano.	80
Figura 59–	Imagem de papel milimetrado.	83
Figura 60–	Imagem de um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) de um móvel .	84
Figura 61–	Imagem de um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) de um móvel .	85
Figura 62–	Imagem de um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) de um móvel .	86
Figura 63–	Imagem de um Movimento de encontro de móveis	87
Figura 64–	Imagem de um Movimento de encontro de móveis	87
Figura 65–	Imagem de um Movimento de encontro de móveis	88
Figura 66–	Imagem de um Movimento de encontro de móveis	88
Figura 67–	Experimento de encontro de móveis	89
Figura 68–	Imagem de um experimento de movimento uniforme usando fluidos e bolhas dentro de um cano.	90
Figura 69–	Imagem de papel milimetrado.	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1–	Tabela do Teste de Wilcoxon	46
Tabela 2–	Tabela dos tempos	72
Tabela 3–	Tabela de posição inicial	81
Tabela 4–	Tabela de posição posterior	81
Tabela 5–	Tabela de tempo	81
Tabela 6–	Tabela de posição inicial	90
Tabela 7–	Tabela de posição do encontro	91
Tabela 8–	Tabela dos tempos do encontro	91

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	21
2.2	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CINEMÁTICA	22
3	DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DO PRODUTO	25
3.1	A PLATAFORMA MOODLE	25
3.2	DESCRIÇÃO DO ROTEIRO DE UTILIZAÇÃO	27
3.2.1	Primeira Etapa	27
3.2.2	Segunda Etapa	30
3.2.3	Terceira Etapa	32
3.2.4	Quarta Etapa	34
4	RELATO E DISCUSSÕES DA APLICAÇÃO DO PRODUTO	37
4.1	PRÉ-TESTE	37
4.2	PÓS-TESTE	40
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49
	APÊNDICE A - Primeira Etapa	52
A.1	ROTEIRO SOBRE GRANDEZAS FÍSICAS	52
A.2	INTRODUÇÃO À GRANDEZAS FÍSICAS	53

A.3	INTRODUÇÃO À GRANDEZAS VETORIAIS	58
A.4	ATIVIDADES DE FIXAÇÃO	63
A.5	MAPA DO BRASIL PARA A ATIVIDADE DE GPS	64
A.6	ROTEIRO DE ATVIDADE PARA ENTENDER O GPS	65
	APÊNDICE B - Segunda Etapa	66
B.1	ROTEIRO PARA A SIMULAÇÃO DE VELOCIDADES	66
B.2	INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA	67
B.3	ATIVIDADES DE FIXAÇÃO	69
B.4	ROTEIRO PARA EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO	71
	APÊNDICE C - Terceira Etapa	73
C.1	MOVIMENTO UNIFORME	73
C.2	ATIVIDADES DE FIXAÇÃO	77
C.3	ROTEIRO PARA EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO	79
	APÊNDICE D - Quarta Etapa	84
D.1	ENCONTROS DE MÓVEIS	84
D.2	ATIVIDADES DE FIXAÇÃO	86
D.3	ROTEIRO PARA EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO	89

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, ensinar física no Brasil, tornou-se um grande desafio, devido aos números de distrações e estímulos. São jogos online, aplicativos de celular, de modo que se deve criar maneiras de atrair o interesse dos alunos mostrando de aprender além de importante e divertido. O aprendizado em física deve ir além da manipulação de fórmulas, tem que ser algo vivo e vivido no cotidiano manter a qualidade da aprendizagem dos conceitos e manter o a atratividade nas aplicações e quantificação da matemática, com a álgebra e geometria.

Uma das ferramentas mais poderosas na atualidade que tem ajudado o ensino de física, são as TICs, as chamadas "Tecnologias de Informação e Comunicação", que está intimamente ligada a essa geração nativamente digital, praticamente conectado o tempo todo em Celulares ou Smartphones, PC's (*Personal Computer*), *Tablets*, entre outros. As TIC's, não só no Ensino de Física, mas em todas as áreas do conhecimento, vêm ganhando força a cada avanço e inovação tecnológica, com a devida inserção social com a adesão de muitos docentes ao uso das tecnologias em sala de aula.

O grande desafio é mostrar que esses equipamentos, dispositivos e tecnologias virtuais, podem e devem ser usados como ferramentas para o ensino de física, dando mais dinamismo e atratividade para o ensino e aprendizagem.

Com a difusão dos dispositivos tecnológicos móveis, como Celulares, Smartphones e *Tablet's*, os jovens e adultos têm investido muito tempo e energia no uso de seus equipamentos eletrônicos. Porém, se conseguirmos canalizar parte dessa energia e tempo para o aprendizado de física, poderemos atraí-los, utilizando estes dispositivos/aplicativos para melhorar a absorção de conteúdos em física.

Muitas pesquisas têm sido feitas para que a qualidade de ensino de física no Brasil aumente, mas isso perpassa pela formação do professor que ministra o conteúdo em sala de aula. Qualquer mudança de paradigma, demanda um investimento de tempo, dedicação e paixão pelo ensino, para sair da zona de conforto e se especializar cada vez mais e melhorar suas aulas, não importando as dificuldades que serão enfrentadas e o tempo de dedicação para inovar as aulas.

Dessa forma, a integração da tecnologia com projetos experimentais fortalece o aprendizado do aluno com relação aos conceitos ministrados.

A proposta deste trabalho, é de apresentar uma sequência didática que une exatamente o experimento, apresentando o conceito físico e a matemática relacionada com a simulação computacional, de modo que o aluno tenha o contato com ambas as formas de aprendizado.

Durante a prática de sala de aula, nota-se, em geral, que os alunos têm uma grande resistência ao componente curricular de física. Em muitos casos, isso ocorre, devido à forma que a matéria é ensinada no 9º ano por professores que não possuem licenciatura plena para lecionar a matéria. Já no 1º ano do ensino médio, a ênfase é dada ao tratamento matemático, de maneira que se repete de forma exaustiva, a resolução de equações e a discussão dos resultados e deixa-se de lado a parte conceitual, que também é importante. Desta forma o aluno aprende a resolver as equações de forma condicional (SKINNER, 1972) e mecânica (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), e muitas vezes os conceitos físicos, os fenômenos e as aplicação desses conceitos no cotidiano ficam prejudicadas, deixando de mostrar que a física seja vivida todos os dias. A contextualização é de fundamental importância para o aprendizado porque dá sentido ao que se está aprendendo.

O ensino básico tem passado por grandes dificuldades estruturais básicas nos quesitos de material de apoio ao ensino-aprendizagem, e com isso, a atenção dos docentes tem sido dividida em diversas tentativas para se equalizar esses problemas. Parte das soluções está vindo do mundo virtual, com a utilização de redes sociais, aplicativos de *Smartphone*, *Youtube*, *WhatsApp*, dentre outros (MARTINHO; POMBO, 2009), (CARDOSO, 2011). Cabe então, o desafio de atrair a atenção dos alunos para o conteúdo a eles ministrados a partir, dessas plataformas.

Deparamo-nos também com o despreparo dos professores no âmbito da sala aula, no que diz respeito a manutenção/revisão dos conceitos a serem ministrados, pois o próprio educando não consegue reservar um período extraclasse para tal ampliação teórica e planejamento do conteúdo visto, dificultando o processo de ensino-aprendizado.

Para ajudar a resolver essa situação devemos criar momentos em que os alunos interajam com o conteúdo de várias formas, com por exemplo, a utilização do computador ou *smartphone*, que são duas ferramentas preconizadas pelas TIC's, (MIRANDA et al., 2007) e, para o ensino de física propriamente dito, pela utilização de aulas experimentais (VILLANI C. E. P., 2003).

Partindo do pressuposto que estamos tratando com a nova geração, os chamados “nativos digitais”, apresentamos vários conteúdos programáticos de modo interativo com uma abordagem de conhecimentos digitais prévios, o que atraiu o discente e o deixou mais confortável no manuseio dos conteúdos.

Essa abordagem pedagógica na qual o aluno é auto instruído primariamente ao conteúdo a ser ministrado em sala de aula em modo introdutório, é conhecida na literatura como “*Just-In-Time Teaching*” (JTT), que se pode interpretar como: estudando em seu tempo (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015), (ROCHA; LEMOS, 2014). Nessa metodologia, em uma perspectiva cognitiva, teremos o efeito “Terra Arada”, onde o aluno estará mais propício para absorver o conhecimento de forma mais eficiente, dando efetivamente um caráter mais significativo ao processo de aprendizado (MOREIRA, 2012), (MOREIRA, 2013).

Para resumir o que se seguirá ao longo do trabalho, propusemos um roteiro do tipo JTT acoplado com uma análise quantitativa de pontos conceituais da cinemática com uma metodologia sequencial e didático-pedagógica para serem usadas de forma teórica, experimental e computacional, em um ambiente de sala de aula.

A utilização das tecnologias e da parte feita em laboratório reforça o aprendizado significativo, porque dá ao aluno vários caminhos para que ele fixe o conteúdo de uma maneira interativa, na qual ele faz parte do processo de aprendizagem, não como mero expectador, o que torna o aprendizado mais interessante e agradável. Utilizamos, portanto, a plataforma Moodle, onde estão postadas uma série de etapas que o aluno executará e a cada etapa uma parte do conteúdo será apresentado. Apresentaremos os detalhes ao longo do texto.

Como desenvolvimento efetivo de um produto final ao longo da execução desse projeto de mestrado profissionalizante em ensino de física, estamos propondo uma abordagem didático pedagógica em três partes:

1. Uma abordagem do tipo JTT.
2. Análise qualitativa e quantitativa dos resultados obtidos pelos alunos.
3. Abordagem expositiva e experimental em sala de aula.

Na parte 1, foi proposto aos professores que os alunos tivessem em mãos os conteúdos de cinemática que seriam lecionados na aula disponibilizados na plataforma de ensino a distância, Moodle, que é uma plataforma virtual de aprendizagem. Aproveitando a plataforma, utilizaremos os aplicativos da Google Maps, as ferramentas de lições, exposição de materiais em formato multimídia, as opções de fórum e os softwares confeccionados em ambiente do Programa Modellus na versão 4.01 de forma interativa.

Na parte 2, será realizada a prospecção de informações estatísticas associadas aos erros e acertos das atividades de fixação de conteúdo em formato de lição na plataforma Moodle. Com o intuito de diagnosticar os conceitos teóricos a serem abordados em sala de aula, de forma mais enfática para que o conteúdo programático seja assimilado integralmente ou em sua

máxima eficiência o professor analisará previamente as questões com maior percentual de erros. Assim, os conceitos teóricos inerentes à realização das tarefas serão o foco da aula expositiva do professor.

Na parte 3, foi proposto que de posse do relatório obtido na etapa 2, fosse confeccionado um plano de aula expositiva/experimental que permitisse a solidificação do conteúdo a ser abordado posteriormente sanando, assim, as maiores dificuldades teóricas dos alunos. No presente trabalho abordaremos os conceitos básicos de cinemática unidimensional. Todavia, o algoritmo proposto pode ser adaptado para qualquer conceito dos conteúdos de física. Para mensurar a aprendizagem dos alunos, foram aplicadas uma atividade avaliativa discursiva antes e uma depois da utilização da abordagem aqui proposta, preferencialmente em alunos do primeiro ano do nível médio da educação básica. Tal avaliação discursiva, foi tabulada e os resultados analisados estatisticamente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O projeto foi elaborado com a proposta de utilizar a tecnologia (TIC's) como ferramenta de aprendizagem, como simuladores, plataformas digitais, aplicativos, programas etc “é um dos maiores desafios no uso de TICs com os estudantes do Ensino Médio: motivar o uso da informática como ferramenta cognitiva de aprendizagem de Física e não, apenas e exclusivamente, como serviço de entretenimento ou comunicação, bastante comum no cotidiano deles.” (PIRES; VEIT, 2006) “e o ensino usando TICs exige do professor muito mais tempo de trabalho extra aula, agravando fortemente o problema de baixa remuneração do professor”.

Sabemos que isso faz com que o professor tenha que trabalhar mais no preparo da aula inicialmente, mas depois o roteiro fica para as aulas no futuro dando um dinamismo maior e também uma melhora no aprendizado. “e o ensino usando TICs exige do professor muito mais tempo de trabalho extra aula, agravando fortemente o problema de baixa remuneração do professor” (PIRES; VEIT, 2006)

Nesse trabalho utilizaremos a plataforma Moodle, a plataforma Moodle é um gerenciador de tarefas onde você pode colocar atividades, simulados, vídeos, fóruns. Ele proporciona controle e acesso ao que os alunos fizeram e quando terminaram as tarefas. Outra ferramenta que vamos utilizar é o simulador Modellus, ele é de fácil manuseio e bem interativo, onde podemos alterar seu parâmetros (posição, velocidade, aceleração.), e observar as mudanças que o movimento sofre. Essa ferramentas são do conhecimento de muitos dessa nova geração facilitando assim seu uso. “Trabalhos técnicos laboratoriais podem ser planejados para demonstrar cada modelo científico, porém estes são decorrentes da integração de experiências realizadas com diferentes enfoques, ou seja, uma experiência única nem sempre mostra aos estudantes um fenômeno inteiro. Neste caso, uma simulação por computador pode ser a única maneira de ultrapassar o problema” (SANTOS GUSTAVO H, 2006).

No momento atual os alunos estão cada vez mais envolvidos com estas ferramentas e com a utilização de experimentos de baixo custo para a concretização de uma aprendizagem significativa (GUIMARÃES, 2009), além da possibilidade de o aluno estudar em casa em seu tempo, “Just-in-Time teaching” (JTT), podendo verificar, previamente, o conteúdo a ser ministrado

(ARAÚJO; MAZUR, 2013).

O tempo de aprendizagem é diferente para cada um, temos que facilitar o acesso e condições para potencializar e otimizar o aprendizado. “A possibilidade do aluno ter contato com o conteúdo antes das aulas é um fator que auxilia na articulação mais adequada do conteúdo com o contexto do aluno, além de instigá-los na busca de informações que poderão vir a ser estruturadas em sala de aula” (SILVA; FIGUEIREDO; RODRIGUES,). Nessas condições o professor poderá aprofundar mais o conteúdo e também trazer para seu cotidiano, já que ele viu o conteúdo previamente, facilitando assim a assimilação e fixação.

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O ensino tem se comportado em muitos lugares, de uma maneira meramente mecânica e condicionada a uma simples repetição de atividades, de forma exaustiva e desinteressante. O professor fica como o detentor do conhecimento, ministrando de forma unilateral e mecânica aquilo que os alunos “devem” saber para passar de ano. Nessas condições, logo após as avaliações, tudo o que foi estudado desaparece, principalmente por que ele não vê significado no que está “aprendendo” e que lhe é apresentado de forma fria e não participativa, deixando muitas vezes o raciocínio crítico de lado, no que tange a aplicação diária dos fenômenos.

“A grade curricular dos conteúdos de Física está muito aquém das necessidades atuais, pois no seu cotidiano os alunos são “bombardeados” com informações que raramente são discutidas em aula” (PIRES; VEIT, 2004)

David Ausubel (MOREIRA; MASINI, 2006), defendia que o aprendizado deveria se dar de forma significativa na qual a estrutura cognitiva do aluno ficasse marcada para sempre como conhecimento. O aprendizado deveria utilizar o conhecimento que o aluno já possui e relacioná-lo com o que será ministrado, utilizando uma situação problema, partindo de uma discussão pela qual se construiria o conhecimento. Esse conhecimento prévio do aluno é chamado por Ausubel de subsunçor ou ideia-âncora. O subsunçor vai ganhando corpo à medida que o conhecimento é adquirido, por um efeito acumulativo, ficando cada vez mais rico e amplo no processo de aprendizagem, pois cada conhecimento aprendido passa a ser um novo subsunçor e assim o professor segue orientando e mediando os saberes e enriquecendo as subsunções, dando assim um novo significado ao conhecimento aprendido (TAVARES, 2007).

Essa lógica de aprendizagem, permite dar um significado ao conhecimento que foi construído com sua própria ajuda, (MOREIRA, 2012). Quando o aprendizado é construído com a participação do aluno, essas informações se integram em sua estrutura cognitiva de uma forma

muito mais eficaz agregando-se aos conhecimentos prévios anteriores. Percebe-se, portanto, que o conhecimento prévio é de grande importância para um aprendizado significativo, em muitos casos ajuda na construção do conhecimento, porém se o aluno não possuir subsunções de um dado conteúdo, isso pode dificultar o aprendizado. Da maneira que o conhecimento é passado hoje em dia, de forma mecânica e repetitiva, na maioria dos casos, cada conhecimento novo não é somado ao anterior e sim substituído, não gerando significado nem aumentando o conhecimento dos alunos. Entretanto, quando o professor usa o mundo que circunda o aluno, usa a linguagem que ele entende, estimula-o, incentiva-o, instiga-o e o faz pensar resolvendo situações e problemas cotidianos seus conhecimentos prévios vão se ampliando e o aprendizado acontece de forma efetiva, significativa e prazerosa.

2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CINEMÁTICA

Nesse processo do ensino da Cinemática é fundamental que o aluno chegue ao final do processo com um aprendizado significativo sobre os conceitos de referencial, posição, trajetória, deslocamento, distância percorrida, velocidade escalar, velocidade média e instantânea, movimento uniforme, classificação do movimento uniforme e análise dos gráficos do movimento uniforme.

A aprendizagem significativa pode ser trabalhada, a cada etapa, antes que o professor lecionasse o conteúdo em sala, de modo que o aluno chegará com os conceitos previamente vistos facilitando assim seu aprendizado, e de acordo com a proposta apresentada na introdução, o professor terá acesso através da plataforma Moodle em qual parte do conteúdo a turma está com mais dificuldade, obtendo um perfil prévio da turma e onde ele deverá dar uma maior atenção, não deixando de lado os outros conteúdos.

Vale frisar que após uma aula ministrada pelo professor, é sempre recomendado que o aluno tenha contato com equipamentos de um laboratório, ou mesmo na sala de aula, por exemplo, com experimento de baixo custo, tais práticas vêm reforçar o conteúdo trabalhado em cada etapa fazendo a junção do conceito teórico com a prática experimental.

Utilizaremos os conhecimentos prévios (AUSUBEL, 1973) dos alunos como fonte de estímulo para o envolvimento nas atividades, habilidades tecnológicas com a informática, as TIs, que motivarão e trarão para o aluno algo que está no seu cotidiano. Estimularemos o aprendizado por meio de debates sociointeracionistas. As defesas das ideias fixarão e unirão os alunos pelo debate, e com isso, os levarão a um crescimento tanto no aprendizado como nas relações humanas (entre os colegas de sala) de forma que o aprendizado seja duradouro e significativo.

“Nos dias atuais, estudos que identificam dificuldades dos alunos na aprendizagem de um determinado conteúdo de Física não têm se restringido somente a detecção das dificuldades, mas também apresentam concomitantemente alguma alternativa que os auxilie a superá-las” (DORNELES; ARAUJO; VEIT, 2006)

A sociedade evoluiu em conhecimento e no acesso a informação como nunca antes visto, com alguns segundos conseguimos realizar uma pesquisa ampla sobre qualquer assunto. Como consequência disso, a forma de ensinar teve que mudar. Hoje, já não cabe mais apenas a forma expositiva na qual o professor fala e o aluno ouve, claro que essa forma de ensino tem seu valor e importância, mas não deve ser a única. O professor deve, então, procurar artifícios para que o aprendizado seja facilitado, com por exemplo a utilização de experimentos a baixo custo (SANTOS E. I., 2004), trazendo os conceitos de forma concreta e de fácil utilização. O aluno perceberá que a física, para o nosso caso de estudo, a cinemática, não é algo teórico e distante de sua realidade, coisas que só os grandes gênios conseguem entender, e sim algo que faz parte de suas vidas, concreta e extremamente útil para a sociedade, tanto para o conforto como para a sobrevivência. A utilização de experimentos a baixo custo facilitará o ensino-aprendizado em vários aspectos, principalmente, devido à carência das escolas em termos de recursos, tais como as dimensões dos experimentos devem ser tais que todos os alunos possam ter uma boa visibilidade; a reprodução que possa ser feita por qualquer pessoa, que não seja necessário laboratório ou sala ambiente e por último, que o material utilizado seja de fácil transporte.

O ensino de física é considerado por muitos, algo difícil, tanto pelo professor como para o aluno, (D'AMBROSIO, 1989). Essa materialização do conteúdo deixa a matéria mais agradável e interessante para o aluno que sente que ele faz parte do conhecimento e que está construindo seu aprendizado. Como estamos na era da informática, na qual, nossos alunos são nativos digitais não podemos deixar de utilizar essa ferramenta a nosso favor, de modo que os conteúdos fiquem mais atrativos.

No ensino da Cinemática, o cerne de nossa aplicação, uma das grandes dificuldades do aluno é o grau de abstração que ele deve ter desde o último ano do ensino fundamental I, o professor deve incentivar a criatividade e a imaginação deles por meios de jogos, brincadeiras, entre outras ferramentas.

É preciso falar também do tratamento matemático que é exigido, no qual, os alunos se perdem em fórmulas, variáveis, raízes e outras operações e expressões matemáticas (MOURA PAULA CRISTINA E VIAMONTE, 2012). A matemática no desenvolvimento da Física é de extrema importância, não apenas para complementar os conceitos científicos, mas para dar consistência a suas ideias (ABE, 1989). A cinemática não é apenas um conjunto de fórmulas matemáticas

que devem ser resolvidas sem o entendimento do que se está resolvendo, sem saber o significado físico do resultado nem a interpretação desse resultado. A modelagem vem para facilitar a visualização e compreensão da cinemática trazendo o aluno para ver, sentir e entender os significados de seus resultados.

“É indiscutível a necessidade crescente do uso do computador pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras” (LARANJEIRA, 1998).

“O ensino da Física, em especial os conceitos da cinemática, tem no uso da informática a possibilidade de descrever por meio de simulações, movimentos que antes eram apenas imaginados pelos alunos. (MENDES, 2015).

Uma ferramenta de grande utilidade é o Programa Modellus, citado anteriormente, um simulador que ajuda na visualização de conceitos de forma fácil, interativa e simultânea complementando a aula expositiva ministrada pelo professor. Percebemos que os alunos ficam mais participativos quando o professor utiliza vídeos, animações e computadores fazendo um casamento de formas de ensino agregando conhecimento, deixando o aprendizado mais agradável e fácil (CAMILETTI; FERRACIOLI, 2001).

Tradicionalmente, a física é considerada pelos professores uma disciplina difícil de ser ensinada e conseqüentemente os alunos relatam dificuldades de aprendizagem dos conteúdos. Por isso, procedimentos alternativos de ensino certamente são necessários para instigar a participação dos alunos e aumentar o interesse pelos conteúdos ministrados nas aulas de física. Esses procedimentos devem ser dinâmicos e permitirem a participação interativa dos alunos. A sociedade hoje, com toda a tecnologia que dispõe não aceita mais um procedimento de ensino exclusivamente expositivo. Isso se reflete na falta de interesse dos alunos em aulas convencionais. Além disso, boa parte dos alunos do ensino médio não são mais estudantes em tempo integral, o que exige ainda mais do professor em relação ao planejamento de aulas que atendam às necessidades dos alunos.

“As modernas técnicas computacionais têm tornado as representações visuais e simulações computacionais fáceis e verdadeiramente espetaculares. Ao mesmo tempo, contudo, elas têm criado uma tendência perigosa de um uso exagerado de animações e simulações considerando-as como alternativas aos experimentos reais, como se tivessem o mesmo status epistemológico e educacional” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

3 DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DO PRODUTO

Neste capítulo, faremos uma descrição do produto, definido como sendo, uma sequência didática para cinemática escalar, usando o experimento e a simulação computacional, que é o título desta dissertação. Serão quatro encontros online com as atividades na plataforma Moodle e quatro encontros em laboratório para as experimentais.

3.1 A PLATAFORMA MOODLE

Para a utilização do produto o professor vai precisar, de um objeto para a experiência (que será explicado em detalhes mais tarde), cronômetro, papel milimetrado, régua, mapas, barbante e da plataforma Moodle ¹ ou qualquer outra plataforma que faça a interação entre os alunos da turma e o professor. Esse trabalho foi idealizado para as escolas que possuem a plataforma Moodle e o professor será o administrador do curso. Outra possibilidade é utilizar um blog é o Google form para executar esse produto. Após essa etapa, com o curso criado, o professor fará o upload das atividades que serão feitas pelos alunos. Esta plataforma é bem interativa e autoexplicativa, mas uma pesquisa sobre essa plataforma deve ser feita para a melhor utilização do Moodle, isso exige tempo e dedicação, mas depois de feito facilitará a dinâmica do aprendizado.

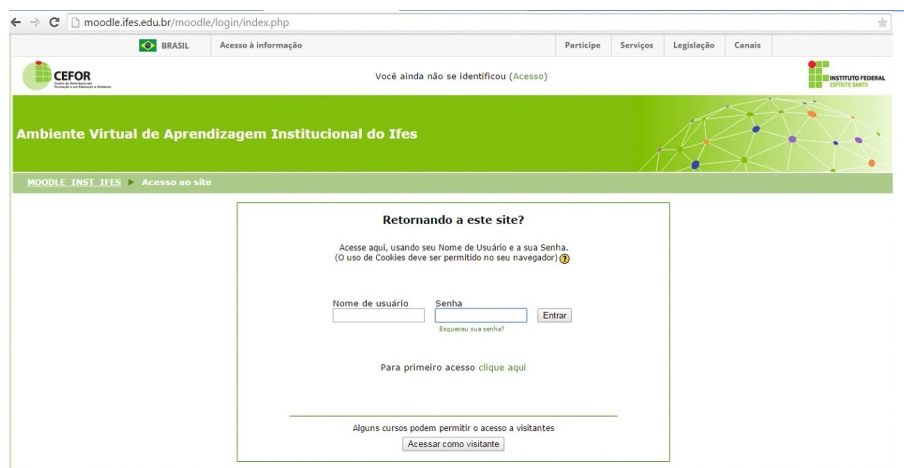
O produto usará os conhecimentos prévios dos alunos e a sua percepção do cotidiano, novas tecnologias e a possibilidade de eles estudarem em seu próprio tempo, em casa, como ferramentas de aprendizado. Antes da aplicação do produto, será feita uma avaliação diagnóstica, pré-teste, para servir como parâmetro dos conhecimentos que os alunos possuem. Após a aplicação do produto um pós-teste será aplicado e comparado com o teste anterior para verificar se houve um aprendizado significativo.

Com o curso criado e os recursos e atividades instalados na plataforma, o aluno terá de se

¹Pode-se usar também uma outra ferramenta, tipo o BLOG, disponibilizada pela empresa Google Enterprise através do site, <https://blog.google/>. Usamos a plataforma moodle pois o Ifes disponibiliza esta ferramenta aos professores

inscrever na plataforma. Entrando em seu domínio clicando em primeiro acesso e fazendo seu cadastro. Ver figura 1.

Figura 1 – Frente da página do Moodle disponibilizado pelo Cefor, Ifes.



Fonte: Site Moodle-Cefor, Ifes.

O professor deve estar como administrador da plataforma, deve seguir os seguintes passos:

- Entrar no curso em questão, criado na plataforma Moodle;
- Clicar em participantes;
- Em editar;
- Em alunos;
- Inscrever os alunos.

Com isso, eles já estarão cadastrados na plataforma Moodle, no curso de seu interesse. A partir desse momento, os alunos terão acesso aos recursos instalados no curso em que foram inscritos executando os procedimentos que foram desenvolvidos para o seu aprendizado. Após o cadastro, o aluno receberá uma senha para entrar na plataforma, mas ainda não conseguirá utilizar os recursos do curso criado pois o professor deverá aceitar a inscrição.²

Na figura 1, a imagem é da página de acesso inicial do Moodle, hospedado no Centro de Referência em Formação e em Educação a Distância do Ifes - Cefor, que é um *Campus* do Ifes responsável pelo ensino a distância, como o próprio nome já diz, localizado no bairro de Jucutuquara, Vitória, ES. distância.

²O procedimento é parecido para o professor que usaria uma ferramenta como o Blog.

3.2 DESCRIÇÃO DO ROTEIRO DE UTILIZAÇÃO

Nesta seção descreveremos o roteiro de utilização do produto a partir da plataforma Moodle, descrita na seção anterior, também do programa gratuito Modellus de simulação computacional.

O software Modellus é uma aplicação disponível gratuitamente que permite que os alunos e professores utilizem a matemática para criar ou explorar modelos de forma interativa (MODELLUS, 2017). O Modellus é usado para introduzir a modelação computacional, para permitir uma criação fácil e intuitiva de modelos matemáticos usando apenas notação matemática padrão, por ter a possibilidade de criar animações com objetos interativos que têm propriedades matemáticas expressas no modelo, para permitir a exploração de múltiplas representações e para permitir a análise de dados experimentais em forma de imagens, animações, gráficos e tabelas”

O aluno deverá instalar em seu computador pessoal o software Modellus 4.01, no Sistema Operacional Windows, ou usá-lo na instituição escolar em questão, para o nosso caso o Ifes, *Campus Cariacica*.

3.2.1 Primeira Etapa

A primeira etapa se restringe ao aluno abrir o programa no qual montamos a simulação no Programa Modellus. Inicialmente, ele abrirá o programa, na plataforma Moodle, chamado "Referencial", ver figura 2, apertando o botão "Play" e observará o que acontece. Após a utilização da simulação, o aluno participará de um fórum, na própria plataforma Moodle, com o nome, "Quem está parado ou em movimento?", para discutir o que foi observado na simulação, opinando e se apropriando das discussões com os outros colegas da mesma turma. Este ambiente de discussão trará inicialmente as perguntas que os alunos deverão ter, a partir deste conhecimento prévio não aprofundado.

No fórum, colocamos a seguinte pergunta para interação entre eles: Discuta com seus colegas quem está em movimento, a menina, o carro ou o planeta. Justifique sua resposta. Ver figura 3.

O botão localizado na figura 3, controla a velocidade da menina e do carro, ambos em movimento.

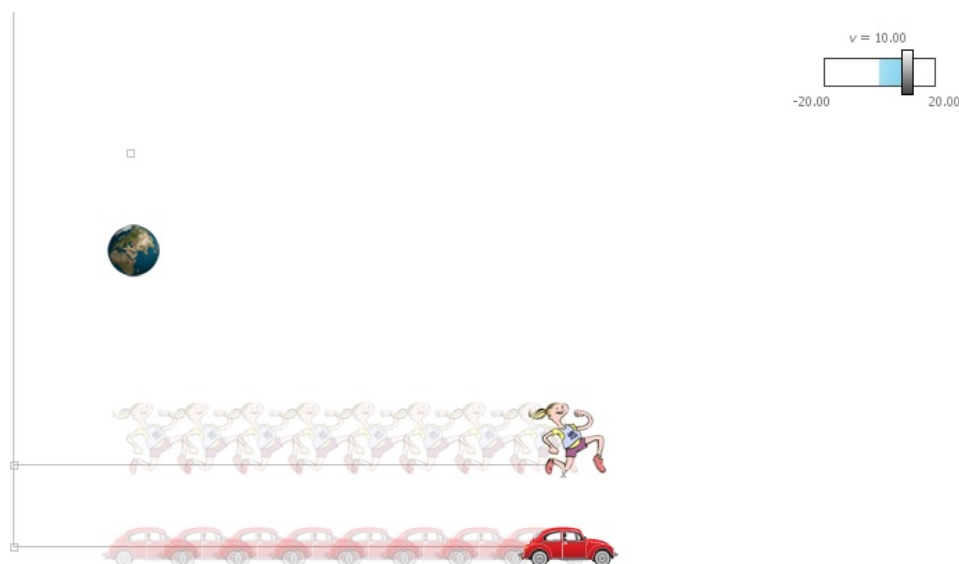
Após o fórum, o aluno vai seguir um roteiro "Roteiro sobre grandezas físicas", que é uma sequência de ações a serem feitas pelo aluno no site Google maps. Essa sequência ajudará o aprendizado dos conceitos de trajetória, posição, deslocamento, distância percorrida, tempo e velocidade. Os passos para a utilização da ferramenta Google Maps, estão no Apêndice A.

Figura 2 – Frente da primeira etapa na página do Moodle.

The image shows a Moodle course interface. On the left, there is a navigation menu with sections: 'Pesquisar nos Fóruns', 'Administração', and 'Meus cursos'. The 'Administração' section includes options like 'Ativar edição', 'Configurações', 'Designar funções', 'Notas', 'Grupos', 'Backup', 'Restaurar', 'Importar', 'Reconfigurar', 'Relatórios', 'Perguntas', and 'Arquivos'. The 'Meus cursos' section lists 'Calculo I', 'Câmara de Graduação', and 'CEPE - Conselho de Ensino'. The main content area on the right displays a list of activities and resources, starting with 'Baixe e instale o programa Modellus. Agora baixe a simulação "Referencial"', followed by 'Modelus', 'Referencial', 'Aperte o play na simulação referencial o observe o que acontece', 'Quem está parado ou em movimento?', 'Clique no roteiro Grandezas Física e siga os passos', 'Roteiro Sobre Grandezas Físicas', 'Leia a lição com atenção', 'Introdução a Gradezas Físicas', 'Resolva a atividade de fixação', 'Atividade de Fixação Grandezas Físicas', 'Abra a atividade Grandezas Físicas Vetoriais e siga os passos com atenção', 'Atividade Grandezas Físicas Vetoriais', 'Baixe a simulação e o roteiro e siga os passo e não se esqueça do gráfico na simulação', 'Determinar elementos na Cinemática', 'Roteiro de Velocidade', 'Leia a lição com atenção', 'Grandezas Físicas Vetorial', 'Faça a atividade com atenção', and 'Atividade de Fixação Grandezas Físicas Vetorial'.

Fonte: Site Moodle-Cefor, Ifes.

Figura 3 – Simulação de Movimento entre referenciais no programa Modellus.



Fonte: Programa Modellus.

Durante o roteiro, colocamos algumas questões para que ele responda:

- (1) O que significa essa área em destaque no site?
- (2) Olhando para essa imagem, descreva o significado do ponto em destaque.

(3) Determine a distância entre sua casa e sua escola.

(4) Determine o tempo entre sua casa e sua escola.

Depois dessa etapa, o aluno estará apto, a partir de seus conhecimentos prévios, para responder as perguntas propostas acima. Agora na próxima etapa o conteúdo visto pelos alunos será apresentado de uma maneira mais formalizada através da lição, isso seguirá na segunda etapa.

A lição traz o conteúdo visto pelo aluno anteriormente de maneira mais formal, porém de uma maneira bem acessível a sua leitura, facilitando a compreensão e a fixação do conteúdo que foi trabalhado anteriormente. O aluno irá acessar na plataforma Moodle o item lições e abrirá a lição "Introdução às grandezas físicas", ver figura 2.³ Em seguida o aluno abrirá a "Atividade de fixação Grandezas Físicas". Ele continuará na plataforma no item posterior, "Atividade de fixação Grandezas Vetoriais", que agora abordará noções básicas de vetores, como deslocamento e velocidade (que será abordada no próximo item) e unidades de medidas, a partir de opções que o site Google Maps oferece. Nessa mesma atividade, o aluno entrará em um simulador do site "Phet Colorado" (PHET..., 2017).

O próximo item, trataremos de uma introdução de movimento, a partir de um programa de simulação que está hospedado na Plataforma Moodle. Na plataforma, figura 2, pedimos que o aluno acesse o item "Determinar elementos na cinemática", que abrirá o programa Modellus, "Simulação-Velocidade", mostrando assim o movimento de um carro e seu gráfico, em que há a liberdade de se alterar a velocidade, o sentido e a posição do carro, ver figura 4. No item a seguir, "Roteiro de Velocidade", ver Apêndice B, consta os passos para o aluno usar o programa.

Na figura 4, ao lado do gráfico, o botão da direita altera a posição inicial do carro e o da esquerda a velocidade.

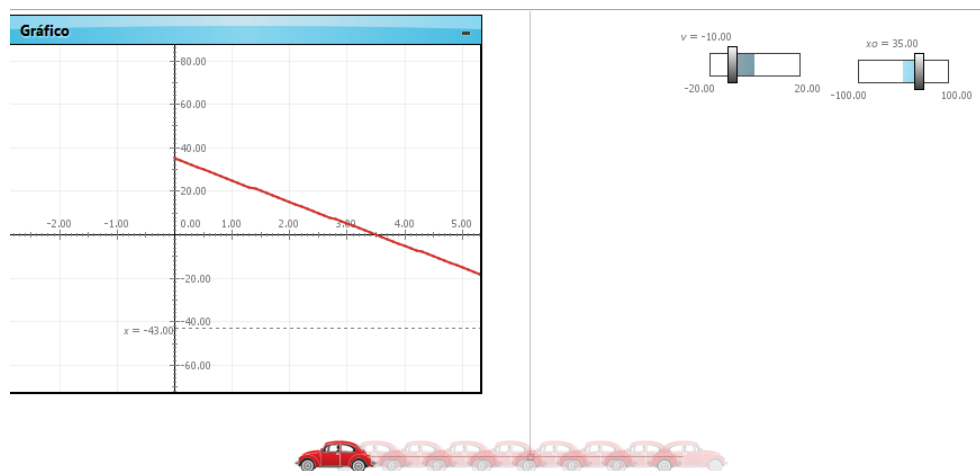
Em seguida, ele fará a lição "Grandezas Físicas Vetoriais", Apêndice A, que aborda de forma bem simples o tratamento de vetores, não antecipando o conteúdo de vetores propriamente dito. Esta lição é importante, apenas para situar o aluno no que diz respeito aos conhecimentos de módulo, direção e sentido, adquiridos a partir do manuseio do site do Google Maps.

Em seguida à leitura dessa lição, no item seguinte, o aluno fará atividades de fixação do conteúdo que mostrará seu aprendizado significativo destes conceitos e com isso, professor conseguirá detectar os pontos onde houve dúvidas e poderá "atacá-los" em sala de aula.

Após todas essas etapas, que foram feitas na semana anterior à ministração de conteúdo

³Este arquivo de lição também está disponibilizado como PowerPoint no DVD em anexo com o produto

Figura 4 – Simulação de Movimento Retilíneo Uniforme no Modellus.



Fonte: Programa Modellus.

pelo professor principal, sugerimos, que os conteúdos que o professor principal deve abordar durante a sua aula expositiva seja: Referencial; Trajetória; Posição; Deslocamento; Distância percorrida; Tempo; Noções de Vetores, (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007).

3.2.2 Segunda Etapa

Para esta segunda etapa, a sequência das atividades propostas ao produto está definida na figura 5

Figura 5 – Frente da segunda etapa na página do Moodle.

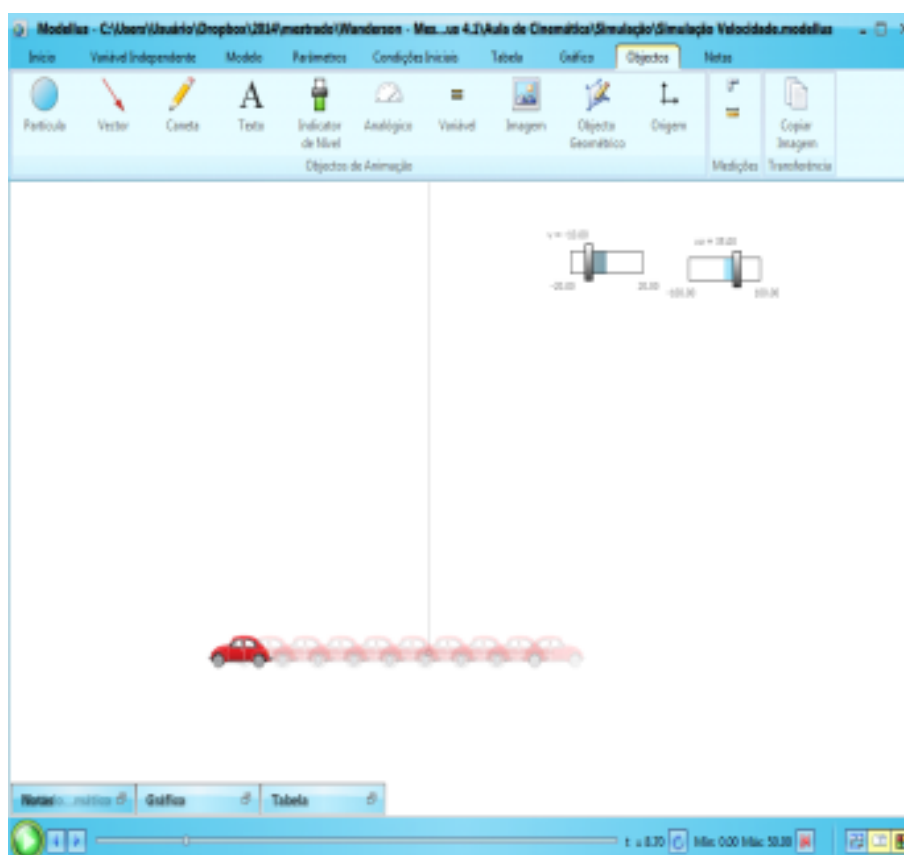
Fonte: Site Moodle-Cefor, Ifes.

O aluno, de posse do programa Modellus, que está na plataforma Moodle, instalado em seu computador. Com isso terá o acesso às simulações que serão utilizadas no processo da aula. O

aluno baixará e abrirá a simulação “Velocidade”, junto com o roteiro da utilização. Esse roteiro tem uma série de informações e ações que o aluno deverá executar. Essas ações são interativas, de modo que o aluno não ficará apenas observando o simulador funcionando, ele interagirá com os parâmetros e modificará o que se observa e relatará se houve mudança e quais foram. Segue os passos para a o uso da simulação do programa modellus na plataforma Moodle:

Abra a simulação "Velocidade", em seguida abra o arquivo roteiro com nome "Velocidade" e siga as orientações, ver Apêndice B e ver figura 6.

Figura 6 – Simulação de Velocidade no Modellus.



Fonte: Programa Modellus.

Após o uso do programa de simulação e de ter completado as ações do roteiro, o aluno fará a lição e a atividade de fixação, que organizará e formalizará o conhecimento adquirido de forma intuitiva, apenas pela observação. O aluno abrirá o arquivo introdução à "Cinemática 1", que contém uma lição teórica, que o conduzirá a atividade de fixação do aprendizado, que também estará no Apêndice B.

Após as atividades realizadas nesta etapa na plataforma o aluno terá a aula que será ministrada pelo professor que explicará os conceitos de Velocidade e classificação do Movimento,

velocidade Média e Velocidade Instantânea.

Quando o professor concluir a aula de teorização com os alunos, será realizada uma atividade experimental para que os conceitos de posição inicial, posição final, deslocamento, velocidade, velocidade média, velocidade instantânea e classificação do movimento sejam fixados. Os alunos farão a montagem do equipamento para o uso experimental que será usado nas semanas seguintes, lembrando que este experimento é de baixo custo. Para o nosso caso, o aluno construirá um equipamento apropriado para medir velocidades constantes.

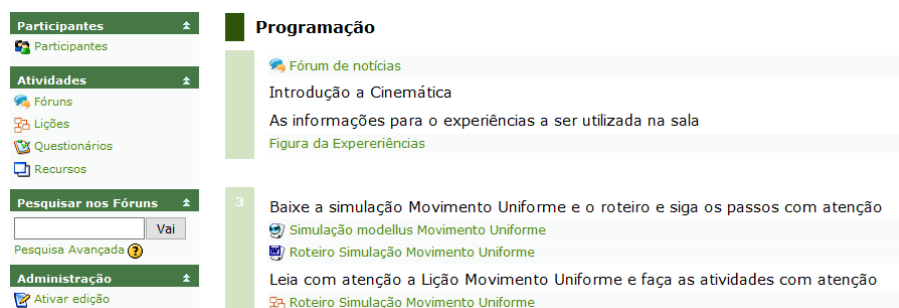
O experimento será feito com uma mangueira transparente presa a um suporte de madeira e ao seu lado uma fita métrica. Dentro dessa mangueira colocaremos água e uma esfera que se moverá por dentro da mangueira de maneira livre e sem atrito com a parede da mangueira. Ponto importante é que a mangueira não poderá estar totalmente cheia para que uma bolha de ar também possa se movimentar no processo de aplicação. A utilização desse experimento trará novamente os conceitos de posição, deslocamento, tempo, velocidade, e classificação da velocidade. Este roteiro se encontra na plataforma Moodle para download do aluno e também no Apêndice B.

Após as atividades experimentais apresentadas, o aluno retornará para plataforma Moodle para fazer mais uma etapa do aprendizado, que seguirá adiante.

3.2.3 Terceira Etapa

Iniciamos a terceira etapa, apresentando a sequência das atividades propostas na plataforma Moodle ao produto, disposta na figura 7

Figura 7 – Frente da terceira etapa na página do Moodle.



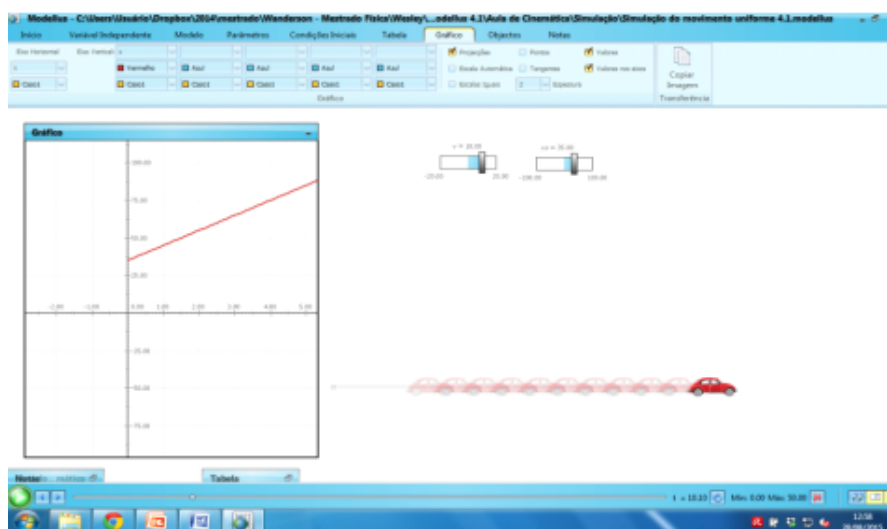
Fonte: Site Moodle-Cefor, Ifes.

Nessa etapa os alunos voltarão a interagir com a plataforma Moodle e baixarão a simulação do programa Modellus, “Movimento Uniforme”, ver figura 8, e em seguida o roteiro com as

orientações a serem seguidas, que se encontra no Apêndice C.

A simulação dará ao aluno uma noção do que é um movimento retilíneo uniforme e também o que acontece quando a sua velocidade muda de sentido (sinal) e mostrará ainda o comportamento do gráfico, posição versus tempo, em cada uma das situações do roteiro.

Figura 8 – Simulação de movimento uniforme no Modellus.



Fonte: Programa Modellus.

O programa de simulação "Movimento Uniforme", tem um roteiro para se seguir. O roteiro terá uma sequência interativa onde o aluno manipulará os elementos e observará o que acontece a cada alteração.

Após a utilização da simulação o aluno terá uma boa noção dos tipos de movimento, progressivo, retrógrado, quando o móvel passa ou não pela origem, via gráfico e pela visualização do objeto móvel, disposto na figura 8.

Depois dessa etapa ele estudará a lição que novamente trará a formalização do conhecimento que ele observou na simulação. Ao fim da utilização da simulação, o aluno fará a lição "Movimento Uniforme 1", do Apêndice B, que já consta com as atividades de fixação.

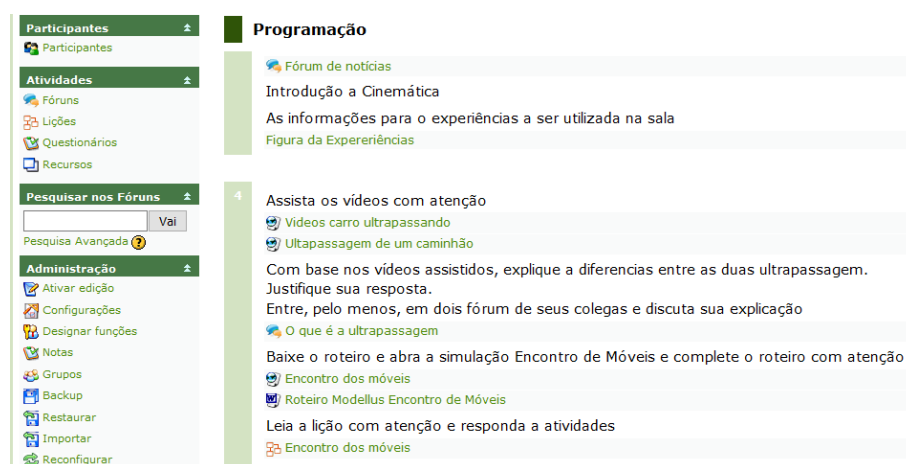
A partir de agora o professor ministrará sua aula presencialmente e diante disso, sugerimos ao professor um roteiro de conteúdos: Movimento Uniforme; Velocidade constante; Gráfico de velocidade versus tempo; Gráfico de posição versus tempo; Funções horárias da posição e velocidade pelo tempo; tempo negativo, para gráficos de posição versus onde o móvel pode ser descrito antes da origens das posições (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007).

Na sequência da aula ministrada pelo professor o aluno retornará ao laboratório onde utilizará o experimento construído a baixo custo, para fixar os conceitos que já foram vistos, mostrando que, experimentalmente, aquilo que ele estudou, teoricamente, se confirma na prática. Para isso, o aluno, utilizará um roteiro, ver Apêndice C, com papel milimetrado para confecção do gráfico posição versus tempo.

3.2.4 Quarta Etapa

Iniciamos a quarta etapa, apresentando a sequência das atividades propostas na plataforma Moodle ao produto, disposta na figura 9.

Figura 9 – Frente da quarta etapa na página do Moodle.



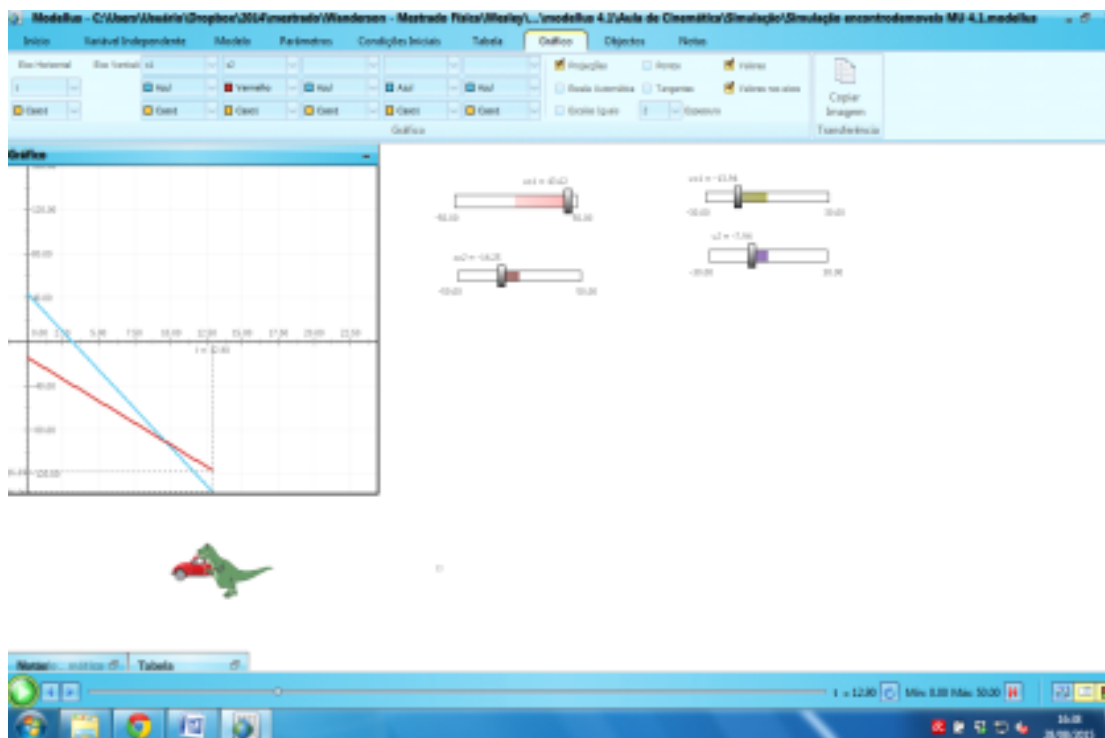
Fonte: Site Moodle-Cefor, Ifes.

Nessa etapa, na plataforma Moodle, o aluno começará as atividades assistindo dois vídeos gratuitos do youtube (ULTRAPASSADO..., 2008), (ULTRAPASSANDO..., 2012), e com base no que foi observado, participará de um fórum e fará um debate para responder a pergunta: do ponto de vista da cinemática, o que seria um encontro? Os dois vídeos mostram a ultrapassagem de dois carros, dando indícios do que seria um encontro, lembrando que o encontro acontece quando os móveis passam pela mesma posição no mesmo instante, que neste caso seria um termo técnico em física. Há encontros que pode ocorrer colisões de objetos, se os objetos estiverem na mesma pista, e outros casos que eles passam um paralelamente ao outro, não ocorrendo colisão, como visto nos vídeos.

Após a interação entre os alunos através do fórum onde eles debaterão o que se observou nos vídeos, eles baixarão a simulação do Programa Modellus, "Encontro de Móveis", mostrado na figura 10, e para esta simulação o aluno deve baixar um roteiro para utilização. De modo

que esta simulação trará à vista quando os corpos se encontram ou não, sob o ponto de vista da cinemática, quando os gráficos se cruzam ou não, caracterizando assim tais acontecimentos.

Figura 10 – Simulação para movimento relativo unidimensional entre objetos.



Fonte: Programa Modellus.

Os botões da esquerda e da direita, referem-se a posições iniciais e velocidades de ambos os objetos, o carro e o "dinossauro".

Com a realização de todos os passos na simulação, o aluno se apropriará da lição "Movimento Uniforme 2", ver Apêndice D, que formalizará aquilo que foi observado em sua maneira mais simples. Após sua leitura, ele fará uma atividade de fixação e de avaliação do aprendizado, para verificar o que foi absorvido do conteúdo.

Logo após todas as atividades propostas nesta etapa, o professor, em sua aula, ministrará o conteúdo dos conceitos estudados previamente pelo aluno. Sugerimos ao professor um roteiro de conteúdos: Movimento uniforme; Encontro de Móveis (partículas); Ultrapassagem de corpos extensos (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007).

Ao final da ministração do conteúdo feita pelo professor, entrará a parte experimental, com a

utilização do roteiro, ver Apêndice D, por meio do qual, o aluno concretizará o que foi explicado pelo professor e as atividades apresentadas na plataforma.

Pode-se verificar que essas ações foram recorrentes ao longo da aplicação do produto, de modo que percebemos um ganho no aprendizado do aluno a partir dos conhecimentos prévios adquiridos antes das aulas presenciais serem ministradas.

4 RELATO E DISCUSSÕES DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

Neste capítulo, descreveremos a aplicação do produto apresentado e detalhado no capítulo anterior com base na metodologia apresentada.

O produto foi aplicado no conteúdo de cinemática da disciplina de física (conteúdo curricular) de uma turma de primeiro ano do curso técnico integrado em Administração do IFES, *Campus Cariacica*, na qual, um professor efetivo da coordenadoria de física ministrava as aulas como professor principal.

Usamos uma aula para apresentar o produto em questão e o seu objetivo, que por fim, foi incorporada à parte da metodologia descrita no plano de ensino, usada, portanto, pelo professor principal. Logo após a explicação de como seria a aplicação do trabalho para os alunos, houve uma grande aceitação, por se tratar de um diferencial, no que diz respeito à introdução da parte computacional e experimental, a qual não é contemplada na ementa dessa disciplina. Frisamos, que um dos motivos da aceitação é o fato de o trabalho envolver tanto a área digital, usada pela plataforma Moodle, quanto a parte experimental com experimentos de baixo custo, produzidos pelos próprios alunos. Devido à carga horária apertada da disciplina, realizamos tal trabalho no contra turno.

A fim de atendermos o método de aprendizagem significativa, aplicamos uma avaliação de conhecimentos prévios aos alunos sobre o conteúdo que iria ser ministrado pelo professor principal. Nosso papel (aplicador do produto) foi de realizar a aplicação desta avaliação e produzir um gráfico antecipadamente ao momento em que o professor principal fosse apresentar tal conteúdo, para que ele atacasse os problemas enfatizando as deficiências notadas na pesquisa.

4.1 PRÉ-TESTE

O pré-teste consiste de perguntas discursivas, mas com respostas diretas com o mínimo de subjetividade, relativas às etapas apresentadas no capítulo anterior. Por se tratar de turmas de primeiro ano, o conhecimento prévio está relacionado ao conteúdo supostamente apresentado

no nono ano do ensino fundamental e a conceitos intuitivos de cinemática básica, com uma matemática simples.

Como dissemos, este teste foi apresentado antes do professor iniciar suas atividades, isto é, antes da realização da primeira etapa - a aplicação do produto. Como foi dito anteriormente, esse pré-teste, foi proposto como um teste de diagnóstico. Segue abaixo as perguntas apresentadas no pré-teste:

1. Como podemos classificar se um corpo está em movimento ou parado?
2. Como seria, na sua opinião, a definição de trajetória?
3. Como podemos definir o que é tempo?
4. Qual a diferença entre deslocamento e distância percorrida?
5. Mostre a diferença entre velocidade média e velocidade instantânea.
6. Defina o que é um movimento progressivo e um movimento retrogrado.
7. O que é movimento retilíneo uniforme?

Texto para as questões (8), (9) e (10).

Um corpo parte da posição $20m$, quando seu cronômetro é zerado, sabendo que ele está com uma velocidade constante de $-2m/s$. Determine:

8. A posição após 4 segundos;
9. O instante em que ele passa pela origem;
10. A classificação do movimento.
11. Como podemos definir a diferença de corpo pontual e de corpo extenso?
12. O que define quando dois móveis se encontram?

Texto para as questões (13) e (14).

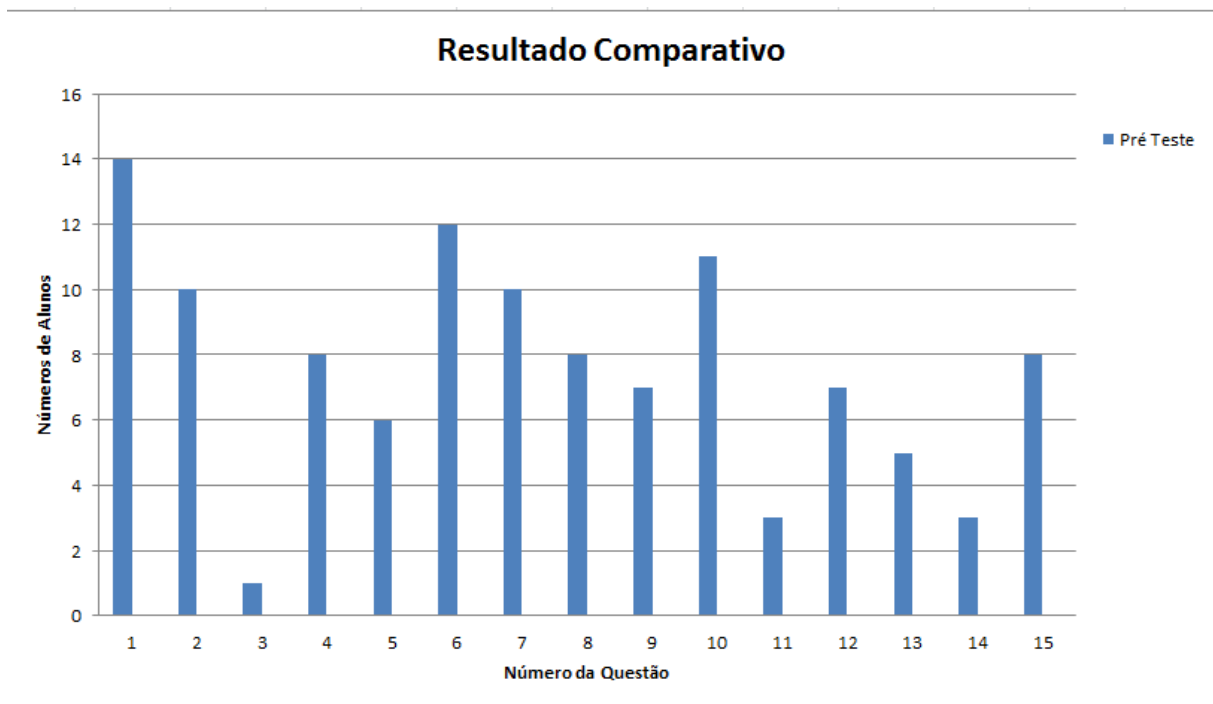
Um carro sai da posição $-20m$ com velocidade constante de $2m/s$, e ao mesmo instante um outro carro parte da posição $100m$ com velocidade constante de $-4m/s$.

13. Calcule o instante do encontro;
14. Calcule também a posição do encontro.
15. Um trem de $100m$ de comprimento está com uma velocidade constante de $20m/s$, quando entra em um túnel de $60m$ de comprimento. Determine o tempo que o trem gastará para atravessar o túnel.

O gráfico da figura 11, descreve o número de alunos que acertaram as perguntas descritas acima, ou seja, está relacionando aos acertos dos alunos por questão aplicada. Este pré-teste foi feito em um universo de 20 alunos de uma mesma turma, que corresponde a um pequeno espaço amostral comparado à quantidade de turmas que um professor geralmente leciona.

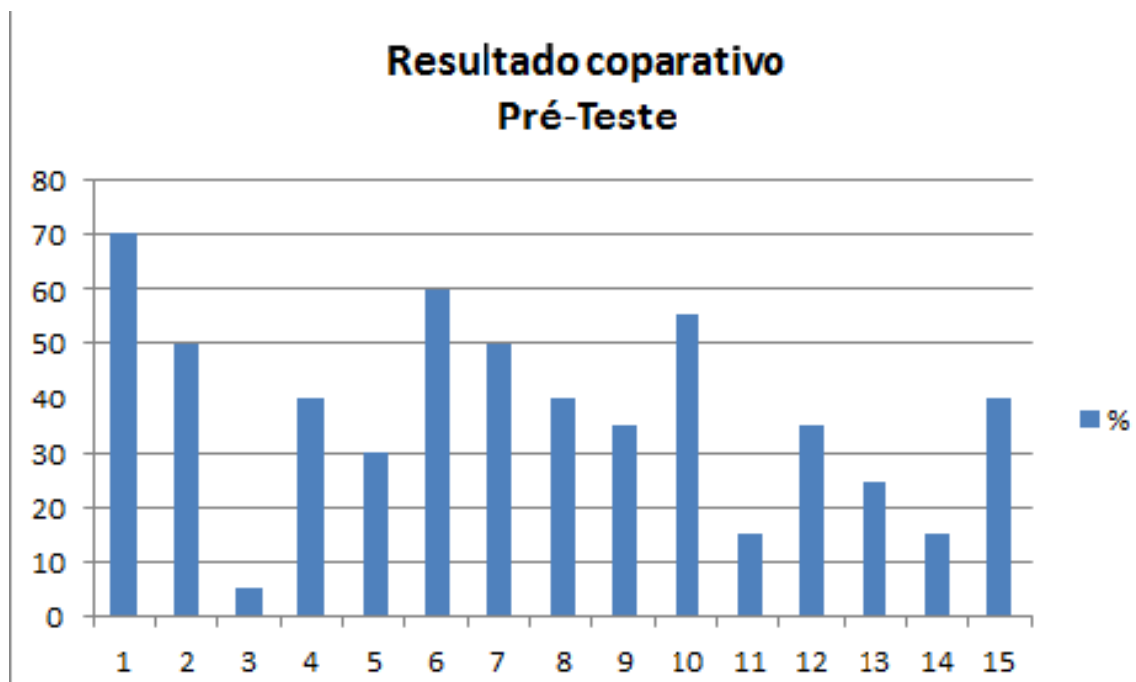
Podemos também mostrar o gráfico com porcentagens na figura 12.

Figura 11 – Gráfico do pré-teste



Fonte: Própria.

Figura 12 – Gráfico do pré-teste em porcentagens



Fonte: Própria.

As questões de 1 a 4, tratam de conhecimentos de localização (posição), referencial, trajetória ou caminho percorrido, deslocamento e tempo. Nos problemas seguintes já tratamos dos conhecimentos de velocidades média, instantânea, encontros de objetos, objetos pontuais e extensos.

Podemos perceber no gráfico da figura 11, que houve erros significativos nas questões 3, 5, 11, 13 e 14, as quais direcionou o professor principal da disciplina a abordar com mais ênfase os assuntos relacionados no âmbito do produto apresentado no capítulo anterior.

Ao serem executadas as atividades descritas no capítulo anterior, a partir da plataforma Moodle e de todos os outros elementos de intervenção pedagógica apresentados, o professor ministrou as suas aulas, referentes aos conteúdos já abordados previamente pelo aluno. Após esse contato inicial, o aluno se mostrou mais familiarizado com a nomenclatura usada pelo professor em sala de aula, facilitando assim, o ensino-aprendizagem durante a aula e a fixação de conteúdo.

Podemos fazer uma relação direta entre as perguntas do questionário pré-teste e as etapas do produto, capítulo anterior. As questões de 1 a 7 foram abordadas na primeira etapa, as de 8 a 10 na segunda e as de 11 a 15 foram trabalhadas com mais ênfase nas etapas 3 e 4.

De modo a verificar a fixação do conteúdo aplicado nas três modalidades: previamente via Moodle com as simulações do Programa Modellus, Teórico (em sala de aula pelo professor) e experimental no Laboratório de Física do Ensino Médio, fizemos uma nova aplicação de um teste posterior, que chamamos de pós-teste.

4.2 PÓS-TESTE

Ao final das quatro semanas (quatro etapas), aplicamos o pós-teste, com perguntas mais elaboradas com relação ao pré-teste, uma vez que os alunos já haviam se apropriado das nomenclaturas, notações e conceitos dos conteúdos apresentado no produto. Assim, seguem as perguntas:

1. Uma pessoa está em um ônibus que está a 60km/h , essa pessoa está em repouso ou em movimento? Justifique sua resposta.
2. Ao olhar para o céu vemos duas nuvens retas e paralelas causadas por aviões, o que essas nuvens podem representar sob o ponto de vista da cinemática?
3. Em um dado programa de televisão, existe um jogo de perguntas e respostas, no qual o número de batimentos cardíacos equivale ao tempo que o jogador tem para responder uma de-

terminada questão. O que você se pode afirmar, sobre a relação entre os batimentos cardíacos e o tempo?

4. Um trabalhador vai para seu local de trabalho, que dista 12 km de sua casa em um trajeto linear. Ao retornar pelo mesmo caminho, qual foi o deslocamento e a distância percorrida por ele nesse dia?

5. Com os conhecimentos adquiridos em sala de aula e a partir das atividades extras realizadas, explique a diferença entre velocidade média e velocidade instantânea?

6. Em uma viagem para Guarapari, indo pela rodovia do Sol, o motorista percebe que as placas sinalizadoras estão aparecendo de modo crescente. Quando ele volta pela mesma estrada percebe exatamente o contrário. Se sua velocidade, tanto na ida como na volta se manteve constante, defina o tipo de movimento que foi executado na viagem, na ida e na volta. Como se identificaria a classificação dos movimentos através da velocidade?

7. O que é movimento retilíneo uniforme?

Texto para as questões (8), (9) e (10). Um corpo parte da posição $40m$, quando seu cronômetro é acionado a partir do zero, sabendo que ele está com uma velocidade constante de $-4m/s$, determine.

8. A posição do corpo após $10s$;

9. o instante em que ele passa pela origem;

10. a classificação do movimento.

11. Usando o conceito de corpo extenso e ponto material, cite duas situações em que uma pessoa com uma prancha de surf seria um corpo extenso e um ponto material.

12. Complete o espaço na pergunta. Para que uma pessoa, ao marcar um encontro com seu namorado, e que o encontro aconteça com sucesso, é necessário que eles estejam _____, que é a definição de encontro na física.

Texto para as questões (13) e (14)

Um carro sai da posição $-40m$ com velocidade constante de $1m/s$ no mesmo instante, um outro carro parte da posição $100m$ com velocidade constante de $-6m/s$. Determine:

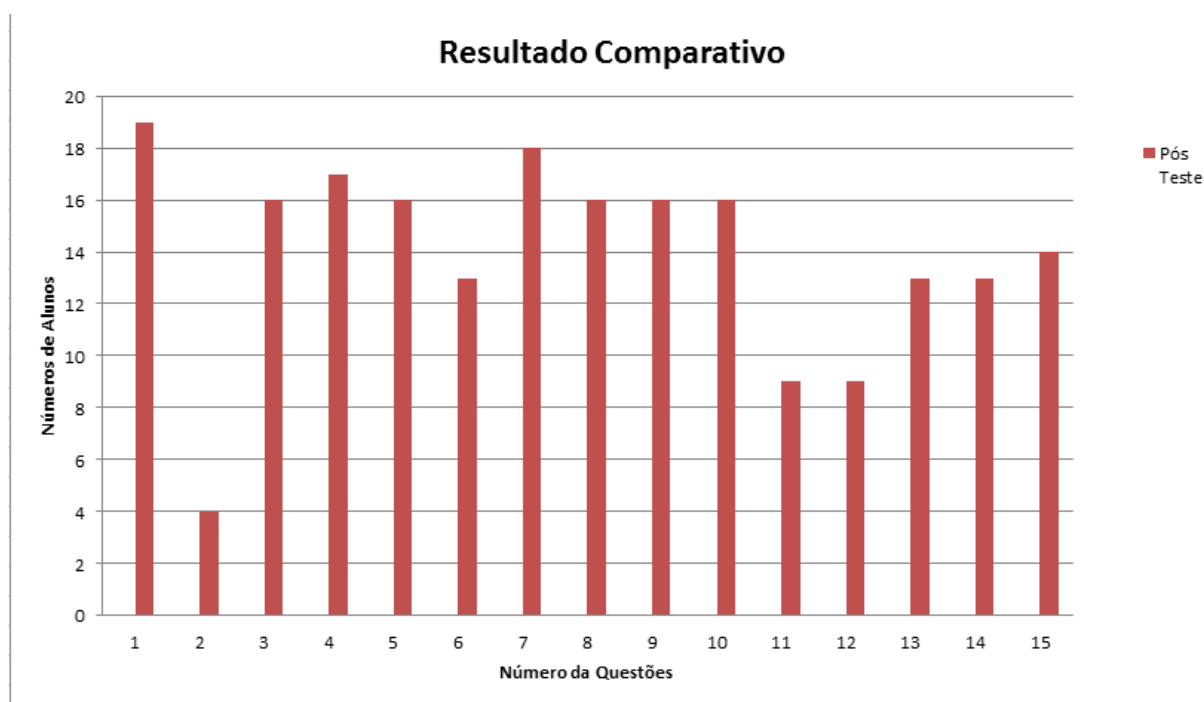
13. O instante de encontro dos dois móveis;

14. A posição do encontro dos dois móveis;

15. Um trem de $150m$ de comprimento está se deslocando com uma velocidade constante de $40m/s$, quando entra em um túnel de $50m$ de comprimento. Determine o tempo que o trem gastará para atravessar completamente o túnel.

Essas perguntas estão em sintonia com as perguntas do Pré-teste, apenas com algumas modificações contendo as abordagens de conteúdo. O gráfico do pós-teste, de acertos por questão aplicada, como foi feito no pré-teste, pode ser visto na figura 13.

Figura 13 – Gráfico histograma do Pós-teste



Fonte: Própria.

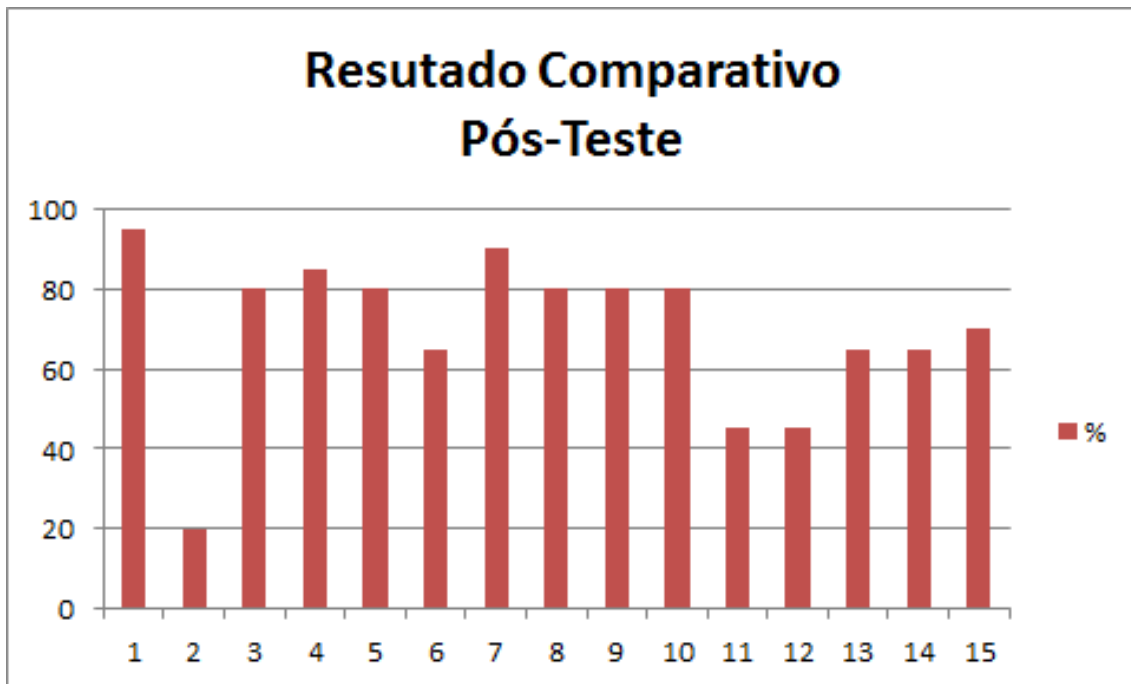
O gráfico em porcentagens pode ser visto na figura 14.

Passamos agora para uma análise qualitativa e quantitativa de conteúdo aprendido, baseado nos gráficos de pré-teste e pós-teste.

Diante das modificações dos enunciados apresentados nas questões dos testes, e das respostas discursivas analisadas, vemos um salto qualitativo no aprendizado dos conceitos de física, um crescimento na visualização e identificação gráfica dos problemas e, uma expansão de entendimento no que diz respeito ao uso da matemática, usada na quantificação dos fenômenos físicos, trabalhada em sala de aula e também nos experimentos de laboratório. Para melhor entender esse avanço, colocamos os dois gráficos simultâneos que pode ser visto na figura 15.

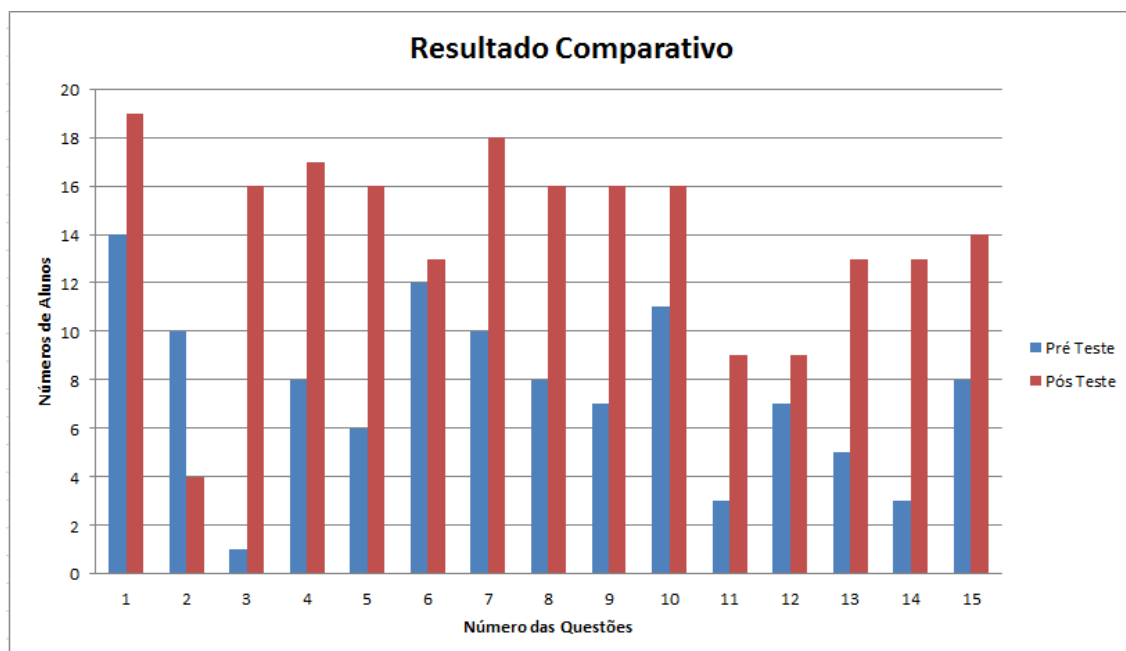
Podemos comentar novamente sobre as questões 3, 5, 11, 13 e 14 do pré-teste, figura 11. Estas questões, mostraram que a maioria dos alunos possuem dificuldades em entender os referentes conteúdos. No pós-teste, tais conteúdos foram abordados com mais ênfase durante a aplicação do produto, e assim, as respostas das questões apresentaram um melhoramento conceitual, ver figura 15.

Figura 14 – Gráfico do pré-teste em porcentagens



Fonte: Própria.

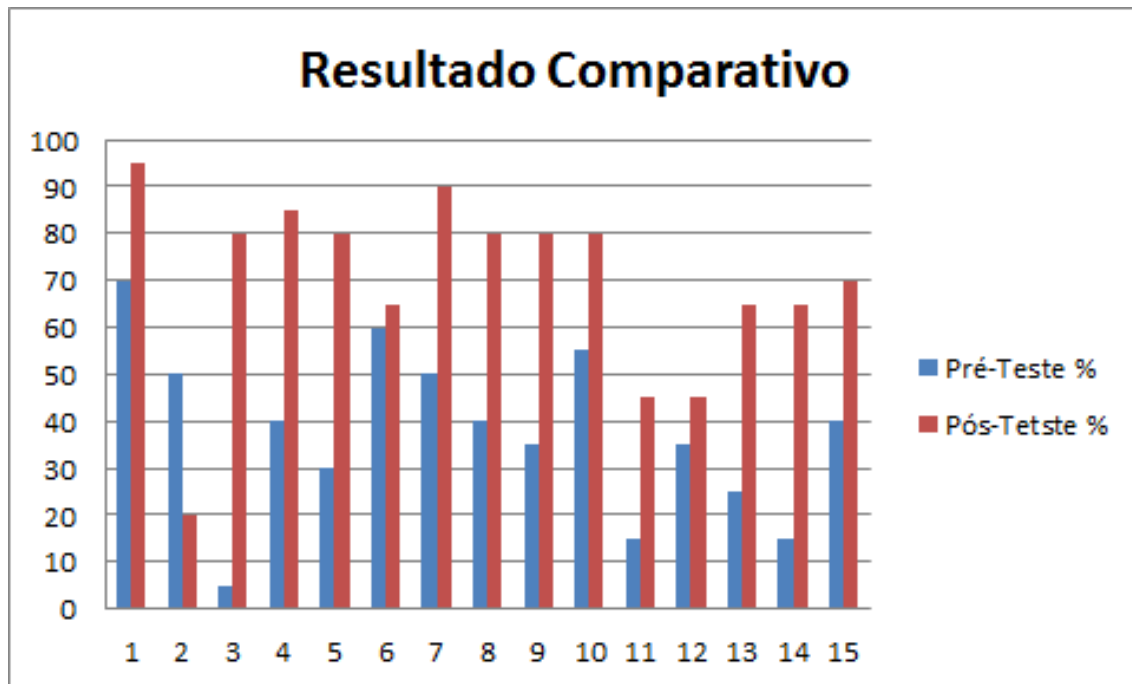
Figura 15 – Gráfico histograma comparativo entre Pré-teste e Pós-teste.



Fonte: Própria.

O gráfico em porcentagens pode ser visto na figura 16.

Figura 16 – Gráfico histograma comparativo entre Pré-teste e Pós-teste em porcentagens



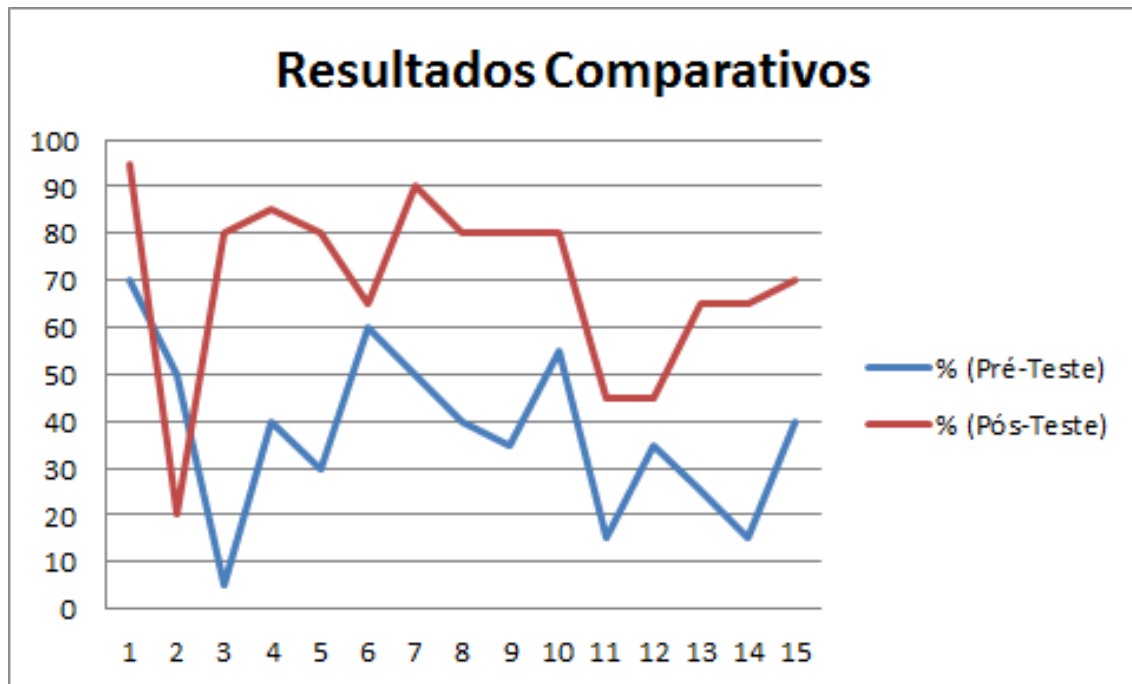
Fonte: Própria.

A porcentagem de alunos que acertaram as questões, Figura 17, pelo número total de alunos, também nos mostra o avanço a partir da aplicação do produto.

É inegável que houve uma melhora em praticamente todos os itens desenvolvidos no produto, com exceção da segunda questão, que houve uma piora. Analisando melhor a questão 2, verificou-se que houve uma falha na elaboração da questão, induzindo o aluno ao erro, o que mostra a importância da elaboração das questões em um teste de avaliação. O erro foi proposital, e está na falta de um gráfico que mostra o desenho da trajetória dos aviões. Esperávamos que alguns alunos conseguissem visualizar de forma abstrata tal descrição, mostrando uma certa maturidade de conteúdo. Infelizmente, apenas quatro alunos, em um universo de vinte, souberam interpretar o texto sem o gráfico dando a resposta esperada. No mais, obtivemos resultados satisfatórios com relação a aplicação do produto.

Podemos mostrar tal melhora também a partir de um gráfico do tipo "Box Plot" (gráfico de caixas) (TRIOLA, 2008). Antes de mostrar o gráfico na aplicação do produto, podemos mostrar o que é um gráfico do tipo "Box Plot". O "Box Plot" é um gráfico utilizado para avaliar a distribuição empírica dos dados (BUSSAB W. O., 2009). Ele é formado pelo primeiro e terceiro quartil e pela mediana. Quartil ou Quartis, no plural, são valores dados estatísticos a partir do conjunto de observações ordenado em ordem crescente, que dividem a distribuição em quatro partes iguais. O primeiro quartil, Q_1 , é o número que deixa 25% das observações abaixo

Figura 17 – Gráfico em linhas comparativo entre Pré-teste e Pós-teste.



Fonte: Própria.

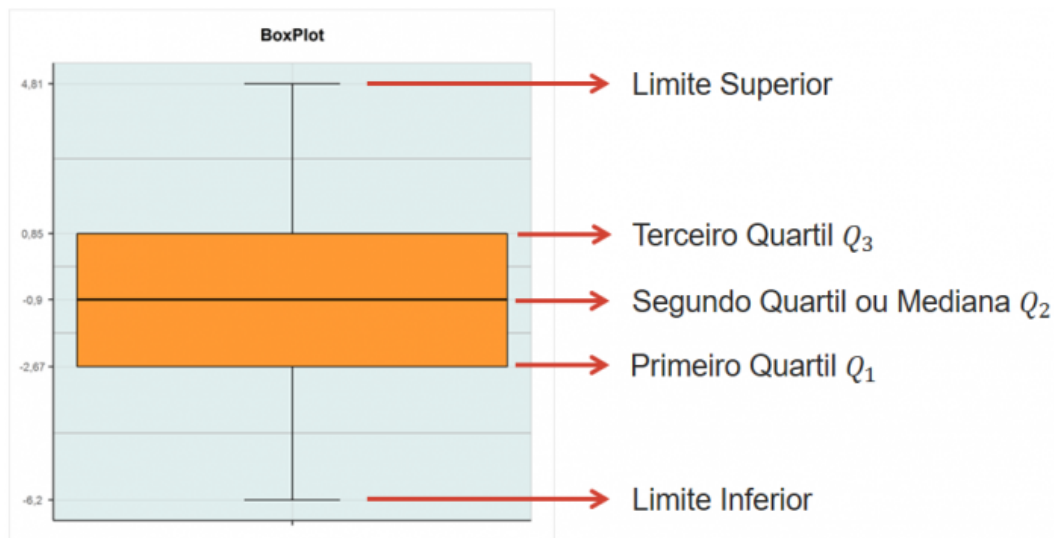
e 75% acima, enquanto que o terceiro quartil, Q_3 , deixa 75% das observações abaixo e 25% acima. Já Q_2 é a mediana, deixa 50% das observações abaixo e 50% das observações acima. As hastes inferiores e superiores se estendem, respectivamente, do quartil inferior até o menor valor não inferior ao limite inferior e do quartil superior até o maior valor não superior ao limite superior. Os limites são calculados da forma abaixo

Limite inferior: $\max[\min(\text{dados}); Q_1 - 1,5(Q_3 - Q_1)]$.

Limite superior: $\min[\max(\text{dados}); Q_3 + 1,5(Q_3 - Q_1)]$.

Para este caso, os pontos fora destes limites são considerados valores discrepantes. A Figura 18, apresenta um exemplo do formato. O "Box Plot" pode ainda ser utilizado para uma comparação visual entre dois ou mais grupos. Por exemplo, duas ou mais caixas podem ser colocadas lado a lado, podendo se comparar a variabilidade entre elas, a mediana e assim ou os quartis. Outro ponto importante é a diferença entre os quartis que é uma medida da variabilidade dos dados. Neste caso, podemos aplicar aos nossos dois testes para verificar a variabilidade da mediana.

Figura 18 – Exemplo de Gráfico "Box Plot".



Fonte: <http://www.portaaction.com.br/estatistica-basica/31-boxplot>.

Portanto, este gráfico "Box Plot" aplicado ao nossos testes, o Pré-teste e o Pós-teste, comparando o número de respostas corretas, observa-se que o pós teste apresentou uma distribuição de acertos por item, em média, maior que a número de acertos por item do pré-teste. Nota-se também uma distribuição praticamente simétrica no gráfico relativo ao pré-teste, enquanto a mediana do gráfico do pós teste é negativamente assimétrico.

Para finalizar nossa análise, realizamos o teste de "Wilcoxon Rank Sum Test" (TRIOLA, 2008), (WESTPHAL M. D., 2006), equivalente ao teste "U" de "Mann-Whitney"¹, com os dados do pré e pós teste. Parte de uma hipótese nula: que as medianas são iguais. Fazendo portanto um tratamento dos dados, chegamos a tabela 1

Tabela 1 – Tabela do Teste de Wilcoxon

Teste	Média	DP	N	P-valor
Pré	7,53	3,58	15	0,00031
Pós	13,93	3,99	15	

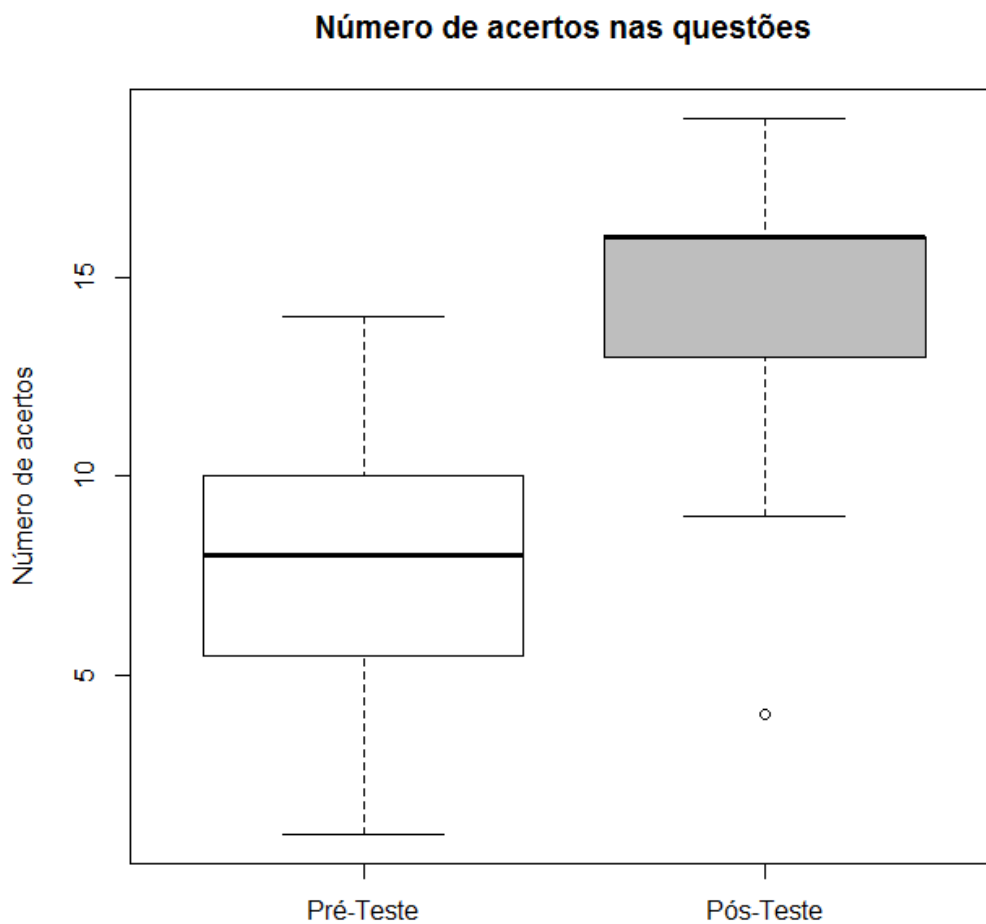
DP = Desvio Padrão; N = Número de itens.

Fonte: Própria.

Obsevando a tabela 1, descartamos a hipótese nula, que equivale ao P-valor < 0,05, ou

¹O teste de Wilcoxon ou teste dos postos sinalizados de Wilcoxon é um teste de hipóteses não paramétrico utilizado quando se deseja comparar duas amostras relacionadas, amostras emparelhadas. Este é um teste de diferenças pareadas.

Figura 19 – Gráfico "Box Plot" comparativo entre Pré-teste e Pós-teste.



Fonte: Própria.

seja, existe uma diferença estatisticamente significativa entre os números de acertos no pré e pós testes, já que $P\text{-valor} = 0,00031$, é pequeno com parado com o valor padrão, $P\text{-valor} < 0,05$ ou 5%. O valor-p ou P-valor, também é conhecido como nível descritivo ou probabilidade de significância, é a probabilidade de se obter um tratamento estatístico de teste igual ou maior que aquela observada em uma amostra, sob a hipótese nula - ponto de partida. Por exemplo, em testes de hipótese, pode-se rejeitar a hipótese nula a 5%, caso o P-valor seja menor que 5%. O P-valor mede também o menor nível de significância com que se rejeitaria a hipótese nula. Em termos gerais, Um P-valor pequeno significa que a probabilidade de obter um valor do tratamento estatístico de teste como o observado, é muito improvável, levando assim à rejeição da hipótese nula.

5 CONCLUSÃO

O propósito da sequência didática apresentada era unir métodos diferentes para fixar o conteúdo de cinemática. Ocorria a ministração do conteúdo teórico pelo professor durante a aula, outra parte do produto era trabalhada fora da aula, via plataforma Moodle com atividades de fixação, simulação e fóruns de discussões, e também a parte experimental em laboratório com experimento a baixo custo. Para essas aulas experimentais, que revisava e fixava o conteúdo que havia sido visto na plataforma e na aula do professor, conseguimos assim, fechar um tripé de diferentes formas que julgamos necessárias para uma formação completa do conteúdo curricular de física.

Queremos dizer que este é apenas um modelo em que este tripé formativo está posto, pois como dissemos ao longo do texto, pode-se usar outra plataforma de interação com os alunos, outros experimentos a baixo custo, outros exercicios de fixação e outras formas de abordar os mesmo problemas. Da mesma forma que há vários livros didáticos que abordam um mesmo conteúdo de maneiras diferentes, cremos que o nosso procedimento ou "algoritmo", por assim dizer, pode ser aplicado de várias formas e em vários conteúdos curriculares da disciplina de física do ensino médio e qualquer outro nível. Temos plena noção de que este trabalho não é inovador, mas cremos que podemos ajudar muitos profissionais da educação na organização de uma sequência didática para gerir seus conteúdos curriculares.

Para concluirmos, a partir da nossa análise estatística, percebemos que a aplicação do produto mostra que este tripé formativo é importante para o aprendizado e a fixação do conhecimento de física, que por sua vez, pode ser trabalhado em qualquer outra disciplina de ciências da natureza e matemática.

REFERÊNCIAS

ABE, J. M. A noção de estrutura em matemática e física. *Estudos Avançados*, scielo, v. 3, p. 113 – 125, 08 1989.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 2, p. 362–384, 2013.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Interamericana, 1980. ISBN 9788520100844. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=yOMKkgEACAAJ>>.

AUSUBEL, D. P. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. *El Ateneo. Buenos Aires. Págs*, v. 211, p. 239, 1973.

BUSSAB W. O., M. P. A. Estatística básica. 6a edição. são paulo. Editora Saraiva, 2009.

CAMILETTI, G. G.; FERRACIOLI, L. A utilização da modelagem computacional quantitativa no aprendizado exploratório de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 18, n. 2, p. 214–228, 2001.

CARDOSO, T. Aplicação das tecnologias da informação e comunicação (tic) no ambiente escolar. *Revista iTEC*, v. 3, n. 3, p. 2–6, 2011.

DORNELES, P. F.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte i–circuitos elétricos simples. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 28, n. 4, p. 487–496, 2006.

D’AMBROSIO, B. S. Como ensinar matemática hoje. *Temas e Debates. SBEM. Ano II N*, v. 2, p. 15–19, 1989.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198–202, 2009.

LARANJEIRA, M. I. Discussões sobre os parâmetros curriculares nacionais (pcn). *Ministério da Educação e do Desporto*, 1998.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das tic no ensino das ciências naturais: um estudo de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 2, p. 527–538, 2009.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. d. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 24, n. 2, p. 77–86, 2002.

MENDES, E. d. S. Modelagem computacional e simulações em física usando o software modellus: uma abordagem alternativa no ensino de cinemática. 2015.

MIRANDA, G. L. et al. Limites e possibilidades das tic na educação. *Revista de Ciências da Educação*, v. 3, p. 41–50, 2007.

MODELLUS. 2017.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? *Qurrriculum*, n. 25, p. 29–56, 2012.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas v e unidades de ensino potencialmente significativas. Porto Alegre: Unidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de david ausubel. segunda edição. *São Paulo: Centauro Editora*, 2006.

MOURA PAULA CRISTINA E VIAMONTE, A. J. Jogos matemáticos como recurso didático. *Universidade Portucalense*, v. 15, 2012.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos ensino sob medida (just-in-time teaching) e instrução pelos colegas (peer instruction) para o ensino de tópicos de eletromagnetismo no nível médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 180–206, 2015.

PHET Colorado. 2017. Disponível em:
<<https://phet.colorado.edu/ptBR/simulation/legacy/vector-addition>>.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Uma análise preliminar sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de física. *EPEF, IX*, 2004.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de física no ensino médio. *Revista Brasileira de ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 28, n. 2, p. 241–248, 2006.

RAMALHO, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. S. Os fundamentos da física. *Editora Moderna*, v. 3, 2007.

ROCHA, H. M.; LEMOS, W. Metodologias ativas: do que estamos falando? base conceitual e relato de pesquisa em andamento. *IX SIMPED–Simpósio Pedagógico e Pesquisas em Educação*, 2014.

SANTOS E. I., P. L. P. C. F. N. C. D. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada. *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, p. 1–17, 2004.

SANTOS GUSTAVO H, A. L. M. M. A. Modellus: Animações interativas mediando a aprendizagem significativa dos conceitos de física no ensino médio. *Sitientibus Série Ciências Físicas*, v. 2, p. 56–67, 2006.

SILVA, J. J. da; FIGUEIREDO, N.; RODRIGUES, P. A. A. Juntos em um só ritmo: Modificando a dinâmica das aulas de física com sso articulado do peer instruction e just in time teaching.

SKINNER, B. Humanismo e behaviorismo. *Humanist*, 1972.

TAVARES, R. Ambiente colaborativo on-line e a aprendizagem significativa de física. In: *13º Congresso Internacional de Educação a Distância ABED, Curitiba*. (S.l.: s.n), 2007.

TRIOLA, M. F. Introdução à estatística. 10a edição. rio de janeiro. LTC Editora, 2008.

ULTRAPASSADO por um foguete (ou seria um carro?) - acessado dia 09 de Junho de 2017. 2008. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=6fEgMRjGBjE>>.

ULTRAPASSANDO 1 CAMINHÃO - acessado dia 09 de Junho de 2017. 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8QKtUksXj4g>>.

VILLANI C. E. P., N. S. S. ARGUMENTAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO. *Investigações em ensino de Ciências*, v. 8, p. 187–209, 2003.

WESTPHAL M. D., O. E. R. Atividades práticas do cotidiano e o ensino de ciências na eja. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*, Periódicos UFPA, v. 3, n. 5, 2006.

APÊNDICE A - PRIMEIRA ETAPA

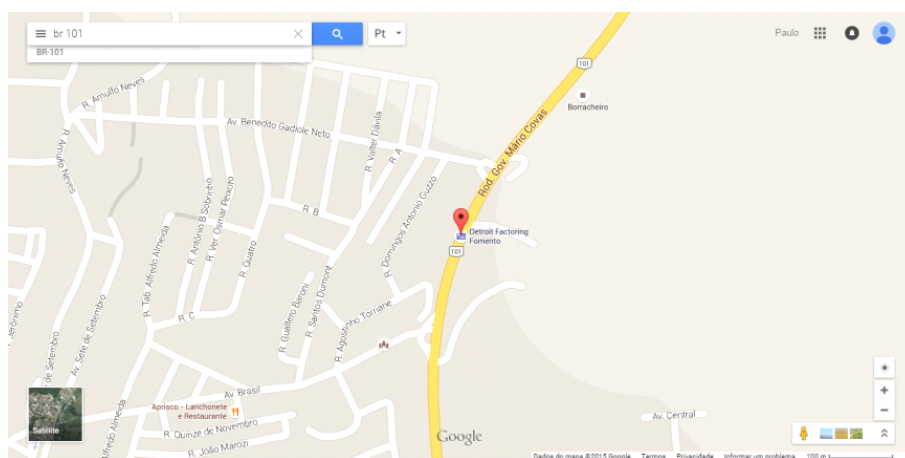
Neste apêndice ao texto da dissertação, iremos disponibilizar os roteiros que o professor deve seguir para utilizar a sequência didática que estamos propondo, cujo título é: "Uma sequência didática para Cinemática Escalar, usando o Experimento e a Modelagem Computacional". Esta sequência de atividades está relacionada ao que foi proposto na plataforma Moodle descrito em cada etapa. Estamos usando como suporte a este roteiro, que se dividirá em quatro partes, o livro (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007).

A.1 ROTEIRO SOBRE GRANDEZAS FÍSICAS

Nesta seção, vamos dar o passo a passo mostrando como o aluno deve seguir para estudar os conceitos de trajetória, distância, caminho percorrido, tempo e velocidade. tomando como suporte o livro (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007).

Primeiro entre na página do Google Maps "maps.google.com.br"(se for em um Computador) ou no aplicativo "Maps"da Google Play para dispositivos móveis. Digite por exemplo, BR 101, figura 20.Automaticamente a página te mostrará o caminho, em amarelo, com a sua exata localização, se você estiver com o localizador acionado.

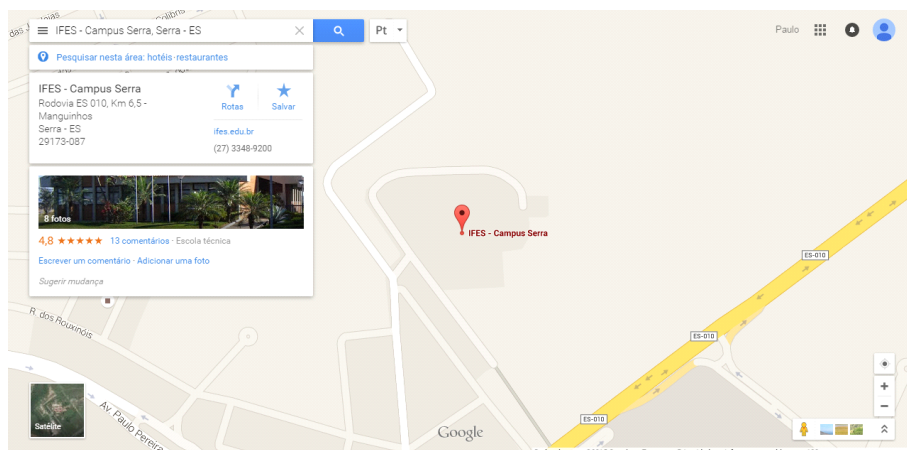
Figura 20 – Imagem de um mapa do aplicativo Google Maps



Fonte: Empresa de Tecnologia Google.

Procure discutir com seu aluno o que significa a área destacada no site. Digite agora o nome de sua escola, por exemplo, Ifes, *Campus Serra*, figura 21, que o Google te encaminhará para a localização e mostrará no mapa os entornos.

Figura 21 – Imagem dos recursos disponíveis do aplicativo Google Maps



Fonte: Empresa de Tecnologia Google.

Clique agora em Rotas, (21) e digite um outro endereço, por exemplo o de sua casa, e assim o Google te mostrará a trajetória entre a escola e sua casa

O Google também te mostrará a forma como você irá se locomover (carro, transporte público ou a pé), te dando a opção de escolha, e calculará a distância entre estes dois locais, definindo o caminho percorrido, definirá também o tempo de acordo com a velocidade média do meio de locomoção (não definindo a velocidade no site). Ver figura (22)

Sem mencionar, previamente, a definição de velocidade, discuta com seus alunos o que é este tempo. Posteriormente trabalharemos o conceito de velocidades.

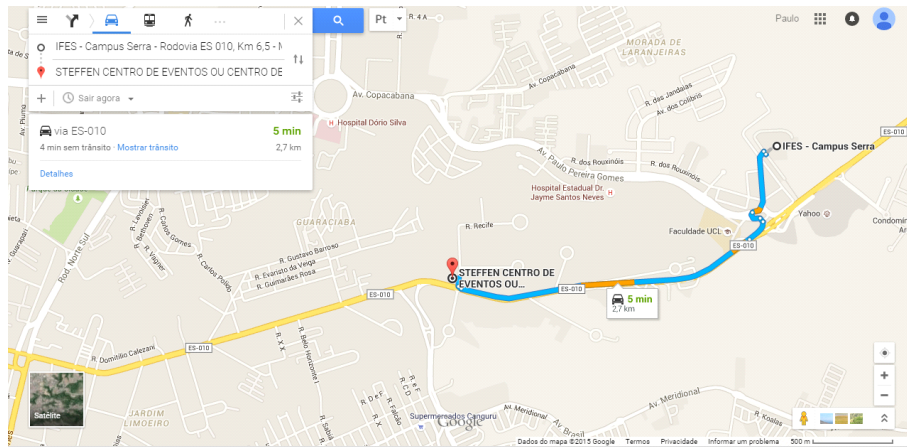
A.2 INTRODUÇÃO À GRANDEZAS FÍSICAS

O que são grandezas físicas?

As grandezas físicas são aquelas que podem ser medidas. Isso mesmo, se você consegue medir algo, isso é uma grandeza física. Uma grandeza física pode ser escalar ou vetorial. Vamos ver com mais detalhes em outro momento as particularidades de cada uma. Mas o que seriam grandezas escalares?

Imagine a seguinte situação, você vai ao açougue e pede um quilo de carne. O funcionário

Figura 22 – Imagem de um mapa marcando um pedaço de uma estrada do aplicativo Google Maps



Fonte: Empresa de Tecnologia Google.

rapidamente te entrega.

Figura 23 – Imagem que mostra uma medida de massa



Fonte: <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-carne-de-compra-de-la-mujer-en-la-carnicera-image48705760>.

Quantas informações conseguiu-se para comprar sua carne? As grandezas escalares necessitam apenas de uma informação para serem definidas.

Na lição anterior vimos o que são grandezas físicas, como trajetória, distância, caminho percorrido, tempo e velocidade. Aqui, iremos aprender os conceitos iniciais da cinemática. Mas, o que seria cinemática? A cinemática é o estudo dos movimentos dos corpos que não leva em conta a sua causa.

Para entendermos a cinemática, imagine a seguinte situação, um carro está fazendo uma viagem de Vitória, no Espírito Santo até Brasília, Distrito Federal. Nesse caso, o tamanho do carro influencia o tempo de viagem? É claro que não! O tamanho do carro é desprezível em comparação ao tamanho do trajeto da viagem. E, quando isso acontece, dizemos que o carro é um ponto material, figura 24.

Figura 24 – Imagem de uma auto-estrada movimentada



Fonte: <http://bigonlinenews.com/10-tips-para-viajar-en-automovil/>.

Agora preste atenção na seguinte situação. O mesmo carro está dentro da garagem. Nesse caso não tem como desprezar o seu tamanho, e nesta situação ele é chamado de corpo extenso, figura(25).

Figura 25 – Imagem de corpo extenso



Fonte: <https://gartic.com.br/lariiissa/desenho-jogo/1275839537>.

O que é movimento? O que é estar parado? Você saberia explicar?

Observe a figura 26 as pessoas dentro do ônibus estão em movimento ou em repouso? Bom, a resposta é, depende. Mas, depende de que? Do referencial. O referencial é o observador que

Figura 26 – Imagem de movimento relativo



Fonte: <http://minhasaulasdefisica.blogspot.com.br/2011/06/movimento-e-reposso.html>.

pegamos como parâmetro para que a partir dele sejam definidos os movimentos. Observe a figura 26.

do ônibus estão em movimento, em relação ao observador fora do ônibus. Porém, se tomarmos o teto do ônibus como referencial eles vão estar parados. Então, o movimento acontece quando a posição do corpo muda em relação a um observador.

Trajetórias

Quando andamos na areia da praia nossas pegadas ficam marcadas. Essas marcas mostram o caminho que fizemos, esse caminho é chamado de trajetória de acordo com a figura (27).

Figura 27 – Imagem de uma estrada ou trajetória



Fonte: <https://www.shutterstock.com/pt/image-illustration/cartoon-holidays-road-illustration-inside-spring-79523281>.

Observe agora a figura (28).

O que essa placa indica? Ela está mostrando a localização em uma trajetória. Isso é, a posição escalar, o endereço em uma trajetória.

O Deslocamento e a Distância Percorrida

Figura 28 – Imagem de uma placa de sinalização



Fonte: <http://www.bloguito.com.br/wp-content/uploads/2013/01/layout-facebook-130115-150x150.jpg>.

Se eu der seis passos para frente e quatro para trás, qual será a distância percorrida? Bom, eu andei, ao todo, dez passos. Ou seja, basta apenas somar o quanto efetivamente eu andei. Agora qual teria sido meu deslocamento?

Figura 29 – Imagem de um menino caminhando



Fonte: <http://1.bp.blogspot.com/-SkMIfo4xbr8/TIOK7bg9INI/AAAAAAAAAr0/3hIUF9kV0jY/s1600/menino+andando+caminhando.jpg>.

Reparem que eu andei seis passos para frente e quatro para trás. Ao final do movimento eu estou apenas a dois passos de minha posição inicial. O deslocamento será a diferença entre a minha posição final e minha posição inicial.

As unidades de comprimento podem ser dadas por Metro (m) definida no Sistema Internacional de unidades (SI), quilômetro (km) que equivale a 1000m, centímetro (cm) que equivale a um centésimo de metro, 0,01m, e tantas outras como as unidades inglesas pés, polegadas e

outros. Para mais informações, ler (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007).

O Tempo

O tempo é uma grandeza interessante. Ele funciona como a contagem de eventos que se repetem em intervalos constantes, como se fosse o quadros de um movimento de uma televisão, porém em tempo real.

Vejam alguns exemplos: Como você vai saber que se passou um dia, se não tiver relógio? Você vai responder que basta olhar para o sol, quando ele repetir sua posição, podemos dizer que passou um dia. Dessa forma podemos fazer outras analogias.

Figura 30 – Imagem de vários tipos de relógios



Fonte: <http://img1.colorirgratis.com/recomenats/54377ca141f2a-p.gif>.

Olhando para o ponteiro de segundos, ao final de dez voltas completas, podemos dizer que se passaram 10 minutos. E assim por diante. Então o tempo para nós será uma contagem de eventos.

A unidade de medida de tempo no (SI) é o segundo (s), que é um sessenta avos de minuto (min) que por sua vez é um sessenta avos de horas (h). A conversão de unidade de tempo pode ser expressa por: $1h = 60min$, $1min = 60s$.

A.3 INTRODUÇÃO À GRANDEZAS VETORIAIS

Aqui daremos uma breve noção do que são grandezas vetoriais, objetos matemáticos que possuem três características básicas, módulo ou tamanho, direção e sentido. As grandezas vetoriais são importantes para algumas grandezas físicas como, deslocamento e velocidade (que

veremos na outra etapa) e outras, pois estas carregam as três características desta grandeza matemática chamada de vetor.

Agora pense nesta outra situação. Falamos que estamos em um carro com velocidade de 60Km/h (mesmo não tendo introduzido os conceitos fundamentais de velocidade). Você consegue descrever o que está acontecendo conosco? Está faltando alguma informação? Porém, se eu falar para vocês que estou a 60 km/h na rodovia do sol. Já melhorou certo?! Mas pode ficar melhor, se eu disser que estou indo para Guarapari? E agora? Você consegue imaginar minha viagem? Então, vimos que algumas grandezas precisam de mais informações para serem bem definidas. Essas grandezas são chamadas de vetoriais e precisam de três informações. Quais seriam essas informações?

O que são Vetores? Veja a figura (31).

Figura 31 – Placa indicando entradas de ruas ou vias

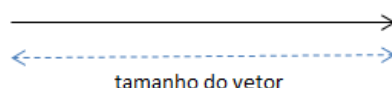


Fonte: <http://www.der.al.gov.br/sinalizacao/placas-de-advertencia-1>.

Estas setas estão identificando para onde os fluxos de carros devem seguir, indicando as direções e os sentidos que os motoristas devem dirigir.

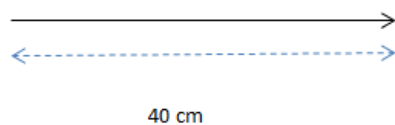
O *Vetor* é o ente matemático constituído, como já dissemos, de um módulo ou tamanho, uma direção e um sentido, utilizado para representar as grandezas vetoriais através do símbolo da figura (33), "seta".

Figura 32 – Representação geométrica de um vetor por uma "seta" e com um determinado tamanho



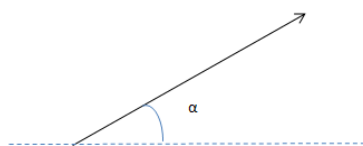
O Módulo: Valor numérico, tamanho, comprimento, intensidade ou a magnitude desse vetor. Por exemplo, a seta representada pela figura (33) em "tamanho" 40cm, que está fora de escala.

Figura 33 – Módulo de um vetor



A Direção: Representa o ângulo (a inclinação) que o vetor faz geralmente com o eixo x, ou eixo horizontal, de acordo com a figura (34).

Figura 34 – Representação geométrica de um vetor inclinado de um ângulo, cuja referência é a horizontal



O Sentido: Para onde a ponta da seta está apontando, a qual indica uma origem e uma extremidade, ou início e fim de um trajeto, por exemplo na figura (35) está em um sentido especificado pela seta, diferentemente das figuras anteriores.

Figura 35 – Representação geométrica de um vetor com o sentido para a esquerda

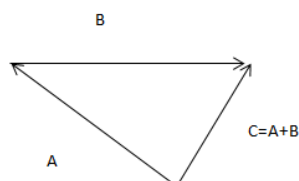


Agora que definimos o que é um vetor, temos que aprender a realizar operações com eles. As primeiras delas são as seguintes: soma e subtração.

Existem duas maneiras de somar ou subtrair um vetor. A primeira delas é a forma gráfica. Nós já vimos que os vetores podem ser representados por um segmento de reta orientado, (uma

seta). Então, para efetuar a soma ou subtração vamos apenas organizar os vetores de maneira que o final de um fique no início do outro (chamada regra do paralelogramo). Dados dois vetores A e B , em direções e sentidos aleatórios, a soma entre eles terá a forma geométrica da figura (36)

Figura 36 – Representação geométrica da soma de dois vetores

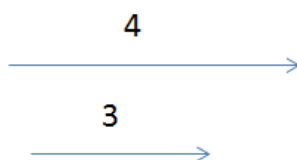


Uma observação importante é que o módulo, a direção e o sentido dos vetores a serem somados não devem ser modificados neste procedimento.

Agora vamos aprender uma outra forma, a forma algébrica, porém de forma restrita, aqui, apenas para vetores de mesma direção, isto é, que são paralelos ou colineares, pois os alunos devem estudar um capítulo inteiro de Cinemática Vetorial e lá será abordado todos os conceitos e cálculos para diferentes situações em física de ensino médio. Vejamos então os exemplos a seguir.

O primeiro exemplo, consiste em um vetor com módulo de 4 unidades e um outro com módulo de 3 unidades, ambos na horizontal de acordo com a figura (37).

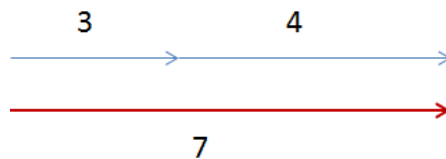
Figura 37 – Relação entre dois vetores e seus tamanhos



Para este caso simples, a soma será uma "seta" com o módulo somado, ou seja, $4 + 3 = 7$, isto é, o módulo é igual a 7 unidades, de acordo com a figura (38)

Então, vimos que quando os vetores estão na mesma direção e sentido basta somar seus módu-

Figura 38 – Relação entre dois vetores e seus tamanhos



los.

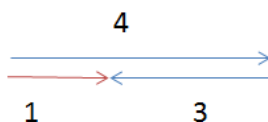
Agora, se tivermos dois vetores, por exemplo, na mesma direção, mas em sentidos opostos, os vetores ficariam de acordo com a figura 39.

Figura 39 – Relação entre dois vetores e seus tamanhos



Sua soma, neste caso, é tratada com uma subtração, pois podemos expressar $4 + (-3) = 1$, já que o vetor de módulo 3 unidades tem sentido oposto ao de módulo 4 unidades, pode ser visto na figura 40.

Figura 40 – Relação entre dois vetores e seus tamanhos



Terminamos o resumo sobre noções básicas de vetores, que apenas auxiliará o aluno a entender a ideia de trajetória e caminho percorrido, já vistos via Google Maps, e deslocamento, que deverá ser trabalhada pelo professor em sala de aula.

A.4 ATIVIDADES DE FIXAÇÃO

Propusemos aos alunos alguns problemas de múltipla escolha para fixar o conteúdo proposto.

1. Uma pessoa está dentro de um ônibus que está a uma velocidade de 60km/h, uma outra pessoa sentada em um banco na praça vê o ônibus passando, é correto afirmar que:

- a) Ambos estão em movimento.
- b) Ambos estão em repouso.
- c) Em relação ao ônibus a pessoa sentada na praça está em repouso.
- d) Em relação ao ônibus a pessoa sentada no ônibus está em movimento.
- e) Em relação ao ônibus a pessoa sentada na praça está em movimento.

2- Ao olhar para o céu você vê a imagem (pôr imagem) de um caminho feito por um avião. O nome que se dá a esse rastro deixado pelo avião é:

- a) Tempo de viagem do avião.
- b) A distância percorrida pelo avião em sua viagem.
- c) Parte da trajetória feito pelo avião.
- d) A velocidade do avião.

3. Um professor foi até a sua escola que está a 6 km de sua casa, após trabalhar, ele retorna para a sua casa. O deslocamento feito por esse professor foi de:

- a) 12 km.
- b) 0 kg.
- c) 12000m.
- d) 0 km.

4- No exercício anterior se fôssemos determinar a distância percorrida pelo professor diríamos que ele percorreu?

- a) 6 km.
- b) 12000 m.
- c) 12 kg.
- d) 6 kg.

5. Em um jogo chamado “Pulsção” no caldeirão do Hulk, os participantes têm um número de

pulsção para responder uma série de perguntas. Podemos dizer que o número de pulsção é o tempo que eles terão para responder as perguntas. Isso se enquadra na definição de tempo? Por que?

- Não, pois não podemos medir o tempo em segundos.
- Não, pois o tempo só pode ser medido em horas.
- Sim, pois a definição de tempo é uma contagem de eventos periódicos.
- Sim, porque o tempo se mede em batimentos cardíacos.

A.5 MAPA DO BRASIL PARA A ATIVIDADE DE GPS

Segue na figura (41) mapa do Brasil para as atividades de fixação de como funciona um GPS (Global Position Satellite). Este mapa também está no CD em anexo à dissertação, no formato PDF (Portable Document Format), devido à qualidade que desejamos para impressão para localização das cidades.

Figura 41 – Figura do Mapa do Brasil

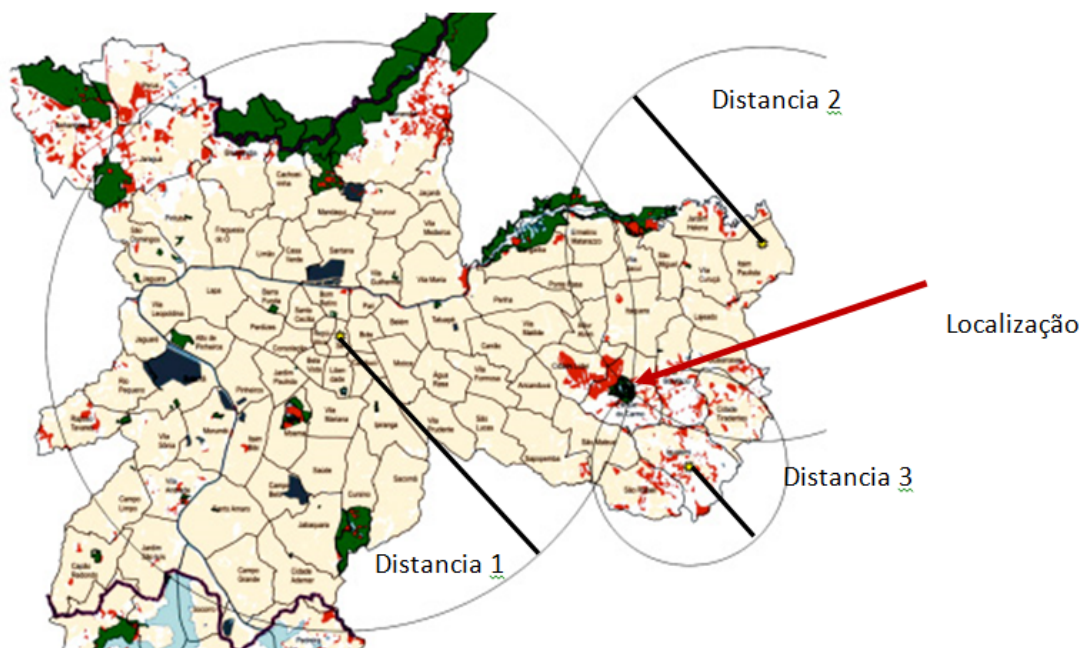


A.6 ROTEIRO DE ATVIDADE PARA ENTENDER O GPS

O Funcionamento do GPS (Global Position Satellite) se dá por meio de uma rede de satélites distribuídos em órbitas diferentes em torno da Terra. Estes satélites enviam sinais para um determinado receptor (o aparelho de GPS), e então, a partir disso, o aparelho de GPS interpreta esses sinais dizendo onde se está naquele momento. Podemos descrever um roteiro para o aluno se basear na localização de um ponto requerido. De acordo com a figura (42), podemos verificar os passos a seguir:

1. Deve se fazer a escolha uma cidade no mapa.
2. Ensinar ao alunos a escala do um mapa em questão.
3. Meça a distância dessa cidade até outras três cidades quaisquer.
4. Faça um círculo em redor de cada cidade, usando um compasso ou barbante.
5. Verificar a interseção dos círculos, esta será a cidade a ser descoberta.

Figura 42 – Ilustração da posição do funcionamento de um GPS



APÊNDICE B - SEGUNDA ETAPA

B.1 ROTEIRO PARA A SIMULAÇÃO DE VELOCIDADES

Roteiro para o uso do Simulador do Programa Modellus referente a Segunda Etapa da Dissertação de Mestrado. Ver Mídia (DVD) com arquivos do Programa Modellus anexo à dissertação.

Título: Velocidade

Objetivo: Conseguir identificar o tipo de movimento; identificar os parâmetros (velocidade, posição); identificar quando o movimento é progressivo ou retrógrado; identificar quando o móvel passa pela origem. Abaixo, segue o roteiro para o vídeo Experimental:

- 1- Executar o programa (apertando o play).
- 2- Observar o comportamento do carro na situação inicial.
- 3- Apertar o reset.
- 4- Modificar o indicador de nível da posição inicial, trocando o seu sinal.
- 5- Observar o que aconteceu como o móvel.
- 6- Relatar essas mudanças.
- 7- Anote o instante em que o móvel passa pela origem, se passar. (Origem, posição zero).
- 8- Apertar o reset.
- 9- Modificar o indicador da velocidade, trocando o seu sinal.
- 10- Executar o programa (apertando o play).
- 11- Observar o que aconteceu com o móvel.
- 12- Relatar as mudanças observadas.
- 13- Anote o instante em que o móvel passa pela origem, se passar. (Origem, posição zero).
- 14- Faça mais duas alterações nos parâmetros da posição e da velocidade.
- 15- Relatar as mudanças observadas.
- 16- Anote o instante em que o móvel passa pela origem, se passar. (Origem, posição zero).

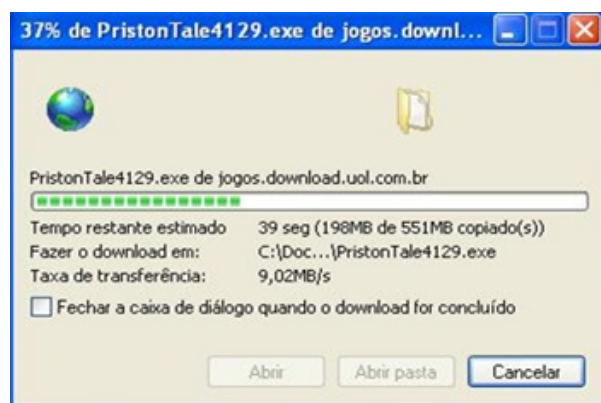
B.2 INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA

Na lição anterior vimos o que são grandezas físicas. Nesta lição, vamos aprender os conceitos iniciais da cinemática. Mas, o que seria cinemática? A cinemática é o estudo do movimento dos corpos que não leva em conta a sua causa.

Conceito de Velocidade

O conceito de velocidade está muito presente em nosso dia a dia. Vejamos um exemplo: Quando você está navegando na internet e está baixando um arquivo, aparece a imagem(43):

Figura 43 – Imagem de uma janela do Windows carregando uma cópia



O que você acha que significa taxa de transferência? Na verdade, significa a velocidade na qual o arquivo está sendo transferido para o seu computador. Na mecânica nós vamos estudar a velocidade dos corpos. Por exemplo, quando você está dentro de um carro, e olha para o velocímetro marcando 60km/h. O que entende com essa informação? Essa informação está dizendo que o carro gasta uma hora para percorrer 60 km. Em outras palavras, é a distância que ele percorre em uma hora. Isso é velocidade, é a razão (divisão) da distância percorrida pelo tempo gasto para percorrê-la. A fórmula da velocidade e as unidades de medidas para a velocidade são: Quilômetro por hora (km/h), metros por segundos (m/s), metros por minutos (m/mim). As mais comuns para nós serão km/h e m/s. Existe uma relação entre essas duas.

Conceito de Velocidade Média

Para a velocidade média você precisa calcular a distância percorrida e o tempo gasto. Imagine que você vai fazer uma viagem para uma cidade vizinha. Digamos que esta cidade fica a

200 km de sua cidade. Você sai de sua cidade as 6:00 h da manhã e após duas horas você chega ao quilômetro 150. Porém, seu pneu furou, e você teve que trocá-lo, gastando meia hora para voltar para sua viagem. Após uma hora você chega a seu destino. Agora responda, o tempo que você ficou parado é levado em conta para o cálculo da velocidade? Na verdade, sim, para a velocidade média o que importa é a distância percorrida e o tempo que gasto para percorrê-la. Em outras palavras:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (\text{B.1})$$

Um outro exemplo seria calcular a velocidade média em toda viagem. Para isso é preciso saber a distância percorrida, 200km e o tempo total gasto, incluindo o tempo que ele ficou parado para consertar o pneu, então foram 2 horas até o pneu furar, meia hora para consertá-lo e mais 1 hora para chegar em seu destino dando um total 3 e 30 minutos, transformando tudo em horas 3,5 h.

$$v_m = \frac{200\text{km}}{3,5\text{h}} = 57,14\text{km/h}. \quad (\text{B.2})$$

Como já sabemos, a velocidade é uma grandeza vetorial e o sentido desse vetor é dado pelo sinal. Quando o móvel está no mesmo sentido da trajetória sua velocidade tem valor positivo e é chamado de movimento progressivo. Que adotamos como sendo da esquerda para a direita, de acordo com a figura (45)

Figura 44 – Imagem de um móvel indicando o sentido para direita do movimento.



Agora se ele estiver em sentido contrário da trajetória, dá-se o nome de retrógrado e sua velocidade é negativa, neste caso da direita para esquerda.

Conceito de Velocidade Instantânea

Esse é o mesmo conceito da velocidade. Entretanto, nesse caso o tempo será muito, mas

Figura 45 – Imagem de um móvel indicando o sentido para esquerda do movimento.



muito pequeno, tendendo a zero $\Delta t \rightarrow 0$.

Figura 46 – Imagem do velocímetro de um carro marcando velocidade instantânea



Matematicamente é expresso com o conceito matemático de limite no tempo,

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (\text{B.3})$$

B.3 ATIVIDADES DE FIXAÇÃO

Propusemos aos alunos alguns problemas de múltipla escolha para fixar o conteúdo proposto.

1. Em um campeonato de corrida, o vencedor percorre 1000 metros em 20 segundos. A velocidade média desse corredor foi de:

- a) 50 m/s
- b) 30 m/s
- c) 0,02 s/m

d) 25 m/s

2. Um avião na decolagem chega a uma velocidade de 120 m/s, essa velocidade em km/h vale:

a) 300

b) 432

c) 543

d) 334

3. Viajando por uma estrada você está no km 200 de uma cidade, uma hora depois você está no km 100, nesse momento a velocidade é de e a classificação do movimento é respectivamente.

a) 100 km/h progressivo.

b) 200 km/h retrogrado.

c) 100 km/h retrogrado

d) 200km/h progressivo

4. Seu professor resolve fazer uma viagem, o ponto de partida é no km 120 às 5:00hs, chegando ao seu destino que se encontra no km 200 às 7:00hs. A velocidade média na viagem é de, em km/h:

a) 30.

b) 40.

c) 50.

d) 60.

5. Um ônibus sai da rodoviária de Vitória que fica no quilometro 40 da BR 101 Norte às 7hs, chegando em João Neiva às 9hs, ficando parado durante o tempo de 0,5hs. Partindo de João Neiva e chegando em Linhares, que fica no quilometro 160, as 10hs e 30min. A velocidade média na viagem é de, aproximadamente.

a) 24 km/h.

b) 34 km/h.

c) 44 km/h.

d) 55 km/h.

B.4 ROTEIRO PARA EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO

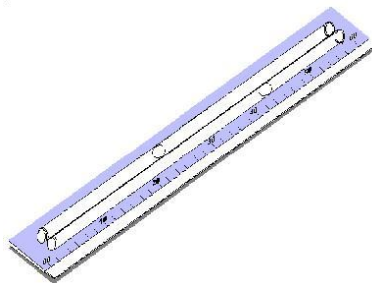
Introdução

Em cinemática escalar, pode-se fazer vários experimentos que descrevem um movimento retilíneo uniforme (MRU). Para isso, propusemos aos alunos a fazerem o experimento da bolha em um cano com água, que move-se verticalmente em ambos os sentidos.

Materiais Necessários: Cronômetro; Base de madeira; Fita métrica; Cano transparente; Esfera de metal; Água.

Para montá-lo, cole o cano na base de madeira e a fita métrica ao lado. Encha o cano de água, deixando uma bolha de ar, de modo que ela se movimente livremente com velocidade constante ao longo do cano. Isto acontece devido a pressão da água sobre a bolha. Faça mesmo experimento, mas ao invés de criar uma bolha dentro do cano, coloque uma esfera pequena, para que esta possa se movimentar ao longo da água. Ele terá a forma da figura (68)

Figura 47 – Imagem de um móvel indicando o sentido para direita do movimento.



Metodologia

- Dividir a turma em grupos com 03 alunos.
- Discuta a Classificação do movimento
- Anote as posições iniciais das bolhas.
- Calcule a distância Δs que a bolha percorrerá dentro do cano. Isto é definido quando pela quantidade de água colocada.
- Gire rapidamente o experimento para que a bolha formada possa subir, e calcule o tempo neste movimento.
- Repita o procedimento pelo menos três vezes, e anote estes tempos colocando na tabela (8).

- Agora faça o mesmo procedimento para a esfera, ao invés da bolha.

Tabela 2 – Tabela dos tempos

Tempo / Tipo	Bolha	Esfera
t_1		
t_2		
t_3		

Fonte: Próprio autor.

Calcule a Média dos tempos, $t_{\text{médio}}$: _____

Cálculos

- Calcule as velocidades para cada tempo medido em que a bolha percorreu o cano (deslocamento medido).
- Calcule a velocidade média referente à bolha, $v_m = \frac{\Delta s}{t_{\text{médio}}}$.
- Faça agora o mesmo cálculos para a esfera.

Discussão

Discuta os resultados de ambos os experimentos com os componentes do grupo, com a bolha e com a esfera, classificando o movimento em ambas as situações.

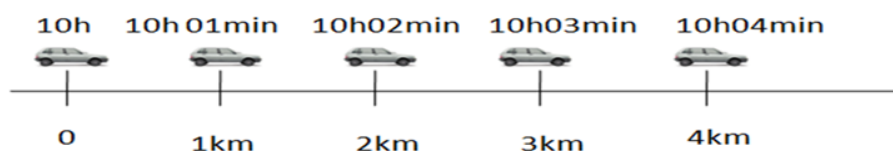
APÊNDICE C - TERCEIRA ETAPA

Neste apêndice, mostraremos uma lição sobre movimento uniforme, de acordo com a terceira etapa, de modo que veremos tal abordagem no fórum, nas salas de aula e no laboratório de física. Esta lição deve ser usada em paralelo com um livro didático, por exemplo (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2007).

C.1 MOVIMENTO UNIFORME

O movimento uniforme é caracterizado quando o móvel ou uma partícula tem sua velocidade constante, e isto acontece quando percorre distâncias iguais em tempos iguais. Por exemplo, um carro que sai de um local onde definimos como posição zero as dez horas, e percorre 1km em um minuto, constantemente. Movimento representado pela figura 48,

Figura 48 – Imagem de um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) de um móvel



caracterizando assim um movimento do tipo uniforme ou constante. Ele poderá ser retilíneo ou não, dependendo do tipo de percurso.

Como já sabemos a velocidade é uma grandeza vetorial e o sentido desse vetor é dado pelo sinal. Quando o móvel está no mesmo sentido da trajetória sua velocidade tem valor positivo e é chamado de movimento progressivo. O gráfico da velocidade em função do tempo é representado pelas figuras (49) e (50).

Esta representação gráfica do movimento é definida por uma função constante da velocidade em função do tempo. Agora se ele estiver em sentido contrário da trajetória, dá-se o nome de movimento retrógrado e sua velocidade é negativa e está graficamente representada pelas figuras

Figura 49 – Gráfico da velocidade por tempo.

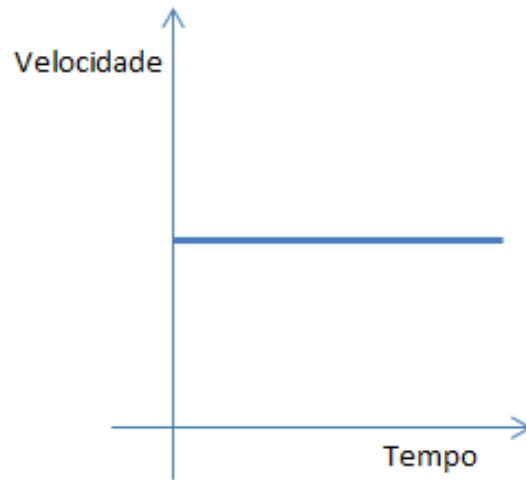


Figura 50 – Movimento de um móvel no sentido positivo (direita)



51 e 52.

Figura 51 – Gráfico da velocidade por tempo

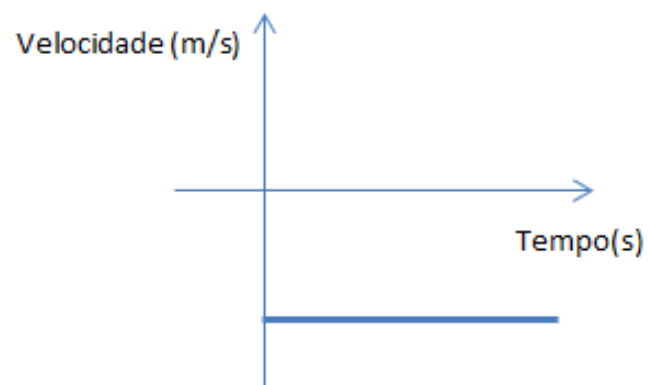


Figura 52 – Movimento de um móvel no sentido negativo (esquerda)



Função horária da posição

Já que nesse movimento a velocidade não muda é possível saber onde o móvel estará no futuro? Imagine então que um carro está com uma velocidade de 2m/s e partiu da posição 30m. Você saberia me dizer onde ele vai estar 5 segundos depois? Se você disse 40 metros, você acaba de definir a função horária da posição de forma intuitiva. Você multiplicou a velocidade pelo tempo e somou com a posição inicial. Porém é necessário produzir estes resultados a partir de equações, mais especificamente funções. Partindo da equação para a velocidade média de uma partícula, supondo que ela é constante então a média é a própria velocidade em qualquer instante de tempo. Com isso, temos

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (\text{C.1})$$

ou

$$v = \frac{s - s_0}{t - t_0} \quad (\text{C.2})$$

onde s_0 é a posição do ponto de partida e t_0 é este instante, que definimos como sendo zero, isto é, zeramos o cronômetro do nosso relógio e os valores s e t sendo a representação variável da posição e do tempo, de modo que poderá assumir quaisquer valores que o móvel descreverá. Se isolarmos a posição em função do tempo, teremos

$$s = s_0 + v \cdot t . \quad (\text{C.3})$$

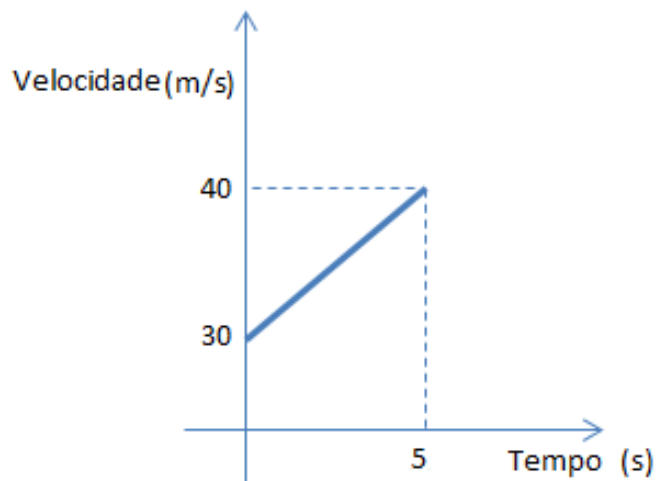
De acordo com o exemplo acima, esta equação torna-se $s = 30 + 2t$. Assim, se colocarmos o instante de 5 segundos, teremos

$$s = 30 + 2 \cdot 5 = 40m. \quad (\text{C.4})$$

Como a equação (C.3) trata-se de uma função de primeiro grau, o gráfico da posição em função do tempo associado está descrito na figura 53.

Sendo uma reta crescente, devido o fato da velocidade ser positiva, isto é, o movimento é

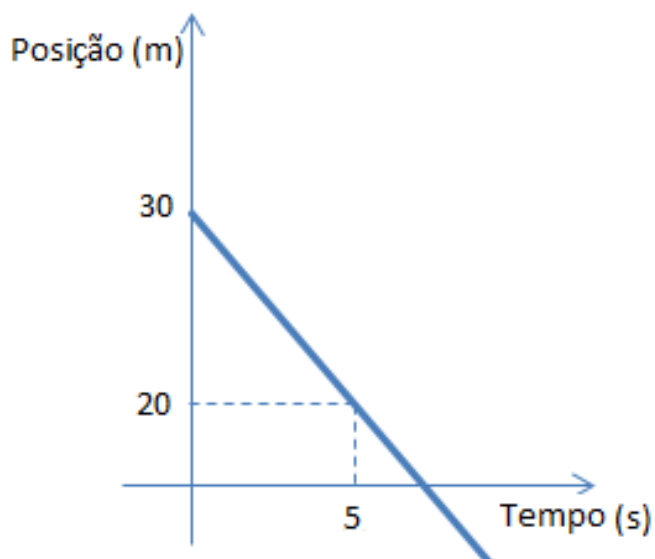
Figura 53 – Gráfico do movimento uniforme progressivo



progressivo.

Se tivermos agora uma partícula descrita pela função horária $s = 30 - 2t$, o gráfico da posição em função do tempo é descrito pela figura 54.

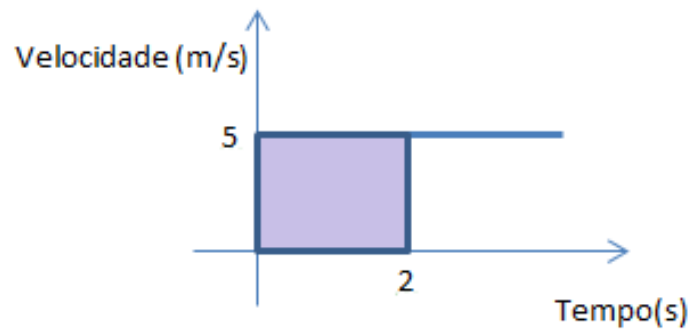
Figura 54 – Gráfico do movimento uniforme retrógrado



sendo um gráfico decrescente, caracterizando assim um movimento retrógrado.

Uma outra representação que pode ser estudada para o movimento uniforme é a partir de um gráfico da velocidade em função do tempo, como foram mostradas nas figuras 49 e 51. Nestes casos podemos encontrar o deslocamento da posição Δs . Seja portanto uma partícula com velocidade constante de $2m/s$ viajando a partir do instante zero até o instante de 5 segundos. Pelo gráfico, obtemos o deslocamento a partir da área pintada na figura 55,

Figura 55 – Movimento da velocidade por tempo.



tal que a área abaixo da curva até o eixo dos tempos, representa o deslocamento, onde $\Delta s = (2m/s) \cdot (5s)$ que implica em $\Delta s = 10m$ de deslocamento.

C.2 ATIVIDADES DE FIXAÇÃO

1. Em um carro em uma viagem, o motorista olha para o velocímetro do carro e verifica que sua velocidade é de 60 km/h em uma reta, onde não há alteração. Com essa informação podemos classificar esse movimento como:

- a) Acelerado.
- b) Retrogrado.
- c) Uniforme.
- d) Retilíneo e uniforme.

2. Um observador nota que um veículo está percorrendo distâncias iguais em intervalos de tempos iguais, com essa observação ele classificou esse movimento como:

- a. Retrogrado.
- b. Acelerado.
- c. Uniforme.
- d. Progressivo.

3. Um carro está fazendo uma viagem na BR 101 partindo do quilometro 20 e vai para o quilometro 80 esse movimento chama-se:

- a) Progressivo.
- b) Retrogrado.
- c) Acelerado.
- d) Uniforme.

4. Um carro parte da posição 40 m metros, com uma velocidade constante e retrogrado de 2m/s. A função do horário espaço que melhor descreve o movimento e de:

- a) $s = 2 - 40t$.
- b) $s = 40 + 2t$.
- c) $s = 40 - 2t$.
- d) $s = 2 + 40t$.

5- O comportamento de móvel e representado através de um gráfico 56 velocidade versus tempo, com base não informações dadas no gráfico, o deslocamento desse móvel entre os instantes 2s e 14s, vale:

- a) 64 m.
- b) 35 m.
- c) 66 m.
- d) 84 m.

6- Observe o gráfico na figura (57) mostra o comportamento de um movimento uniforme, a equação de melhor representa esse gráfico é:

Figura 56 – Gráfico da velocidade por tempo.

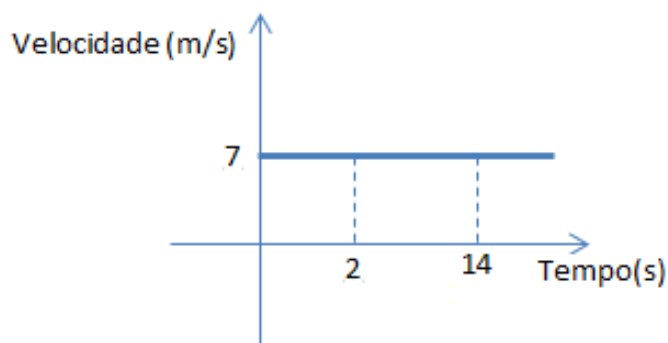
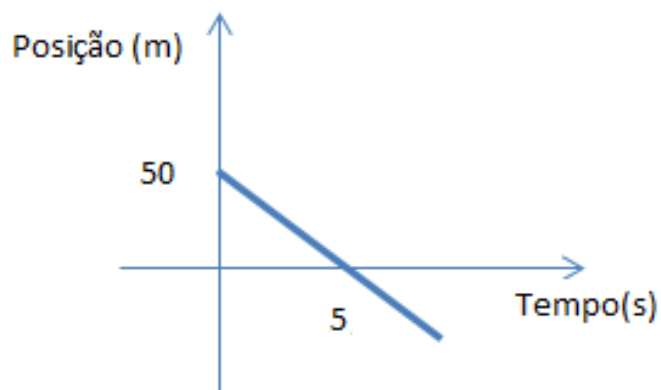


Figura 57 – Gráfico da posição por tempo.



- a) $s = 50 + 5t$.
- b) $s = 5 - 10t$.
- c) $s = 50 - 5t$.
- d) $s = 50 - 10t$.

C.3 ROTEIRO PARA EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO

Introdução

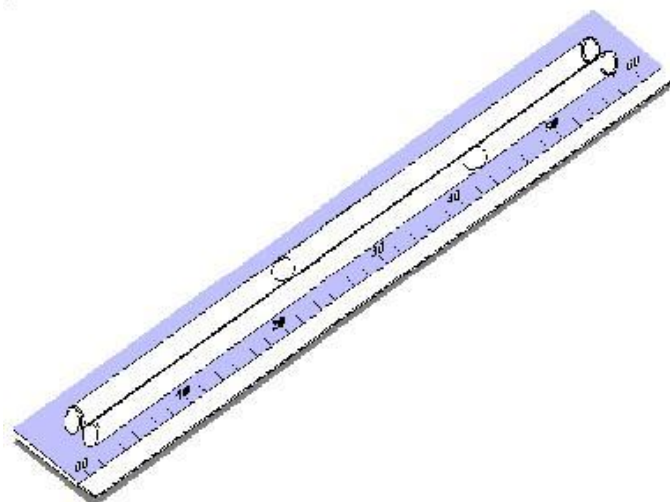
Em cinemática escalar, pode-se fazer vários experimentos que descrevem um movimento

retilíneo uniforme (MRU). Para isso, propusemos aos alunos a fazerem o experimento da bolha em um cano com água, que move-se verticalmente em ambos os sentidos. Porém agora, iremos estudar do ponto de vista das funções horárias, descrevendo um gráfico do movimento uniforme.

Materiais Necessários: Cronômetro; Base de madeira; Fita métrica; Cano transparente; Esfera; Água; Papel milimetrado; Esfera de metal.

Para montá-lo, cole o cano na base de madeira e a fita métrica ao lado. Encha o cano de água, deixando uma bolha de ar, de modo que ela se movimente livremente com velocidade constante ao longo do cano. Isto acontece devido a pressão da água sobre a bolha. Faça mesmo experimento, mas ao invés de criar uma bolha dentro do cano, coloque uma esfera pequena, para que esta possa se movimentar ao longo da água. Ele terá a forma da figura (68)

Figura 58 – Imagem de um experimento de movimento uniforme usando fluidos e bolhas dentro de um cano.



Fonte: Própria.

Metodologia

- Dividir a turma em grupos com 03 alunos.
- Anote as posições iniciais das bolhas, diferentes se possível. Preencha a tabela (6).
- Calcule a distância Δs que a bolha percorrerá dentro do cano. Isto é definido quando pela quantidade de água colocada. Isso te dará a posição posterior, preencha a tabela (7)
- Gire rapidamente o experimento para que a bolha formada possa subir, e meça três tempos neste movimento. Você considerou o tempo inicial igual a zero.
- Agora faça o mesmo procedimento para a esfera, ao invés da bolha.

Cálculos

- Calcule a média das três velocidades para a bolha.
- Faça agora o mesmo cálculos para a esfera.
- Com os dados preencha das tabelas abaixo.
- E por último, faça o gráfico no papel milimetrado que está disposto na figura (59), escrevendo os pontos nos eixos horizontal (representando o tempo em segundos) e vertical (representando a posição em metros ou centímetros).

Tabela 3 – Tabela de posição inicial

Posição / Tipo	Bolha	Esfera
$S_0^{(1)}$		
$S_0^{(2)}$		
$S_0^{(3)}$		

Fonte: Próprio autor.

- Calculo da Média das posições iniciais:

Tabela 4 – Tabela de posição posterior

Posição / Tipo	Bolha	Esfera
$S_1^{(1)}$		
$S_1^{(2)}$		
$S_1^{(3)}$		

Fonte: Próprio autor.

- Calculo da Média das posições posteriores:

Tabela 5 – Tabela de tempo

Tempo / Tipo	Bolha	Esfera
$t^{(1)}$		
$t^{(2)}$		
$t^{(3)}$		

Fonte: Próprio autor.

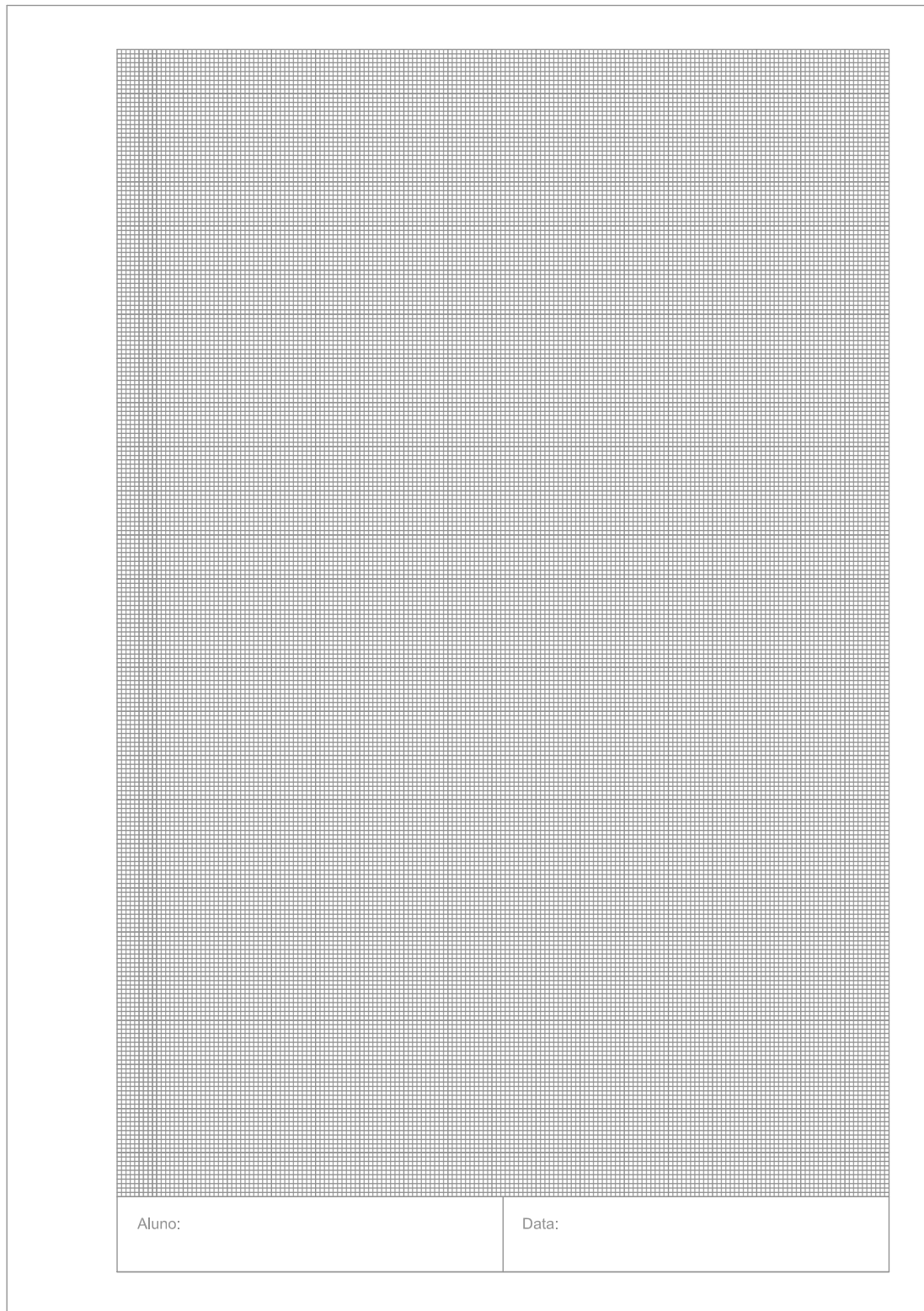
- Calculo da Média dos tempos:

- Calcule da Velocidade Média :

Discussão

Discuta os resultados de ambos os experimentos com os componentes do grupo, com a bolha e com a esfera, classificando o movimento em ambas as situações. Calcule ainda o coeficiente angular da reta para encontrar a velocidade média do movimento.

Figura 59 – Imagem de papel milimetrado.



APÊNDICE D - QUARTA ETAPA

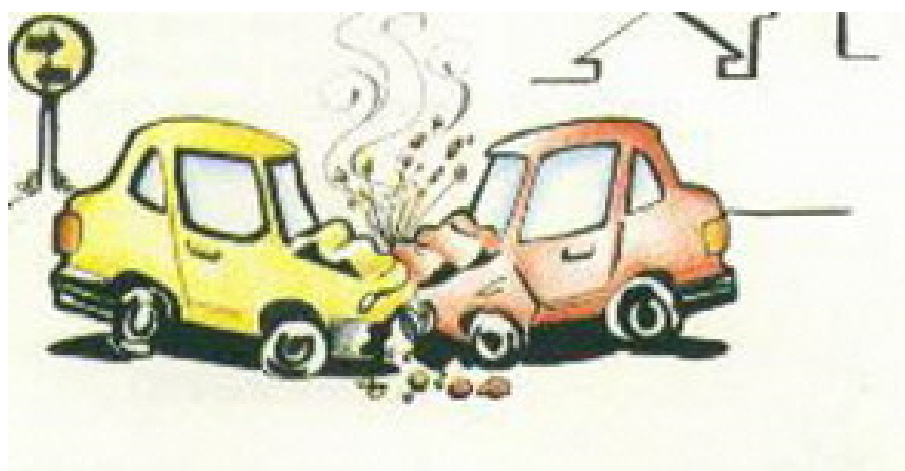
D.1 ENCONTROS DE MÓVEIS

O que significa a palavra encontro para você?

Quando você marca um encontro com alguém, qual é o seu objetivo, ficar perto ou ficar longe? Você deseja estar no mesmo lugar que essa pessoa. Então quando um encontro é marcado, a ideia é ficar no mesmo lugar. Em física, este significado deve ser tratado com cautela, pois existem duas situações: uma, quando tratamos de objetos pontuais, e outra quando tratamos de corpos extensos, relativos à mecânica clássica newtoniana ou Galileana. Como muitos já ouviram falar, dois corpos não podem ocupar o mesmo lugar no espaço. Porém, esse conceito deve ser tratado com mais detalhes em outro momento.

Do ponto de vista cinemático, que é o nosso objeto de estudo, o encontro de dois móveis ou objetos, refere-se à mesma situação de proximidade que descrevemos anteriormente, assim, dizemos que eles estão na mesma posição, quando tratamos de partículas. Essa situação matemática, pode estar relacionada a colisões, figura 60, móveis passando simultaneamente em pistas paralelas em sentidos iguais ou opostos, caracterizando ultrapassagens ou aproximações, respectivamente, ou até mesmo objetos extensos nessas situações, que trataremos mais adiante.

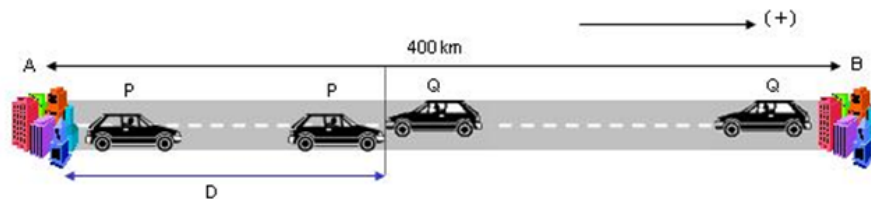
Figura 60 – Imagem de um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) de um móvel



Fonte: <http://2.bp.blogspot.com/-P9amlk-0lAc/TUgxzRvmHOI/AAAAAAAAADOY/lpqjdYKBE4U/s1600/acidente.jpg>

Para ilustrar, por exemplo, o caso de aproximações, vejamos a figura 61, que mostra dois carros representados pelas letras "P" e "Q" se movendo em estradas paralelas e sentidos opostos, se "encontrando" (nos termos da cinemática escalar) em um ponto a distância D da cidade "A", sendo 400 km a distância entre as cidades "A" e "B". Neste caso temos, tal que $s_P = s_Q$, sendo a referência a cidade "A".

Figura 61 – Imagem de um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) de um móvel



Fonte: <http://www.geocities.ws/cadernodefisica/134.JPG>

Então, se nos tivermos as funções horárias da posição dos móveis conseguimos calcular o instante e a posição do encontro, por exemplo. Um carro, parte do quilômetro 20 da BR 101, com velocidade constante de 40 km/h, no mesmo instante que uma moto parte do quilômetro 280 dessa mesma rodovia com velocidade 80 km/h, em sentido contrario ao do carro. Determine (a) as funções horárias do carro e da moto, (b) o tempo do encontro e (c) a posição do encontro, com relação ao quilômetro zero.

Solução. (a) De acordo como nossos estudos anteriores, a função horária da posição pode ser dada por

$$s_{\text{carro}} = 40 + 40t, \quad (\text{D.1})$$

e

$$s_{\text{moto}} = 280 - 80t. \quad (\text{D.2})$$

Lembrando que a velocidade do moto fica negativa porque o movimento e retrogrado.

(b) Tomamos a relação de encontro $s_{\text{carro}} = s_{\text{moto}}$, teremos

$$40 + 40t = 280 - 80t. \quad (\text{D.3})$$

Isolando o tempo t do encontro após um pequeno algebrismo, o tempo será

$$t = 2h. \quad (\text{D.4})$$

(c) Como no encontro a posição é a mesma para o carro e para a moto, basta substituir o tempo

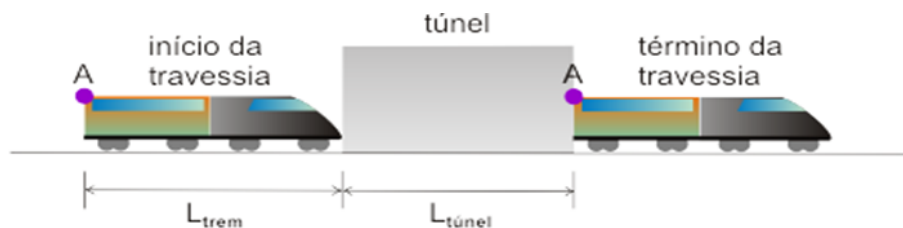
encontrado em qualquer uma das funções horárias da posição $s_{encontro} = 280 - 80 \cdot 2$.

$$s_{encontro} = 120 \text{ km.} \quad (\text{D.5})$$

Agora como exercício substitua na outra função horária e verifique se a posição do encontro é a mesma.

Responda à pergunta: Um trem de 1 km de comprimento está viajando com uma velocidade de 1 km/min e, vai atravessar um túnel de 1 km de comprimento, quanto tempo ele vai demorar para atravessar o túnel? Se você falou 1 minuto, errou. Na verdade, ele vai demorar 2 minutos para conseguir atravessar por completo, por que em 1 minuto a frente dele chega ao final do túnel. Porém a parte de trás ainda estará entrando no túnel, e precisará de mais 1 minuto que consiste na travessia do comprimento do trem. O que acabamos de discutir aqui é o conceito de corpo extenso, ver figura (62).

Figura 62 – Imagem de um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) de um móvel



Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-HrEC03FqyQk/T0uSZ7L8VGI/AAAAAAAAAckQ/1YeOBaHg2eY/s1600/muex5.PNG>

Se levarmos em conta a extremidade da parte de trás do trem como referência e a distância que esse ponto percorre para atravessar o túnel, esse será o tempo gasto pelo trem ao percorrer todo o túnel. A distância percorrida é o comprimento do trem somado ao comprimento do túnel $L_{trem} + L_{túnel}$. Então a velocidade fica

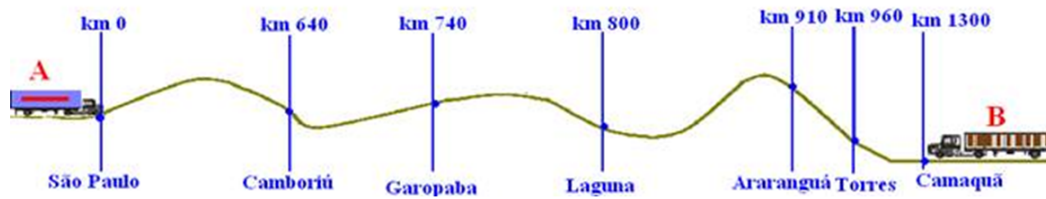
$$v = \frac{L_{trem} + L_{túnel}}{\Delta t} \quad (\text{D.6})$$

E assim levamos em conta todo o comprimento do trem.

D.2 ATIVIDADES DE FIXAÇÃO

1. (UFGRS-RS) Um caminhoneiro parte de São Paulo com velocidade escalar constante de módulo igual a 74 km/h. No mesmo instante parte outro de Camaquã, no Rio Grande do Sul, com velocidade escalar constante de 56 km/h.

Figura 63 – Imagem de um Movimento de encontro de móveis



Em que cidade eles se encontrarão?

- a) Camboriú,
- b) Garopaba,
- c) Laguna,
- d) Araranguá,
- e) Torres.

2.(UERJ-010) Dois automóveis, M e N, inicialmente a 50 km de distância um do outro, deslocam-se com velocidades constantes na mesma direção e em sentidos opostos. O valor da velocidade de M, em relação a um ponto fixo da estrada, é igual a 60 km/h. Após 30 minutos, os automóveis cruzam uma mesma linha da estrada. Em relação a um ponto fixo da estrada, a velocidade

Figura 64 – Imagem de um Movimento de encontro de móveis



de N tem o seguinte valor, em quilômetros por hora:

- a) 40,
- b) 50,
- c) 60,
- d) 70,
- e) 1000.

3. (Unitau-SP) Uma motocicleta com velocidade escalar constante de 20 m/s, andando paralelamente à uma ferrovia, ultrapassa um trem de comprimento 100 m que “caminha”, no mesmo sentido, com velocidade escalar constante de 15 m/s. Desconsiderando o tamanho da moto, a

duração da ultrapassagem é:

Figura 65 – Imagem de um Movimento de encontro de móveis



- a) 5 s,
- b) 15 s,
- c) 20 s,
- d) 25 s,
- e) 30 s.

4. (UDESC-SC- 010) Dois caminhões deslocam-se com velocidade uniforme, em sentidos contrários, numa rodovia de mão dupla. A velocidade do primeiro caminhão e a do segundo, em relação à rodovia, são iguais a 40 km/h e 50 km/h, respectivamente. Um caroneiro, no primeiro

Figura 66 – Imagem de um Movimento de encontro de móveis



caminhão, verificou que o segundo caminhão levou apenas 1,0 s para passar por ele. O comprimento do segundo caminhão e a velocidade dele em relação ao caroneiro mencionado são, respectivamente iguais a:

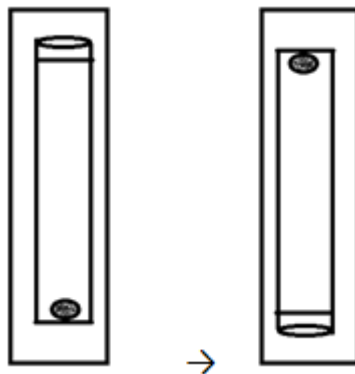
- a) 25 m e 90 km/h,
- b) 2,8 m e 10 km/h,
- c) 4,0 m e 25 m/s,
- d) 28 m e 10 m/s,
- e) 14 m e 50 km/h.

D.3 ROTEIRO PARA EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO

Introdução

Este experimento é similar ao do apêndice anterior, porém é necessária uma comparação de dois equipamentos (bases) para se ter o encontro da bolha e da esfera. Enquanto um, por exemplo a bolha (esquerda), desce, a esfera (direita) sobe. Assim, anota-se o ponto de encontro, quando as placas são postas lado-a-lado. Colocamos as bases no formato de acordo com a figura (67)

Figura 67 – Experimento de encontro de móveis



Fonte: Própria.

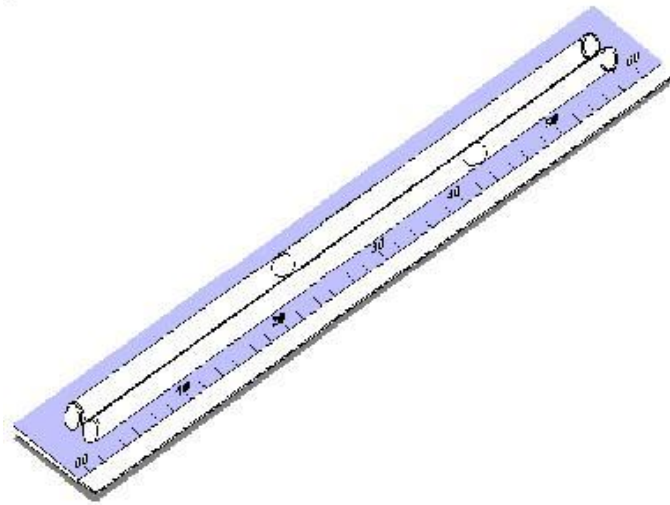
Materiais Necessários: Cronômetro; Base de madeira; Fita métrica; Cano transparente; Esfera de Metal; Água; Papel milimetrado.

Para montá-lo, cole o cano na base de madeira e a fita métrica ao lado. Encha o cano de água, deixando uma bolha de ar, de modo que ela se movimente livremente com velocidade constante ao longo do cano. Isto acontece devido a pressão da água sobre a bolha. Faço mesmo experimento, mas ao invés de criar uma bolha dentro do cano, coloque uma esfera pequena, para que esta possa se movimentar ao longo da água. Ele terá a forma da figura (68)

Metodologia

- Dividir a turma em grupos com 03 alunos.
- Coloque as bases na posição da figura (67), de modo que a bolha e a esfera estejam em lados opostos.

Figura 68 – Imagem de um experimento de movimento uniforme usando fluidos e bolhas dentro de um cano.



Fonte: Própria.

- Anote as posições iniciais da bolha e da esfera, e preencha a tabela (6). Em seguida elas são liberadas do repouso, fazendo movimentos em sentidos opostos. Repita o procedimento três vezes.
- Para cada procedimento, anote o tempo e a posição dos encontros, tomando como referência a régua ao lado, preenchendo as tabelas (7) e (8).

Tabela 6 – Tabela de posição inicial

Posição / Tipo	Bolha	Esfera
$S_0^{(1)}$		
$S_0^{(2)}$		
$S_0^{(3)}$		

Fonte: Próprio autor.

- Calculo da Média das posições iniciais:

Cálculos

Faça ambos os gráficos marcando os pontos, da bolha e da esfera, no mesmo papel milimetrado que está disposto na figura (69), escrevendo os pontos nos eixos horizontal (representando o tempo em segundos) e vertical (representando a posição em centímetros).

Tabela 7 – Tabela de posição do encontro

Posição / Tipo	Bolha	Esfera
$S_1^{(1)}$		
$S_1^{(2)}$		
$S_1^{(3)}$		

Fonte: Próprio autor.

- Calculo da Média das posições do encontro:

Tabela 8 – Tabela dos tempos do encontro

Tempo / Tipo	Bolha	Esfera
$t^{(1)}$		
$t^{(2)}$		
$t^{(3)}$		

Fonte: Próprio autor.

- Calculo da Média dos tempos:

Discussão

Discuta os resultados do experimento com os componentes do grupo, com a bolha e com a esfera, classificando o movimento em ambas as situações. Calcule ainda o coeficiente angular da reta para encontrar as velocidades médias do movimento para a bolha e para a esfera.

Figura 69 – Imagem de papel milimetrado.

