



**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS**

**MODELAGEM COMPUTACIONAL E SIMULAÇÕES EM
FÍSICA USANDO O *SOFTWARE MODELLUS*: Uma
abordagem alternativa no Ensino de Cinemática**

Elys da Silva Mendes

Lajeado-RS, 27 novembro de 2014

Elys da Silva Mendes

**MODELAGEM COMPUTACIONAL E SIMULAÇÕES EM FÍSICA
USANDO O *SOFTWARE MODELLUS*: Uma abordagem alternativa
no Ensino de Cinemática**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Novas Tecnologia, Recursos e Materiais Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.

Coorientador: Prof. Dr. Italo Gabriel Neide

Lajeado-RS, 27 novembro de 2014

MODELAGEM COMPUTACIONAL E SIMULAÇÕES EM FÍSICA USANDO O SOFTWARE MODELLUS: Uma abordagem alternativa no Ensino de Cinemática

Elys da Silva Mendes

A banca examinadora _____ a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a.Dr^a. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt – Orientadora - Centro Universitário UNIVATES

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide – Coorientador - Centro Universitário UNIVATES

Prof^a. Dr^a. Maria Madalena Dullius - Centro Universitário UNIVATES

Prof. Dr. José Claudio Del Pino - Centro Universitário UNIVATES

Prof. Dr. João Batista Siqueira Harres - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul-(PUC/RS)

Lajeado-RS, 27 novembro de 2014

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos grandes amores da minha vida, minha esposa Maria Elenice da Aguiar Mendes e minha filha Angélica Maria de Aguiar Mendes, por terem sido compreensivas nas horas de angústias e dificuldades que passei durante o desenvolvimento da pesquisa. Além disso, dedico este trabalho aos alunos da turma do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Informática 1A, participantes da pesquisa, que se esforçaram para estarem nos contraturnos nas atividades práticas.

Elys da Silva Mendes

Novembro/2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

A Deus, por ter oportunizado a vivência desta experiência e por estar sempre presente, iluminando-me mesmo nos momentos mais obscuros.

Aos meus familiares, que sempre me incentivaram a nunca desistir de buscar os objetivos que almejei.

A professora Dr^a. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, pela orientação e participação na construção do meu desenvolvimento como professor e pesquisador.

Ao professor Dr. Italo Gabriel Neide, pelas contribuições valiosas prestadas como coorientador de trabalho.

Aos Diretores e funcionários do Instituto Federal do Amapá - Campus Laranjal do Jari, por terem promovido a abertura de espaço para a realização da pesquisa.

Aos colegas da turma do Mestrado em Ensino de Ciências Exatas/2012 – UNIVATES/RS, pelos momentos de aprendizado e troca de experiências profissionais no ensino.

Aos professores da UNIVATES/RS que ministraram disciplinas, contribuindo direta ou indiretamente para o meu desenvolvimento intelectual.

Aos professores que compuseram a minha banca de qualificação desse trabalho, Dr^a. Maria Madelena Dullius e Dr. Wolmir José Böckel, pelas valorosas contribuições.

A todos deixo minha profunda gratidão.

O que melhor distingue a educação escolar de outros tipos e espaço educativo é o fazer-se e refazer-se na e pela pesquisa. A própria vida como tal é um espaço naturalmente educativo, à medida que induz à aprendizagem constante, burila a têmpera das pessoas, forma no sofrimento e na experiência acumulada.

(Pedro Demo, 1997)

RESUMO

Uma das principais questões que norteiam o ensino da Física está em como ensiná-la para que os alunos sejam estimulados a aprendê-la. Assim, com o intuito de verificar quais evidências de aprendizagem significativa surgiriam em uma abordagem metodológica no ensino da Cinemática Escalar, associando o uso da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) no ensino da Física, foi abordado neste estudo. Como ferramenta tecnológica auxiliar no ensino e na aprendizagem da Física, optou-se pelo *Software Modellus*. A investigação está fundamentada na aprendizagem significativa de David Ausubel (2003), bem como na modelagem computacional de fenômenos naturais abordados na Cinemática Escalar. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa que entrelaça uma abordagem qualitativa e quantitativa em um estudo de caso educacional. A pesquisa fez uso da notação experimental de Campbell e Stanley (1979) com uso de grupo experimental e controle. Foram empregados instrumentos de coleta de dados que favoreceram a análise dos subsunçores e questionários (pré-teste, pós-teste e de satisfação), com intuito de verificar o desenvolvimento do aprendizado. O tratamento metodológico baseou-se em quatro atividades de modelos conceituais da Cinemática, desenvolvidos por meio de simulações computacionais. Os resultados mostraram que a metodologia utilizada proporcionou maior interação entre os alunos submetidos ao tratamento (grupo experimental) e promoveu nos alunos uma predisposição para aprender. Assim, a ferramenta aplicada revelou-se ser potencialmente significativa para esses alunos, pois possibilitou que trabalhassem com animações demonstrativas de fenômenos Físicos que favoreceram aprender de forma ativa os conceitos da Cinemática escalar.

Palavras-chaves: Aprendizagem significativa. Cinemática. *Software Modellus*.

ABSTRACT

One of the principal questions that guide the teaching of physics lies in how teach her so that students are stimulated to learn it. Thus, with the aim of check which evidences of significant learning would arise in a methodological approach in teaching the Kinematics scalar associating the use of Information and Communication Technology (ICT) in the teaching of physics, was addressed in this study. As technological auxiliary tool in the teaching and learning of physics, we opted for *Modellus* software. The investigation is grounded in meaningful learning of David Ausubel (2003), as well as computer modeling of natural phenomena addressed in the Kinematics climb. Methodologically, it is a research that interweaves a qualitative and quantitative approach to the study of educational case. The research has used of experimental notation of Campbell and Stanley (1979) using experimental and control groups. Collection instruments data that favor the subsumers and analysis of questionnaires (pre-test, post-test and satisfaction) were employed, in order to verify the development of learning. The methodological approach was based on conceptual models of kinematics, developed through computer simulations four activities. The results showed that the methodology provided greater interaction between students undergoing treatment (experimental group) and promoted in students a willingness to learn.. Thus, the applied tool proved to be potentially significant for these students, because it allowed that they work with demonstration animations Physical phenomena that favored in an active way learn the concepts of kinematics scalar.

Keywords: Meaningful learning. Kinematics. *Software Modellus*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual das principais características do <i>Modellus</i>	36
Figura 2 - Interface do programa <i>Modellus</i> aberta e pronta para uso para demonstração da simulação de MRUV	37
Figura 3 - Mapa conceitual dos conceitos básicos da Cinemática Escalar	63
Figura 4 - Resposta do aluno Ae19.....	68
Figura 5 - Resposta do aluno Ae3.....	69
Figura 6 - Resposta do aluno Ae9.....	69
Figura 7 - Resposta do aluno Ac14	70
Figura 8 - Organização dos principais recursos do software <i>Modellus</i>	73
Figura 9 - Caixa modelo Matemático.....	74
Figura 10 - Menu parâmetro.....	74
Figura 11 - Menu objetos	75
Figura 12 - Faixa de configurações	75
Figura 13 - Menu Animação	75
Figura 14 - Menu Variável Independente	76
Figura 15 - Menu Gráfico	76
Figura 16 - Representação matemática do deslocamento do aluno Ae14	79
Figura 17 - Resposta do aluno Ae3.....	80
Figura 18 - Representação matemática do intervalo de tempo do aluno Ae7	80
Figura 19 - Resposta dos alunos Ae11e Ae14 respectivamente.....	81
Figura 20 - Resposta do aluno Ae16.....	82
Figura 21 - Resposta apresentada do aluno Ae16	86
Figura 22 - Resposta apresentada pelo aluno Ae1	87
Figura 23 - Alunos calculando a velocidade escalar média e a aceleração escalar do móvel.....	89
Figura 24 - Resolução das questões do aluno Ae3.....	90
Figura 25 - Cálculo apresentado pelo aluno a Ae3	93

Figura 26 - Resposta do aluno Ae10 à situação-problema levantada no modelo.	95
Figura 27 – Resolução do aluno Ae19 ao teste de aprendizagem	96
Figura 28 - Intervenção do autor durante a realização da atividade 4.....	99
Figura 29 - Cálculo do tempo de encontro entre os móveis Sa e Sb do aluno Ae1.	101
Figura 30 - Resultado apresentado pelo aluno Ae10	101
Figura 31 - Opinião do aluno Ae16 sobre as atividades com <i>software Modellus</i>	109
Figura 32 - Interface ilustrativa do modelo: <i>Deslocamento em função da distância percorrida.mdl</i>	128
Figura 33 - Interface ilustrativa do modelo: <i>Velocidade Escalar Média e Aceleração Escalar Média.mdl</i>	130
Figura 34 - Interface ilustrativa do modelo: <i>Função Horária da Posição1. Mdl</i>	132
Figura 35 - Interface ilustrativa do modelo 04: <i>Função Horária da Posição2. mdl</i> .	133
Figura 36 - Ilustração do <i>modelo 05: Função Horária da Posição do MRUV.mdl</i> ...	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Apresentação dos códigos dos alunos de acordo com o grupo no qual foram inseridos.....	46
Tabela 2 - Procedimentos iniciais adotados na pesquisa.....	47
Tabela 3 - Descrição do tratamento dado aos grupos da pesquisa	49
Tabela 4 - Atividades e conceitos explorados	52
Tabela 5 - Frequência dos conteúdos mais estudados no Ensino Fundamental pelos alunos ingressantes no IFAP/LJ.....	59
Tabela 6 - Apresentação dos resultados do estudo de funções matemática dos alunos durante o Ensino Fundamental e quanto ao uso das TIC nesse nível de Ensino.	62
Tabela 7 - Notas dos alunos no pré-teste e pós-teste	104
Tabela 8 - Estatística descritiva levantada no pré-teste	106
Tabela 9 - Estatística descritiva levantada no pós-teste	106
Tabela 10 - Desempenho dos grupos.	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução do aprendizado no 8º e 9º ano no município de Laranjal do Jari- Ap.....	43
Quadro 2 - Avaliação dos alunos quanto às suas habilidades adquiridas em Matemática durante o Ensino Fundamental.....	57
Quadro 3 - Temas dos textos utilizados como organizadores prévios.	72
Quadro 4 - Evidências de aprendizagem durante a atividade	84
Quadro 5 – Demonstrativo do valor de cada questão do pré-teste e pós-teste.....	104

LISTA DE SIGLAS

TIC - Tecnologia de Informação e da Comunicação

MRU - Movimento Retilíneo Uniforme

MRUV - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

FTD - Frère Théophane Durand

IFAP/LJ - Instituto Federal do Amapá-Campus Laranjal do Jari

INFO 1A - Turma de Informática 1 A

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEP- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

CADAM S/A - Caulim da Amazônia sociedade Anônima

CTIEM - Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel.....	25
2.1.1 Aprendizagem Significativa Crítica	28
2.2 <i>Software</i> Educativo na Escola.....	31
2.2.1 O <i>Software Modellus</i> no Ensino da Cinemática	33
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	38
3.1 Caracterização da pesquisa	38
3.2 Campos de investigação e os sujeitos da pesquisa	41
3.3 Instrumentos de coleta de dados	44
3.4 Descrições das atividades realizadas	45
3.5 Da organização da Pesquisa.....	50
4. ANÁLISE E RESULTADOS.....	53
4.1. Passos metodológicos iniciais do tratamento.....	53
4.2 Perfis dos alunos ingressantes no IFAP/LJ	55
4.2.1 Análise de conhecimentos prévios em Cinemática escalar.....	63
4.3. Estratégia usada como organizador prévio no grupo controle da pesquisa: desenvolvimento do subsunçor relevante	71

4.3.1 Detalhamento das atividades do grupo de controle	72
4.4 Resultados das Atividades: Prática pedagógica a qual foram submetidos os alunos do grupo experimental	72
4.4.1 Simulação usada como organizador prévio no grupo experimental da pesquisa: desenvolvimento do subsunçor relevante	73
4.4.2. Atividade 1 - Deslocamento em função da distância percorrida	77
4.4.3. Atividade 2 - Velocidade escalar média e aceleração escalar.....	85
4.4.4 Atividade 3 - Movimento com velocidade Constante.....	91
4.4.5 Atividade 4 - Movimento com velocidade Variável	97
4.5 Análise estatística dos resultados no pré-teste e pós-teste	103
4.6 Opiniões dos alunos quanto ao <i>software Modellus</i> usado na pesquisa	108
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
APÊNDICES	122
ANEXOS	151

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Ramos (2011), a forma como se ensina e se aprende em disciplinas como a Física e a Química tem se apresentado pouco atraente para os alunos, ocasionando um aumento no nível de insucesso na compreensão conceitual dos alunos, os quais pensam nessas disciplinas como um conjunto de fórmulas abstratas “sem muito significado”.

Na maioria das pesquisas realizadas sobre o ensino de Física no Ensino Médio, os métodos tradicionais de ensiná-la são apontados como uma das possíveis causas das dificuldades de aprendizado dos estudantes (RAMOS, 2011). Fiolhais e Trindade (2003) afirmam que esses métodos de ensino estão desajustados, pois não utilizam as técnicas mais recentes e modernas de ensino.

Os professores de Física geralmente utilizam como ferramentas principais para o Ensino da Física o livro didático, quadro, giz e pincel, fato notório, que o torna maçante dentro desse método tradicional. Com o uso desses instrumentos, faz-se necessário que o aluno seja capaz de imaginar o fenômeno natural que é objeto de estudo nas aulas. Na prática, dificilmente isso acontece no cotidiano das aulas. Fiolhais e Trindade (2003) colocam a necessidade de se inserirem técnicas de ensino atraentes que facilitem a compreensão qualitativa dos princípios físicos.

De acordo com Mendes e Almeida (2012), as dificuldades na aprendizagem da Física têm sido parte de pesquisa e novos métodos de ensino estão sendo desenvolvidos. Esses novos métodos possibilitam aos estudantes um aprendizado dinâmico e atraente, em que o estudante participa da sua formação. Nessa vertente, Ramos (2011) sugere como alternativa ao ensino tradicional, o uso de tecnologias

de informação e da comunicação (TIC). Jimoyiannis e Komis (2001) consideram que a Física é uma das áreas que mais pode se beneficiar das TIC para o ensino e a aprendizagem.

Assim, nesta pesquisa parto da premissa de que o uso das TIC nas escolas pode trazer resultados satisfatórios nos processos de ensino e de aprendizagem da Física. Segundo Araujo (2002), o uso de computador com *software* tem proporcionado melhor desempenho aos alunos, quando comparado apenas ao método de ensino tradicional, além de auxiliar o professor no complemento da sua prática docente.

De acordo Fainguelernt (1999), os computadores são parte do nosso dia a dia, fazendo-se presentes em casa, no trabalho, na escola, e o ensino por meio dos computadores pode tornar-se diferente e excitante, já que esses, habitualmente, possuem um ambiente interativo, que pode levar o aluno a participa do seu processo de Ensino e de Aprendizagem. Isso possibilita, segundo o autor, o surgimento de novas ideias, de construções de novos caminhos de pensamento que favoreçam a revitalização e o desenvolvimento dos debates educacionais.

Com o intuito de promover mudanças no ensino da Física, em especial na Cinemática, nas turmas de 1º ano do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio (CTIEM), do Instituto Federal de Educação - Campus Laranjal do Jari, propus uso do *software* educativo *Modellus* no ensino, haja vista a possibilidade de se fazer estudo da Cinemática por meio da observação de movimentos utilizando o computador. Veit e Teodoro (2002, p. 1) comentam que *software Modellus* foi concebido especialmente para modelagem em Ciências Físicas e Matemática sob uma visão de ensino que enfatiza, no processo de aprendizagem, a exploração e a criação de múltiplas representações de fenômenos físicos e de objetos matemáticos.

A escolha dessa ferramenta ocorreu devido às suas potencialidades para o ensino e para a aprendizagem de conceitos da Cinemática, bem como a desnecessidade de conhecimentos apurados em linguagem de programação para seu manuseio. Veit e Teodoro (2002) classificam o *Modellus* como o único *software* que não necessita de qualquer linguagem ou metáfora de programação. Aliado a

isso, para o uso da ferramenta, não é necessário que os ambientes informatizados tenham acesso à rede mundial de computadores.

Nessa vertente, Ramos (2011) enfatiza que o programa necessita de instalação prévia do Java¹. Ressalta o autor que a ferramenta possui uma interface “amigável” e aprende-se a manuseá-la em poucas horas.

A Cinemática, foco desta pesquisa, tem como elemento de estudo os movimentos de *corpos*². E, apesar de o conteúdo envolver Matemática básica, há por parte dos estudantes dificuldades na sua compreensão. De acordo Facchinello e Moreira (2008), a Matemática, no desenvolvimento da Física, é de extrema importância não apenas para complementar os conceitos científicos, mas para dar consistência às suas ideias. Mendes e Almeida (2012) afirmam que o professor deve buscar alternativas para minimizar as dificuldades de compreensão dos conceitos da Física em virtude da Matemática envolvida no conteúdo.

Silva e Filho (2010) destacam que o estudo dos movimentos vai além da sua importância para a Física. Para eles, a organização social depende de certa forma, que se entenda sobre deslocamento de objetos e pessoas. Saber conceitos de distância, tempo, velocidade e aceleração são importantes em uma sociedade na qual o tempo impacta.

No âmbito escolar, a Física se configura como uma disciplina na qual os alunos têm apresentado grandes dificuldades de aprendizagem (RAMOS, 2011). O

¹ Java é uma linguagem de programação e plataforma computacional lançada pela primeira vez pela Sun Microsystems em 1995. Existem muitas aplicações e *sites* que não funcionarão, a menos que você tenha o Java instalado, e mais desses são criados todos os dias. Disponível em: <http://www.java.com/pt_BR/download/faq/whatis_java.xml>.

² Na Física, o termo corpo é chamado algumas vezes apenas de objeto. Objeto na Física obedece às teorias da mecânica clássica ou quântica, podendo determinar a posição, orientações no espaço, bem como as mudanças dele, resultado pela interação de forças. Na Física usa-se ainda a expressão corpo extenso, corpo pontual ou ponto material. O primeiro refere-se a objetos cujas dimensões não são desprezíveis em relação às medidas envolvidas. Por exemplo, um Planeta estudado de perto é um corpo extenso. Já o corpo pontual, também conhecido como partícula ou ponto material, ao contrário do corpo extenso, suas dimensões são desprezíveis em relação às medidas efetuadas. Adaptado pelo autor. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Corpo_\(f%C3%ADsica\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Corpo_(f%C3%ADsica))>.

tema desta pesquisa, ou seja, o uso do *software* educativo³ *Modellus* no ensino e de aprendizagem da Cinemática, surgiu a partir de constatações das referidas dificuldades dos meus alunos ingressantes no CTIEM em compreender representações abstratas de situações relacionadas ao estudo da Cinemática.

Nos meus dois primeiros anos de trabalho (2012 e 2013) no Instituto Federal do Amapá - Campus Laranjal do Jari, pude perceber que o desempenho dos alunos ficou abaixo do esperado na disciplina de Física no conteúdo de Cinemática. Essa situação vem acontecendo sempre no primeiro bimestre do ano letivo.

De acordo com os dados levantados pela secretaria acadêmica do Instituto Federal do Amapá - Campus Laranjal do Jari, no ano de 2012 ingressaram no CTIEM oitenta alunos, dos quais 69% não obtiveram a aprovação no primeiro bimestre em Física. Em 2013, noventa e quatro alunos ingressaram nesse curso e 68% não conseguiram a aprovação no primeiro bimestre.

Nesse sentido, os dados levantados pela Secretaria Acadêmica do Instituto Federal nos anos de 2012 e 2013 motivaram-me a realizar esta pesquisa, pois, analisando os dados criteriosamente nos bimestres seguintes, notei que os índices de reprovados por bimestre na disciplina no ano de 2012 foram: 40% no segundo, 35% no terceiro e 23% no quarto. Em 2013, os índices de reprovados foram: 44% no segundo, 33% no terceiro e 26% no quarto. Assim, pude concluir que os desempenhos apresentados pelos alunos foram, ao longo dos bimestres, melhorando acentuadamente. Isso mostra que as maiores dificuldades dos estudantes ingressantes ocorrem no início do ano letivo, quando é abordada no Instituto a Cinemática escalar.

Essa realidade poderia mudar se nas aulas de Física os professores do oitavo e nono ano utilizassem atividades experimentais, sejam elas realizadas em laboratórios experimentais ou de simulação virtual. Isso poderia facilitar a compreensão inicial de conceitos físicos, minimizando, assim, as possíveis

³ Sancho (1998) conceitua um software educativo como um programa que possui recursos que foram projetados com intenção e finalidade de serem usadas em contexto de ensino e de aprendizagem, suas finalidades vai desde a aquisição de conceitos, passando pelo desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

dificuldades de compreensão de fenômenos. De acordo com Silva e Zanon (2000), a maioria dos professores sabe o quanto é essencial o uso de atividades e/ou experimentos para o aprendizado dos alunos. Porém, essas atividades deixam de ser realizadas em laboratório por falta de tempo.

Para Cenne e Teixeira (2007), entre outros fatores que dificultam a utilização dos laboratórios de informática está o fato de que comumente o professor dispõe de um único período de aula, que é utilizado para os alunos se deslocarem até o laboratório, organizarem o material, colherem os dados e discutirem os resultados. Os autores apontam, ainda, como alternativa para tentar superar esta dificuldade, o uso de *software* em laboratório de informática. Assim seria possível uma ampliação das condições para uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos nas mais diversas áreas.

Há de se destacar que o uso de tecnologias encontra algumas barreiras para a sua implementação. Dentre os obstáculos que devem ser superados, antes da inserção da ferramenta tecnológica no ensino, cito as seguintes questões: despreparo da maioria dos professores para trabalhar o ensino com essa ênfase, bem como a falta de conhecimento acadêmico acerca das TIC.

Diante dessa perspectiva no ensino, Valente (1995) destaca a necessidade de o professor realizar formação continuada por meio de programas de atualização, para que ele tenha contato com as tendências da sua respectiva área de ensino. Nessa direção, Cenne e Teixeira, (2007) enfatizam a necessidade de nós professores incorporarmos as tecnologias nas nossas aulas, fazendo os alunos interagirem com ela por meio de recursos, tais como: *internet*, modelagem⁴ computacional, hipertexto, ambiente virtual de aprendizagem, entre outros.

Compartilham dessa opinião Mendes e Almeida (2012). Os referidos autores apontam que o uso do computador tem trazido vantagens, possibilitando a melhoria

⁴ A modelagem da pesquisa segue o sentido atribuído por Veit e Teodoro (2002). Os autores classificam a modelagem como um processo de representação, no qual o modelo é uma representação simplificada de um sistema, mantendo apenas as suas características essenciais. Na Física, o interesse são os modelos de sistemas dinâmicos, isto é, modelos que estabelecem alguma relação matemática entre quantidades Físicas e o tempo, considerado como uma variável independente.

nos processos de ensino e de aprendizagem da Física, configurando-se como um recurso para novas propostas do ensino.

Contudo, Valente (1995) ressalta que o uso computador deve ser uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino. Já os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1998) destacam o crescente uso do computador nas escolas, colocando-o como instrumento de uso necessário para atualização dos alunos, que serve para promover a instrumentalização para novas tecnologias de informação, buscando atender a uma demanda social no presente e no futuro.

Baseado nesta concepção do computador como ferramenta de auxílio nos processos de ensino e da aprendizagem, pesquisei autores que desenvolveram estudos na aplicação das TIC relacionadas à modelagem computacional, a saber: Arantes, Miranda e Studart (2010); Brandão (2008); Araujo, Veit e Moreira (2004) Araujo (2002); Fainguelernt (1999), entre outros.

Brandão (2008) investigou a aprendizagem de um grupo de professores de Física do Ensino Médio. Nesse estudo, ele abordou alguns conceitos específicos do campo conceitual associado à modelagem científica. O autor investigou as idealizações, as aproximações, o domínio de validade, a expansão e a generalização de modelos. Os resultados alcançados em sua pesquisa indicam que a abordagem utilizada favoreceu a aprendizagem conceitual do processo de modelagem científica dos professores, motivando-os a ensinar Física considerando os conceitos e a modelagem no contexto das Ciências.

Arantes *et al.*, (2010) relatam que as simulações computacionais de experimentos de Física são objetos de aprendizagem⁵ e que se forem disseminados e utilizados em consonância com as atividades experimentais, tornam mais eficiente o processo de aprendizagem dos alunos em conteúdos que apresentam abstração.

⁵ Audino e Nascimento (2010) definem objeto de aprendizagem como recursos capazes de proporcionar a combinação de diferentes mídias digitais em situações de aprendizagem em que o educador assume o caráter de mediador e o aluno o caráter de sujeito ativo dentro do processo de ensino e de aprendizagem.

Araujo (2002) realizou uma investigação dos desempenhos dos estudantes quando submetidos a atividades complementares de modelagem computacional na aprendizagem de Física por meio do *software Modellus*. O autor trabalhou com a interpretação de gráficos da Cinemática baseado na modelagem esquemática de Halloun e na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Como resultado, ele encontrou melhorias estatisticamente consideráveis no desempenho dos alunos submetidos a atividades complementares em comparação com os que não tiveram atividades complementares, além de notar evidências de motivação nos estudantes para aprender por meio dessas atividades.

Nesta mesma perspectiva, Araujo *et al.*, (2004) analisaram as dificuldades dos estudantes na interpretação de gráficos da Cinemática, criando dois subprodutos relacionados. O primeiro foi um conjunto de atividades de modelagem computacionais complementares às atividades tradicionais de ensino da Cinemática, desenvolvidos no *software Modellus*. Já o segundo consistiu em um teste de validação do entendimento de gráficos da Cinemática. O objetivo dos autores neste trabalho foi realizar a divulgação das potencialidades da modelagem computacional em diferentes contextos dos fenômenos físicos, nos quais o aluno não se prende a simples aplicação de fórmulas. Nesta pesquisa, os resultados foram, segundo os autores, satisfatórios, indicando que a modelagem computacional pode potencializar a interpretação dos gráficos, mas alertam para a necessidade de se realizarem novas pesquisas sobre o tema.

Por fim, saliento Fainguelernt (1999), que reitera a importância da inserção dos computadores na escola, assim como Araujo *et al.*, (2004), que utilizaram o *software* educativo *Modellus* para uma aprendizagem dinâmica e interativa de conceitos da Física.

Diante deste cenário, temos o ensino da Física mesclando o ensino teórico da Cinemática com o uso de ferramentas tecnológicas. Nesse sentido, a problemática da pesquisa ficou definida assim:

Como a exploração de simulações computacionais desenvolvidas no *software* educativo *Modellus* pode contribuir para uma aprendizagem significativa dos alunos em Cinemática?

O objetivo geral é avaliar as contribuições de uma proposta de ensino, usando simulações computacionais na compreensão de conceitos físicos de Velocidade, Aceleração, Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) em uma turma de alunos ingressantes no curso Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal de Educação do Amapá - Campus Laranjal do Jarí.

O objetivo geral da pesquisa se desenvolveu por meio dos seguintes objetivos específicos:

- a) Investigar os conhecimentos prévios em Física, em especial na Cinemática, de uma turma de alunos ingressantes no curso Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal de Educação do Amapá - Campus Laranjal do Jarí;
- b) Propor uma unidade de ensino de Cinemática baseada nas simulações de problemas utilizando o *software Modellus*;
- c) Desenvolver, por meio da modelagem computacional, novas habilidades na resolução de problemas de Física utilizando o *software* educativo *Modellus*;
- d) Verificar em que aspectos essa proposta de ensino traz melhorias na aprendizagem significativa dos alunos em conceitos físicos da Cinemática.

A pesquisa foi desenvolvida nos meses de março e abril de 2014 e teve duração de seis semanas. Participou da pesquisa uma turma de alunos do 1º ano do CTIEM. Nesta turma, os alunos exploraram simulações computacionais, utilizando-as como ferramenta de complemento do ensino da Cinemática.

A pesquisa aqui apresentada está estruturada em cinco capítulos: Introdução, Fundamentação Teoria, Procedimentos Metodológicos, Discussão e Análise dos Resultados e Considerações Finais.

O primeiro capítulo corresponde à **Introdutória**, no qual abordo o tema da pesquisa, fazendo uma relação com pesquisas já desenvolvidas que apresentam o uso de simulações computacionais como forma de trabalho no ensino da Cinemática escalar. Discuto, ainda, sobre o objetivo geral e os específicos, além de apresentar as justificativas da investigação.

O segundo capítulo, **Fundamentação Teórica**, dividido em dois subcapítulos. No primeiro subcapítulo, apresento a teoria de aprendizagem que sustenta a pesquisa, ou seja, a aprendizagem significativa de David Ausubel. No segundo subcapítulo, discuto sobre as pesquisas desenvolvidas com a utilização de *software* educativo no Ensino de Cinemática. E neste último, ainda abordo a importância da implementação dos *softwares* educativos no ensino, expondo os requisitos necessários para sua utilização na escola. Posteriormente, comento sobre as potencialidades do *software Modellus* no ensino da Cinemática, expondo algumas de suas características que o destacam como um *software* de relevância para o ensino da Física.

No terceiro capítulo exponho os **Procedimentos Metodológicos**, descrevendo a caracterização da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados utilizados. Concluo-o com o delineamento dessa investigação, além de apresentar a área de estudo.

No quarto capítulo apresento a **Discussão e Análise dos Resultados** encontrados. Nele, retrato o perfil dos alunos ingressantes no CTIEM. Menciono algumas falas dos alunos obtidas a partir do questionário de conhecimentos prévios e os resultados estatísticos comparativos entre o grupo experimental e controle, antes e pós-intervenção, bem como as evidências de aprendizagens observadas durante a interação dos alunos com as atividades pedagógicas propostas na pesquisa.

No quinto e último capítulo apresento as **Considerações Finais**, no qual relato as evidências emergentes acerca da pesquisa, juntamente com algumas reflexões e recomendações para pesquisas futuras. Por fim, apresento as referências bibliográficas e os apêndices que fazem parte desta dissertação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresento a fundamentação teórica da pesquisa organizada em dois subcapítulos. No primeiro, apresento os principais conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel (2003) e uma abordagem dessa teoria em uma visão crítica baseada em Postman e Weingartner (1969).

No segundo subcapítulo, descrevo estudos que envolvem o uso do *software* Educativo no Ensino da Cinemática. Este é subdividido em dois itens. No inicial, discuto a inserção do *software* Educativo na Escola e, em seguida, o *software* *Modellus* no ensino da Cinemática.

2.1 Conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel

A aprendizagem é dita significativa quando novos conhecimentos passam a significar algo para o aprendiz. Quando ocorre, o aprendiz é capaz de resolver problemas e explicar situações com suas próprias palavras (MOREIRA, 2011a).

Para Moreira (2011a), a aprendizagem significativa acontece quando ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Segundo o autor, o termo “substantivo” se refere a não literal, ou seja, não deve ser considerado ao pé da letra. Já a não arbitrária significa, segundo o mesmo autor, que essa interação não é com qualquer ideia prévia, e, sim, com os conhecimentos prévios (subsunçores) relevantes presentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

De acordo com Moreira (2011a, p. 18), subsunção “é um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos.” O autor destaca ainda que esse pode ser uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação ou até mesmo um modelo.

Moreira, Caballero e Rodríguez (1997, p. 20) comentam:

Novas ideias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros.

Para Ausubel (2003), quando acontece a interação entre novos significados com as ideias relevantes presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, emergem significados verdadeiros ou psicológicos. Assim, os novos conhecimentos adquirem significados e os conhecimentos prévios se modificam. Portanto, a aquisição de novos significados depende de aspectos estruturais cognitivos que se fazem necessários para a reestruturação da nova informação. Ausubel (2003) define a estrutura cognitiva como um conjunto hierárquico de subsunções dinâmicos e relacionados.

Nesse sentido, a aprendizagem significativa envolve “a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado” (AUSUBEL, 2003, p. 3). Para o teórico, o novo material tem de guardar uma relação não arbitrária e não literal com aquilo que está na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, deve existir um significado lógico nessa apresentação. Porém, observa que a aprendizagem significativa não deve ser confundida com material significativo, já que o material de aprendizagem é apenas potencialmente significativo para o aprendiz (aluno). Não existe livro que possa ser considerado significativo, nem aula significativa, já que “o significado está na pessoa, não nos materiais” (MOREIRA, 2011a, p. 25).

É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. Naturalmente no ensino, o que se pretende é que o aluno atribua aos novos conhecimentos, veiculados pelos materiais de

aprendizagem, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino, mas isso normalmente depende de um intercâmbio, de uma “negociação”, de significados, que pode ser bastante demorada.

Dessa forma, Ausubel (2003) relaciona as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa: 1) a aprendizagem deve ser realizada a partir do que o aluno já sabe (conhecimentos prévios); 2) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e deve possuir significado lógico para o aluno; 3) o aprendiz (sujeito) deve ter subsunçores relevantes e específicos nos quais possam ser “ancoradas” novas ideias para dar significado ao novo conhecimento; 4) o sujeito deve apresentar predisposição para aprender.

Para elucidar melhor a quarta condição de ocorrência da aprendizagem significativa, Moreira, Caballero e Rodríguez (1997, p. 31) mencionam:

Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e ao mesmo tempo, gera este tipo de experiência afetiva.

Na perspectiva da teoria de Ausubel (2003), os conhecimentos prévios são importantes na aprendizagem significativa, porém se os professores perceberem que os alunos não possuem conhecimentos sobre o conteúdo que eles pretendem ensinar, o que deve ser feito? O mesmo autor ainda propôs a utilização de organizadores avançados como um mecanismo pedagógico que ajuda na ligação entre o que o aprendiz já sabe com aquilo que ele precisa saber.

Organizadores podem ser materiais introdutórios apresentados em nível mais alto de generalidade e exclusividade, formulados de acordo com conhecimentos que o aluno tem que faria a ponte cognitiva entre estes conhecimentos e aqueles que o aluno deveria ter para que o material fosse potencialmente significativo (MOREIRA, 2011a, p. 45).

Para Moreira (2011a, p. 30), organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível alto de abstração, generalidade em relação ao material de aprendizagem. A utilização de organizadores, segundo o autor acima mencionado é indicada antes da apresentação do material, já que assim, esses organizadores farão a “ponte” entre o que o aluno sabe com o que ele deveria aprender. Nesse

sentido, os organizadores prévios poderão provocar a “ancoragem ideacional em termos que não são familiares ao aprendiz” (MOREIRA, 2011a, p. 30).

Portanto, para Moreira (2011a), organizadores podem ser empregados para prover a ausência de subsunções ou para revelar a relacionalidade e a discriminabilidade entre novos conhecimentos e os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do aluno, já que muitas vezes o aluno não consegue relacionar o material apresentado com seus conhecimentos prévios.

Nesse sentido, discuto na próxima seção, a importância da inserção no ensino de uma aprendizagem significativa de forma crítica. Exponho os aspectos e características para o seu alcance.

2.1.1 Aprendizagem Significativa Crítica

A função de preparar o aluno para o futuro passa por questionamentos quanto ao seu papel, sua essência, de levar o estudante a ser um “[...] novo tipo de pessoa, com personalidade inquisitiva, flexível, criativa e inovadora, tolerante e liberal que pudesse enfrentar a incerteza e a ambiguidade sem se perder [...]” (MOREIRA, 2005, p. 3). Essa dinâmica educativa parece cada vez mais longe de ser alcançada, dado o foco que as escolas estão direcionando ao ensino dos alunos, já que se percebe a presença de um ensino tecnicista, com quase nenhum significado.

Em seu livro *Teaching as a subversive activity*, Postman e Weingartner (1969) já criticavam e classificavam essa educação fora de foco, na qual ainda se ensinam “verdades”, respostas “certas”, entidades isoladas, causas simples e identificáveis, estado e “coisas” fixas, diferenças somente dicotômicas (ibid, p. 217). Eles observam que dessa educação “derivariam estudantes passivos, aquiescentes, dogmáticos, intolerantes, autoritários, inflexíveis e conservadores as mudanças sociais” (POSTMAN, WEINGARTNER, 1969, p. 217).

As transformações da sociedade passam pela construção de novos significados que surgem a todo o momento, e um estudante preparado para lidar com esse processo dinâmico adquire habilidade questionadora e constrói

significados em algo significativo que poderá ser chamado de “aprender a aprender” (POSTMAN, WEINGARTNER, 1969).

Moreira (2005, p. 4) dá um exemplo de uma escola que está fora do foco, sendo aquela que ainda:

Transmite a ilusão da certeza, mas procura atualizar-se tecnologicamente, competir com outros mecanismos de difusão da informação e, talvez não abertamente, ou inadvertidamente, prepara o aluno para a sociedade do consumo, para o mercado, para a globalização. Tudo fora do foco.

Mas se as escolas estão fora de seu foco em relação ao seu propósito de criação, qual seria o foco? Segundo Moreira (2005), o foco pode ser alcançado dentro de uma aprendizagem significativa como atividade subversiva, sendo que essa subversão como uma proposta crítica, ou seja, a aprendizagem significativa crítica poderia colocar a escola em seu foco.

A aprendizagem significativa crítica também prioriza os conhecimentos prévios do aprendiz, ou seja, aprendemos a partir do que já sabemos. Porém, para que o sujeito seja crítico, é necessário que o conhecimento aprendido por ele tenha significado e este surge a partir de conhecimentos prévios. O aprendizado a partir do que já sabemos já foi comentado por Postman e Weingartner (1969, p. 62).

Podemos ao final de contas, aprendermos somente em relação ao que já sabemos. Contrariamente ao senso comum, que se não sabemos muito nossa capacidade de aprender não é muito grande. Esta ideia - por si só - implica uma grande mudança na maioria das metáforas que direcionam política e procedimentos das escolas.

Essa ideia de ensinar a partir do que o aluno já sabe pode ser uma alternativa para o aprendizado efetivo, crítico, no qual o estudante adquire uma postura questionadora, deixando a passividade para ser ativo e inquisitivo. Contudo, o que se nota é outra realidade na educação, pois os currículos são organizados, padronizados em um único contexto, apoiados em livros, que centralizam o ensino em um único foco e que, na maioria, não abarcam a realidade do estudante e, principalmente, não consideram o que o estudante já sabe.

A educação metódica já recebeu várias metáforas para sua definição. Freire (1986) a chamou de Educação “bancária”, na qual o ensino é “depositado” na cabeça, fora do contexto e da realidade do aluno. Na aprendizagem significativa crítica, o professor deve ensinar o aluno a partir de perguntas ao invés de dar respostas. A interação social entre o professor e o aluno abre oportunidade para o compartilhamento de significados.

Um ensino baseado em resposta transmitida primeiro do professor para o aluno nas aulas e, depois, do aluno para o professor nas provas, não é crítico e tende a gerar aprendizagem não crítica, em geral mecânica (MOREIRA, 2005, p. 9).

Em oposição à aprendizagem citada anteriormente, em que o conhecimento é apresentado na maioria das vezes em um único material de apoio didático (livro didático), na aprendizagem significativa crítica, o professor diversifica os materiais de apoio, não utilizando só um livro texto, mas também laboratórios experimentais, um filme, uma simulação, uma modelagem computacional, etc. Com isso, o estudante terá uma visão diferenciada de um determinado conteúdo. “Não se trata, propriamente, de banir da escola o livro didático, mas de considerá-lo apenas um dentre vários materiais educativos” (MOREIRA, 2005, p. 10).

Cada conteúdo do currículo tem sua particularidade e peculiaridade e, para que o aluno consiga efetivamente entendê-lo, este deve aprender a sua linguagem. “Aprender de maneira crítica é perceber essa nova linguagem como uma nova maneira de perceber o Mundo” (MOREIRA, 2005, p.12). Nessa perspectiva de aprendizado crítico, o professor deixa o aluno falar mais, o ensino fica centrado no aluno e o professor passa a ter o papel de mediador do aprendizado em sala de aula, falando menos. Com isso, esses alunos, podem discutir e interagir em relação ao conteúdo ensinado, saindo da passividade para se tornarem alunos ativos.

Para Moreira (2011a, p. 177) “aprender de forma significativa e crítica permitirá ao aprendiz lidar não só com a quantidade e com a incerteza do conhecimento, mas também com as incertezas e mudanças da vida contemporânea”.

Nesse sentido, o conceito da aprendizagem significativa neste trabalho foi utilizado no estudo da interação dos alunos com o material potencialmente significativo fazendo uso de *software* educativo. No próximo item, descrevo a importância da utilização de *software* educativo no ensino e na aprendizagem da Física em nossas escolas.

2.2 Software Educativo na Escola

As tecnologias abrem a possibilidade de novas formas de ensino e de aprendizagem da Física. Neste sentido, o uso de computadores com a aplicação de *software* educativo pode proporcionar ao estudante a atratividade em disciplinas como a Física, principalmente em conteúdos que têm um alto grau de abstração como é o caso da Cinemática. Entendo que o *software* pode preencher as lacunas deixadas pela falta da visualização de fenômenos em uma aula inteiramente expositiva e tradicional, promovendo ao estudante um ensino interativo e participativo.

O ensino, hoje, concorre com a dinâmica de informação, já que a tecnologia está em todos os lugares e as crianças que frequentam nossas escolas fazem uso cotidianamente dessas ferramentas, vivendo a realidade conectada ao virtual. Tarouco et. al., (2003 p. 1) afirmam que “a tecnologia de informática e comunicação atualmente permite criar material didático usando multimídia e interatividade que tornam mais efetivos os ambientes de ensino-aprendizagem apoiados nas TIC”.

De acordo com Valente (1995), a implantação da informática na educação depende de três requisitos básicos: o computador, o *software* educativo e o professor capacitado para utilizar o computador em sala de aula. Segundo o mesmo autor, o *software* educativo tem sua importância assim como os outros requisitos mencionados anteriormente. Sem ele, o computador jamais poderá ser utilizado como ferramenta educacional. Valente (1995) destaca ainda que os *softwares* educativos utilizados na escola não devem substituir as atividades educacionais já existentes, mas, sim, ser uma “ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino” (VALENTE, 1995, p. 6).

Nesse sentido, o ensino associado a ferramentas tecnológicas representa a possibilidade de potencializar o aprendizado, por meio da modelagem computacional de problemas de Cinemática, fazendo com que os alunos façam parte do processo de desenvolvimento do seu aprendizado. Alguns autores mencionam o entendimento de modelagem computacional aplicada ao ensino de Física.

Entendemos a modelagem computacional aplicada à Física como a modelagem esquemática de Halloun, acrescida do uso do computador. Essencialmente, há dois tipos de atividades de modelagem, as exploratórias e as expressivas. Nas exploratórias, o aluno recebe um modelo computacional pronto, devendo explorá-lo por meio de cursores, ou inserindo valores iniciais para variáveis, alterando parâmetros e, até mesmo, modificando o modelo matemático ou icônico que dá origem ao modelo computacional. No modo expressivo, os alunos devem construir o modelo desde sua estrutura matemática ou icônica até a análise dos resultados gerados por ele. Neste modo, os cinco estágios da modelagem esquemática são transportados, ainda que muitas vezes sem devida consciência por parte do aluno. Todas as linguagens de programação e muitos *softwares* computacionais podem ser considerados como ferramentas para modelagem computacional (VEIT; ARAUJO, 2005, p. 5).

Os métodos de ensino baseados no uso da exposição oral, com aplicação de exercícios com resoluções mecanizadas, nos quais os estudantes têm de memorizar fórmulas, mostram-se pouco atraentes aos alunos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais posicionam-se de forma contrária a essa metodologia tradicional de ensinar:

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências (BRASIL, 2006, p. 38).

Assim, se desejamos que o aluno desenvolva novas competências e habilidades, temos de diversificar e inovar no ensino, já que a escola não pode “parar no tempo”. Ela tem de acompanhar a evolução tanto dos alunos quanto das tecnologias, já dominadas por eles.

No entanto, o papel do professor continua sendo importante em sala de aula. Contudo, ele não é o único detentor do conhecimento, mas, sim, o mediador do aprendizado dos alunos.

As simulações possuem enorme potencial, mas não constituem uma panacéia, de modo que seja possível prescindir do papel essencial do professor como facilitador da aprendizagem e de outros recursos metodológicos tradicionais como experimentos reais, livro didático e resolução de problemas (ARANTES *et al.*, 2010, p. 30-31).

Nesse contexto, há a necessidade de transformação do que se ensina em algo atraente aos olhos dos alunos, os quais se mostram pouco interessados em aprender da forma tradicional. Trazer o aluno para um ensino ativo, em que ele também é responsável pelo seu aprendizado, participando e interagindo com o professor pode trazer resultados satisfatórios para seu aprendizado. Desse modo, a utilização de *software* educativo em laboratórios de informática pode favorecer o aprendizado.

Essa forma de ensinar associada às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem se mostrado significativa.

Com os avanços dos computadores pessoais, tanto em *hardware* como na relação custo/benefício, e *softwares* independentes de plataforma como o *Flash* e *Java*, as simulações interativas já constituem um mecanismo eficiente para apresentar conceitos científicos e contribuir para tornar os professores facilitadores e os alunos autônomos nos processos de ensino e aprendizagem (ARANTES *et al.*, 2010, p. 1).

A nova realidade de ensino favorece o uso de ferramentas tecnológicas nas escolas. Uma das ferramentas que tem obtido destaque no ensino da Cinemática é o *software Modellus*, tema da próxima seção.

2.2.1 O Software Modellus no Ensino da Cinemática

As pesquisas que utilizaram o *Modellus* como ferramenta facilitadora do ensino mostraram sua potencialidade para os processos de ensino e de aprendizagem. Porém, há de se destacar que a maioria dos trabalhos encontrados na literatura tem o *Modellus* como auxiliar na compreensão de conceitos físicos e foram realizados com estudantes de ensino superior (ARAUJO, 2002; DORNELES, 2005). E, apesar desse recurso tecnológico ter apresentado resultados positivos no auxílio da compreensão dos conceitos de Cinemática, como os resultados apresentado nos estudos de Barsotti e Garcia (2010) e Batista *et al.*, (2011), poucos

são os trabalhos que investigam a aplicabilidade dessa ferramenta no Ensino Médio (SANTOS *et al.*, 2006). Mendes e Almeida (2012) apresentaram um estudo realizado com estudantes do Ensino Médio. Nesse estudo, Mendes e Almeida (2012) mostraram que o *software Modellus* auxiliou significativamente no aprendizado dos alunos, principalmente no desenvolvimento de novas habilidades de resolução de exercícios. Ramos (2011), em sua dissertação de Mestrado, também explorou o *software* na construção e interpretação de gráficos de Cinemática numa turma de trinta e oito alunos do 11º ano⁶. O autor obteve resultados significativos na aprendizagem com a ferramenta, principalmente com relação ao cálculo de velocidade a partir de um gráfico de posição em função tempo.

O programa *Modellus* foi desenvolvido por um grupo de pesquisa do Professor Vitor Duarte Teodoro (TEODORO, 1997), da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova Lisboa. Segundo Teodoro (1997), ele permite a criação de função em ambientes de aprendizagem. Ele é um *software* educacional de modelagem computacional e tem sido utilizado por professores de Ciências, principalmente para as disciplinas de Física, de Química e de Matemática, já que está disponível gratuitamente, com versões em vários idiomas.

O *Modellus* é uma ferramenta cognitiva para auxiliar a internalização de conhecimento simbólico, preferencialmente em contexto de atividade de grupo e de classe, em que a discussão, a conjectura e o teste de ideias são atividades dominantes, por oposição ao ensino direto por parte do professor (TEODORO, 2002, p. 21).

De acordo Araujo *et al.*, (2004, p. 181), o *Modellus* “possui uma interface gráfica intuitiva, o que vem a facilitar a interação dos estudantes”. O programa favorece a criação de modelos em tempo real, propiciando múltiplas representações desses modelos, além de permitir observações de experimentos (conceituais) simultaneamente (ibid, 2004). Nesse sentido, Araujo (2002, p. 20) destaca alguns pontos importantes em que o *Modellus* se destaca:

- a construção e a exploração de múltiplas representações de modelos;
- a análise de qualidade dos modelos;

⁶O estudo realizado por Ramos (2011) é oriundo de Portugal. Em Portugal, o sistema de ensino básico é dividido em 3 (três) ciclos. O 1º ciclo vai do 1º ano ao 4º ano, o 2º ciclo do 5º e 6º ano e, por último, o 3º ciclo vai do 7º ao 9º ano. O ciclo seguinte ao básico é o secundário que abrange o 10º, 11º e 12º anos.

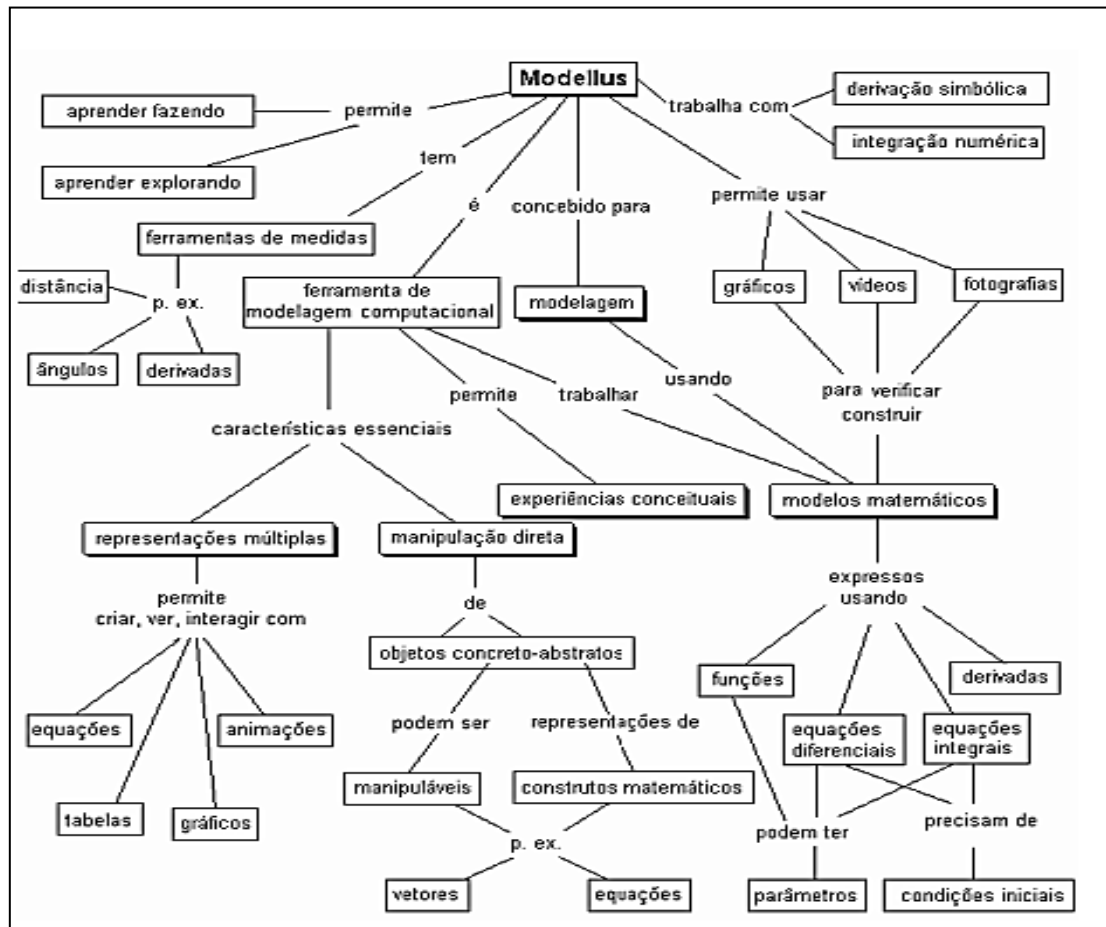
- o reforço do pensamento visual, sem memorização dos aspectos de representação formal, por meio de equações e outros processos formais;
- a abordagem de forma integrada dos fenômenos naturais ou simplesmente representações formais.

Veit e Teodoro (2002) em seu estudo também destacaram as potencialidades dessa ferramenta do ponto de vista educacional. Segundo os autores, o aprendiz pode utilizar o *software Modellus* para construir seus próprios modelos de modo direto valendo-se dos simbolismos matemáticos como usualmente são manuscritos, bem como pode explorar modelos feitos pelo professor ou por outros.

Para representar as qualidades que o *software Modellus* possui, Veit e Teodoro (2002) criam o mapa conceitual (Figura 1). Segundo Moreira (2005, p. 1), esses mapas “são propostos como uma estratégia potencialmente significativa de uma aprendizagem significativa”.

Nesse mapa, nota-se que não é preciso que o professor e o aluno tenham conhecimento de linguagem de programação para explorar a potencialidade da ferramenta. Segundo o mapa de Veit e Teodoro (2002), o *Modellus* permite usar gráficos, vídeos e fotografias para ilustrar a modelagem, além de se poder fazer a animação do esquema criado.

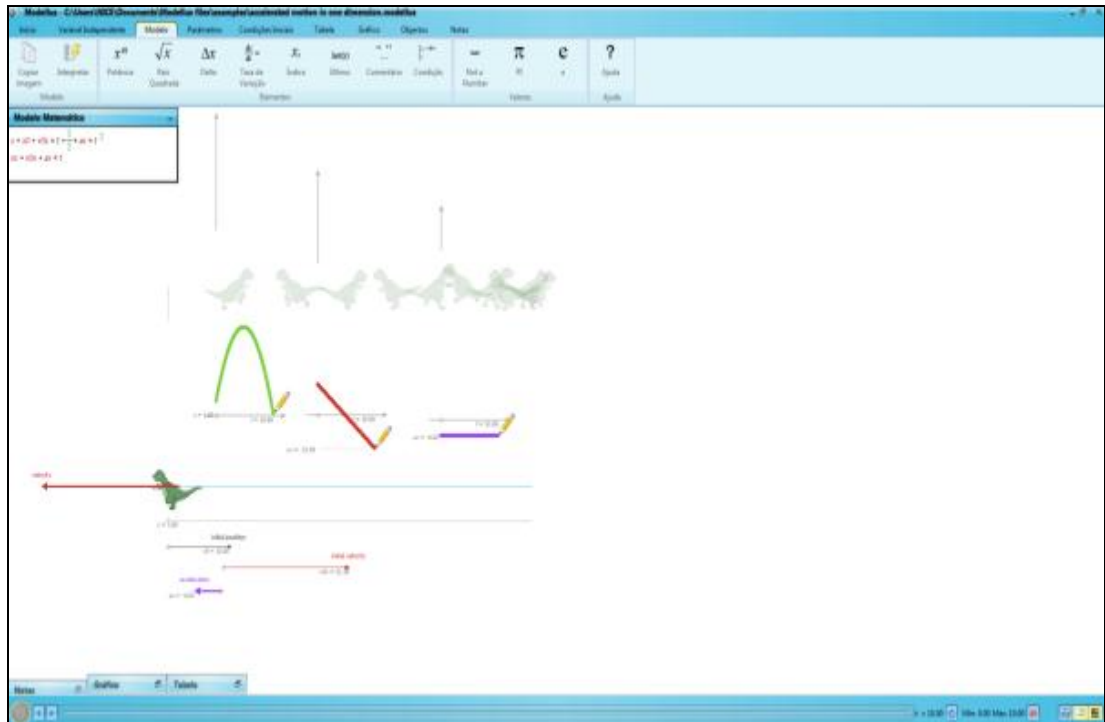
Figura 1 - Mapa conceitual das principais características do *Modellus*



Fonte: Veit e Teodoro, 2002.

Comparando com as aulas ministradas de modo tradicional, Mendes e Almeida (2012) relatam que é fácil notar o envolvimento dos alunos interagindo de maneira participativa quando os professores utilizam recursos que abarquem animações, vídeos e computadores. Segundo os autores, esse ensino tradicional faz com que alguns alunos sejam meros espectadores em sala de aula. A Figura 2 mostra a interface do programa *Modellus*. Essa ferramenta apresenta uma aparência atraente para o estudante e tende a favorecer a atenção para explorá-lo.

Figura 2 - Interface do programa *Modellus* aberta e pronta para uso para demonstração da simulação de MRUV



Fonte: Ilustração demonstrativa no *Modellus*, 2014.

O *Modellus* tem sido usado em várias disciplinas, Matemática, Química e Física, como já mencionado anteriormente. É um programa que necessita da instalação prévia e de linguagem de programação Java no computador para que possam ser exploradas todas as potencialidades de seu uso. Ramos (2011) destaca algumas das ações possíveis de serem realizadas com o *Modellus*:

- Criar e explorar modelos baseados em equações matemáticas (corresponde a retificar conceitos matemáticos, tratando-os como objetos reais);
- Visualizar e manipular gráficos e tabelas;
- Alterar valores de parâmetros e trabalhar com esses “casos” diferentes;
- Gravar os ficheiros para posterior consulta e/ou edição.

Nesse sentido, o *software Modellus* possibilita, por meio de seus vários recursos, a associação do ensino da Cinemática de forma interativa, em que o aluno participa ativamente do desenvolvimento do seu aprendizado. A partir da mediação do professor, o aluno interage com a ferramenta computacional.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo abordo a caracterização, o delineamento e como foi organizada a pesquisa com as respectivas descrições dos passos adotados para alcançar os objetivos da pesquisa. Mostro ainda os instrumentos que foram utilizados para a coleta de dados e faço uma descrição das principais características do local de abordagem da pesquisa.

3.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa iniciou com um levantamento bibliográfico de pesquisas já realizadas sobre o tema levantado neste projeto. De acordo com Gil (2006, p. 45), “a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”.

Metodologicamente, a pesquisa esta entrelaçada entre a abordagem qualitativa e quantitativa. Segundo Eisner (1981), as abordagens em um estudo educacional não têm uma única perspectiva, logo, segundo o mesmo autor, a questão não é realizar um estudo qualitativo ou quantitativo, mas pelo fato de abordar o mundo educacional, algumas vezes “olhar através de um só olho nunca proporcionou muita profundidade de campo” (EISNER, 1981, p. 9). De acordo com Appolinário (2012, p. 59), “é muito difícil que haja alguma pesquisa totalmente qualitativa, da mesma forma que é altamente improvável existir alguma pesquisa completamente quantitativa”.

Nesse estudo, ambas as categorias de abordagem são adotadas, haja vista que os dados coletados foram analisados de forma qualitativa e quantitativa. Para Moreira (2011b, p. 50), o pesquisador, ao realizar uma abordagem quantitativa, “faz uso de instrumentos de medida (testes, questionários), seleciona amostras, aplica tratamentos [...]”. Já Malhotra (2006) afirma que a pesquisa quantitativa tem por objetivo quantificar os dados e generalizar os resultados da amostra para a população-alvo. Segundo Brenner e Jesus (2007), esse tipo de pesquisa apresenta os resultados investigados de forma ordenada e resumida, geralmente apresentados em forma de tabelas e gráficos. Assim, nesta perspectiva quantitativa, a pesquisa teve um tratamento estatístico nos dados coletados. Nesta, quantifico e apresento generalizações dos resultados.

A pesquisa também apresentou características qualitativas. Nesse modo de abordagem, a pesquisa teve a análise de dados embasada em interpretações que levaram a asserções de conhecimentos expostas por narrativa dos resultados encontrados, “os quais são publicados pelo pesquisador sob a forma de relatório ou artigo” (MOREIRA, 2011b, p. 51).

Nessa perspectiva de pesquisa, Gonçalves e Meirelles (2004) definem que neste tipo de investigação o objetivo principal é compreender profundamente as atitudes e percepções, assim como as motivações do público pesquisado. Já para Appolinário (2006, p. 159) o objetivo dessas investigações é “compreender um fenômeno em seu sentido mais intenso, em vez de produzir inferências que possam levar à constituição de leis gerais ou extrapolações que permitam fazer previsões válidas sobre a realidade futura”.

No enfoque quantitativo esta investigação pode ser classificada, de acordo com Campbell e Stanley (1979), como aquela no qual utiliza “pré-teste e pós-teste aplicados a grupo experimental e a grupo de controle aleatório”. Nessa perspectiva de investigação o delineamento é classificado como “experimental com grupos equivalentes, assim entendidos por serem aleatórios” (CAMPBELL; STANLEY, 1979, p. 26). Para Moreira (2011b), nesse tipo de pesquisa, o pesquisador consegue controlar a maior parte das fontes de invalidade interna e externa.

A fim de sintetizar o delineamento empregado na pesquisa, foram tomados códigos representativos. O “X” corresponde à exposição do grupo a um evento metodológico experimental, cujos resultados pretendem-se mensurar. Já “O” corresponde a um tipo de medida. A letra “A” representa a escolha aleatória dos sujeitos participantes de cada grupo. O delineamento pode ser representado conforme o diagrama:

Grupo Experimental	A	O₁	X	O₂
Grupo Controle	A	O₃		O₄

A aleatoriedade dos sujeitos de cada grupo reduz ao mínimo, segundo Moreira (2011b), a probabilidade que esses grupos sejam diferentes. Contudo Kerlinger (1980, p. 102) afirma que “não há total garantia de que a casualização “igualará” os grupos, mas a probabilidade de igualar é relativamente alta de se escolher”.

Dessa forma no diagrama ($O_1 = O_3$) disposto verticalmente, corresponde à aplicação de uma observação nos dados levantados no pré-teste aplicados simultaneamente ao grupo experimental e de controle antes de manipular a variável “X”, assim como ($O_2 = O_4$) corresponde à aplicação do pós-testes nos grupos experimental e de controle, posterior a exposição (tratamento “X”) dado ao grupo experimental, sob o encargo e controle desse pesquisador.

Elucidando, após a primeira observação (pré-teste) “O₃” não recebe o referido tratamento “X” contudo faz-se uma segunda observação neste grupo “O₄” por meio do pós-teste feitos simultaneamente ($O_2 = O_4$). Nesse sentido, são feitas observações das diferenças comparativas nos resultados do pré-teste e pós-teste no grupo experimental ($O_2 - O_1$), bem como no grupo de controle ($O_4 - O_3$) para verificar as possíveis evidências sobre o efeito do tratamento “X”.

Desse modo, nessa categoria de investigação, o pesquisador enriquece sua narrativa com trechos de transcrição de entrevista, vinhetas, exemplos de trabalhos de alunos, entremeados de comentários que pretendem evidenciar sua interpretação (MOREIRA, 2011b). Assim, foram realizadas observações que descrevo e interpreto quali-quantitativamente no capítulo 4. Além disso, apresento exemplos de trabalhos desenvolvidos pelos alunos com a utilização do *software Modellus*.

Esta pesquisa também é considerada um estudo de caso, pois o “pesquisador reúne tantas informações, sobre o objeto de estudo quanto possível, com a pretensão de interpretar ou teorizar sobre o fenômeno” (SERRANO, 1998, p. 98). Essa abordagem objetivou-se na “compreensão de uma instância singular, o que significa que o componente estudado é caracterizado como único, como uma representação singular da realidade que é multidimensional e historicamente localizada” (ANDRÉ, 1998, p. 21). A pesquisa consistiu em um estudo de caso com coletas de informações da realidade local para as interpretações da problemática discutida durante o desenvolvimento da pesquisa.

De forma similar, Fiorentini (2006, p. 6) descreve: “o estudo de caso busca retratar a realidade de forma profunda e mais complexa possível, enfatizando a interpretação ou análise do objeto, no contexto em que se encontra o pesquisador”. Assim, a escolha do estudo de caso se deu pela relevância de se observarem alguns aspectos do ensino e aprendizagem da Física nos sujeitos da pesquisa.

3.2 Campos de investigação e os sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram quarenta e um alunos de uma única turma, matriculados no 1º ano em turma do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Informática no IFAP/LJ.

No município de Laranjal do Jari, o IFAP/LJ oferece à comunidade os cursos Técnicos em Informática, Secretariado, Secretariado Escolar e Meio Ambiente, todos na modalidade técnica com duração de 18 meses, para quem já concluiu o Ensino Médio. E Integrado com duração quatro anos para quem pretende adquirir o nível Técnico juntamente com Ensino Médio. De acordo com o último senso demográfico

do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), Laranjal do Jari tem a terceira maior concentração populacional do estado do Amapá.

No IFAP/LJ, as turmas são compostas por alunos de diversas esferas sociais, com idades que variam entre quatorze a dezessete anos. Cada turma é formada por quarenta a quarenta e cinco alunos por sala de aula. O ingresso é via processo seletivo, que tem como característica a entrada de alunos de diversas etnias e culturas, já que a região na qual está inserido o IFAP/LJ tem sua formação histórica, étnica e cultural vinda dos estados do Pará e Maranhão com a implantação do Projeto Jari⁷.

O Instituto possui infraestrutura diferenciada da maioria das escolas públicas do município, com quatro laboratórios de Informática equipados com quarenta computadores, além de um laboratório didático experimental de Física, Química e de Biologia. Além disso, possui dez blocos de sala de aula, biblioteca, área de convivência, secretaria acadêmica, sala do setor pedagógico, sala de coordenações de curso e bloco administrativo.

No município de Laranjal do Jari, a infraestrutura para habitação é deficitária, sendo que a maioria da população mora em casas de madeira construídas na beirada do Rio Jari, ou seja, suspensas na água, localizadas na margem direita, em uma região chamada de Vale do Jari, no estado do Amapá.

Segundo dados do MEC (Ministério da Educação e Cultura), o município de Laranjal do Jari não tem alcançado as metas projetadas no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) do Brasil. Na Figura 3, apresento a evolução lenta do aprendizado dos alunos do município de Laranjal do Jari-Ap, ressaltando os índices observados e as metas projetadas.

⁷ Projeto iniciado em final dos anos 1960 na região do vale do Jari, situado ao norte da Amazônia brasileira, com o objetivo de desenvolver um polo agroindustrial para a produção de arroz e celulose e para a criação de búfalos, além de agrovilas e do distrito de Monte Dourado. O projeto foi idealizado pelo americano Daniel Ludwig, o qual, para concretizar o empreendimento, comprou uma fábrica flutuante do Japão de produção de energia e celulose. O projeto hoje se encontra paralisado para modernização das instalações fabris. **Texto Digital**. Disponível em: <<http://www.thegreenclub.com.br/projetos-urbanos/o-projeto-jari-celulose-monte-dourado>>.

Quadro 1 - Evolução do aprendizado no 8º e 9º ano no município de Laranjal do Jari-Ap

Município	IDEB Observado				Metas Projetadas			
	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
Laranjal do Jari	3.5	3.5	3.6	3.4	3.6	3.8	4.1	4.5

Fonte: INEP, 2013.

Nessa região em que o nível do aprendizado é baixo, um tratamento diferenciado no ensino, com possibilidades de práticas pedagógicas dinâmicas e interativas, facilitaria um melhor rendimento do aluno na escola. Uma opção no ensino é a utilização do computador (com aplicação de *software* educativo), já que este oferece vantagens e possibilidades na melhoria do ensino e da aprendizagem.

Logo, diante da necessidade de cada estudante, as condições extraescolares dos alunos devem ser levadas em consideração. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), no seu art. 26, orienta as escolas a adequarem seu currículo com as características regionais e locais, colocando os aspectos sociais e econômicos como referência inicial nessa formação. Esses aspectos têm influência nos processos de ensino e de aprendizagem dos estudantes.

Sabendo que as características locais têm ligação direta com economia do município, a seguir relato brevemente sobre a economia em que estão inseridos os estudantes do Instituto Federal do Amapá - Campus Laranjal do Jari.

A base da economia do Município de Laranjal do Jari é a extração de minério, a qual é feita por duas empresas: a Jarí Celulose S/A e CADAM S/A (Caulim da Amazônia). No início de suas instalações na região, as empresas trouxeram várias pessoas de diferentes localidades para trabalhar, porém, a grande maioria não tinha qualificação adequada, razão pela qual não puderam ser empregadas. Em virtude dessa situação e do fato de muitos não terem recursos suficientes para retornarem para suas localidades, essas pessoas fixaram residência nas proximidades da instalação das fábricas.

É neste contexto histórico, social e cultural que foi implantado o Instituto Federal do Amapá Campus - Laranjal do Jari-Ap, instituição em que realizei a pesquisa aqui apresentada.

3.3 Instrumentos de coleta de dados

Os instrumentos de coletas de dados dessa pesquisa foram três questionários (APÊNDICES C, D, L). Para Marconi e Lakatos, (2010, p. 111), o questionário “constitui em uma espécie de perguntas a serem respondidas por escrito pelo informante, sem a presença do pesquisador”. As perguntas podem ser divididas de duas formas:

- **abertas**: questões que permitem ao informante responder livremente, usando sua própria linguagem, sendo também chamadas de perguntas livres ou não limitadas;
- **fechadas**: quando as perguntas podem possuir um conjunto de alternativas de respostas objetivas e diretas, para que seja escolhida a que melhor demonstra a situação ou ponto de vista do informante.

Além dos questionários, utilizei dois testes que foram aplicados em momentos distintos: um antes da intervenção (APÊNDICE I) e outro após (APÊNDICE J), bem como quatro atividades de modelagem computacional desenvolvidas no *software Modellus*.

A técnica de aplicação de **teste** é utilizada com a finalidade de obter dados que permitam medir o rendimento, a frequência e capacidade ou a conduta de indivíduos (MARCONI; LAKATOS, 2010).

As questões dos testes que foram aplicadas aos alunos participantes dessas pesquisas foram retiradas do livro didático fornecido aos alunos no início do ano letivo. Esse livro é o proposto pelo do Ministério da Educação para o Ensino da Física e tem autoria de Claudio Xavier da Silva e Benigno Barreto Filho. A obra, intitulada **Física Aula por Aula: Mecânica**, foi publicada em 2010, pela editora FTD,

está na 1ª edição e foi utilizada no ensino da Física no Instituto Federal do Amapá - Campus Laranjal do Jarí (IFAP/LJ) até 2014.

Para o ano de 2015, outro material didático para a disciplina de Física será utilizado na formação geral dos alunos matriculados nos cursos do IFAP/LJ. A escolha desse material ainda está sendo analisada pela direção de ensino do instituto.

3.4 Descrições das atividades realizadas

Inicialmente, pedi autorização ao Diretor de Ensino do Instituto Federal de Educação por meio do termo de concordância da pesquisa (APÊNDICE A). Em seguida, defini a turma que participaria do tratamento metodológico por meio de sorteio. A turma escolhida possui quarenta alunos matriculados, sendo vinte e um do sexo masculino e dezenove do sexo feminino.

Levantei dados na secretaria escolar que mostraram o ingresso de setenta alunos no curso Técnico de nível médio em Informática no IFAP/LJ, os quais têm idade entre quatorze e dezessete anos. Esses estudantes foram divididos pela secretaria escolar em duas turmas, uma no período matutino e outra no período vespertino. A turma da manhã (INFO 1A), escolhida para participar da pesquisa, tem quarenta e quatro alunos, sendo quarenta alunos ingressantes e quatro repetentes. A turma da tarde (1C) possui trinta e três alunos, sendo três repetentes.

Portanto, para não obtermos informações tendenciosas nesta pesquisa, os dados coletados dos alunos repetentes da turma escolhida foram excluídos dos resultados.

Com a turma já definida, no primeiro dia letivo, convidei os seus alunos para participarem da pesquisa. Fiz a exposição metodológica da investigação e, em seguida, entreguei aos alunos o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE B) para que os responsáveis legais autorizassem suas participações.

No dia seguinte, recolhi os termos de consentimento dos alunos. Em seguida, dividi a turma em dois grupos, sendo um de controle e outro experimental. Para a divisão, fiz a distribuição aleatória dos alunos por meio *software BioEstat 5.0*. Nele selecionei uma amostra de vinte alunos sem reposição em uma população de quarenta alunos.

Os valores obtidos estão apresentados na tabela 1, bem como os códigos atribuídos a cada aluno, em seu respectivo grupo, de acordo com seu número no diário de classe do professor. Optei por representar os alunos por meio de códigos para manter o anonimato, bem como para facilitar a interpretação de evidências de aprendizagem durante a realização das atividades práticas dos grupos.

Tabela 1 - Apresentação dos códigos dos alunos de acordo com o grupo no qual foram inseridos.

Código Grupo Experimental	Nº Correspondente no diário de classe	Código Grupo Controle	Nº Correspondente no diário de classe
AE1	01	AC1	02
AE2	03	AC2	05
AE3	07	AC3	08
AE4	09	AC4	06
AE5	10	AC5	21
AE6	11	AC6	16
AE7	12	AC7	17
AE8	13	AC8	18
AE9	14	AC9	19
AE10	15	AC10	20
AE11	22	AC12	23
AE12	26	AC13	25
AE13	27	AC14	30
AE14	29	AC15	28
AE15	33	AC16	31
AE16	24	AC17	32
AE17	36	AC18	34
AE18	37	AC19	35
AE19	40	AC20	38
		AC21	39

Fonte: Do pesquisador, 2014.

Dessa forma, no grupo experimental, vinte alunos iniciaram a participação da prática com a utilização do *software Modellus* e os vinte e um alunos restantes foram inseridos no grupo de controle. Contudo, houve um aluno do grupo experimental que desistiu, alegando não ter como vir ao Instituto Federal no período vespertino nos

horários das atividades. Assim, o grupo experimental ficou com dezenove alunos durante a realização das atividades. Detalho, na tabela 2, os procedimentos iniciais desenvolvidos na pesquisa.

Tabela 2 - Procedimentos iniciais adotados na pesquisa

Procedimentos	Período	Detalhes
Solicitação de consentimento da instituição	Antes de iniciar o ano letivo de 2014	Pedido de autorização ao diretor de ensino para realizar a pesquisa e solicitação de liberação do laboratório durante os meses de março e abril.
Definição da turma que recebeu o tratamento (prática pedagógica).	Antes de iniciar o ano letivo de 2014	Na secretaria acadêmica da instituição, fiz o levantamento das turmas e alunos que ingressaram no curso técnico em informática. De posse dos dados, escolhi a turma "INFO 1A".
Exposição da pesquisa à turma	1º dia letivo	Expus aos alunos da turma INFO1A a pesquisa e convidei-os a participar. Em seguida entreguei o termo de consentimento livre e esclarecido.
Recolhimento dos termos	2º dia letivo	Retornei a turma INFO 1A e recolhi os termos assinados pelos seus responsáveis.
Definição dos grupos	3º dia letivo	De posse dos números que cada aluno no diário de classe e com os números da distribuição aleatória, defini os alunos de acordo com o grupo que participou na pesquisa.
Aplicação do instrumento: questionário de perfil e conhecimentos prévios	4º dia letivo	Visitei a turma INFO 1A pela manhã para eles responderem o questionário de perfil e de conhecimentos prévios.
Conversa com alguns alunos no intervalo da turma INFO 1A	5º dia letivo	Desenvolvi uma conversa informal com sete alunos da turma INFO 1A sobre uma questão que chamou a atenção nos seus questionários de perfil.
Aulas expositivas de introdução a movimento	(2º,3º,4º) Semanas	Nesse momento a turma INFO 1A teve aulas de introdução à Cinemática.
Realização do pré-teste	5º Semana	Após quatro semanas de aulas com a turma INFO 1A, os alunos fizeram o pré-teste, individualmente e sem consulta.

Fonte: Do pesquisador, 2014.

Durante as quatro semanas, todos os alunos da turma INFO 1A participaram de aulas nas quais foram desenvolvidos os conteúdos da primeira parte da unidade 1 do ementário do curso (ANEXO A). Assim, nas aulas expositivas, abordei temas básicos da Cinemática escalar como: referencial, repouso, movimento, trajetória, intervalos de tempo, deslocamento escalar e distância percorrida. Nesse momento, as aulas de Física ocorreram no período da manhã, ou seja, tanto os alunos do

grupo controle quanto os do grupo experimental da pesquisa assistiram, inicialmente, a aulas expositivas tradicionais.

Em seguida, na sexta semana, iniciei a prática pedagógica da pesquisa separadamente em cada grupo. O grupo experimental, nesse instante, teve suas aulas de Física no laboratório de informática no contraturno, ou seja, não participavam das aulas no período normal da manhã. Assim, os alunos do grupo experimental eram liberados duas horas/aulas antes do fim do período matutino para, então, virem à tarde participar da prática da pesquisa.

A intervenção pedagógica desse grupo experimental envolveu quatro atividades de modelagem exploratórias criadas no *software Modellus*. Essas atividades agregaram conceitos da Cinemática escalar por meio de situações-problemas sugeridas com o intuito de acentuar a curiosidade dos alunos em relação aos conceitos abordados, bem como tentar despertar a “atratividade” da disciplina Física. Para responderem as situações-problemas, os alunos submetidos ao tratamento expressaram suas respostas de modo clássico, utilizando lápis e papel.

Já os alunos do grupo controle continuavam em sala de aula assistindo às aulas expositivas tradicionais, seguindo o roteiro preestabelecido no currículo pedagógico da disciplina. Na tabela 3, descrevo em detalhes as atividades desenvolvidas.

Tabela 3 - Descrição do tratamento dado aos grupos da pesquisa

As atividades descritas foram realizadas concomitantemente nos dois grupos da pesquisa de forma separada						
Atividades práticas de exploração do <i>software</i> pelo Grupo Experimental realizada no contraturno no laboratório de Informática				Atividades realizadas em sala de aula no Grupo Controle (horário normal de estudo da turma)		
Duração média	Atividades	Estratégia de ensino	Conceitos da Cinemática explorados	Atividades	Estratégia de ensino	Conceitos da Cinemática explorados
3h/aula	Aula prática de exploração da simulação <i>Deslocamento em função Distância percorrida</i> .	Aulas mediadas de introdução à Cinemática por meio da exploração do <i>software Modellus</i> .	- Referencial - Deslocamento - Distância percorrida - Trajetória - Posição - Unidades de Medida	Aulas expositivas teóricas de introdução à Cinemática Escalar.	Aplicação de problemas clássicos e exercícios de revisão.	- Referencial - Deslocamento - Distância percorrida - Trajetória - Posição - Unidades de Medida
3h/aula	Aula prática de exploração da simulação: <i>Velocidade Escalar Média e Aceleração Escalar Média</i> .	Aulas mediadas com práticas de exploração do <i>software Modellus</i> que envolvem os conceitos de Velocidade Escalar Média e Aceleração Escalar.	- Velocidade Média - Aceleração	Aulas expositivas teóricas de Velocidade Escalar Média e Aceleração Escalar	Aplicação de problemas clássicos e exercícios de revisão.	- Velocidade Média - Aceleração
3h/aula	Aula prática de exploração da simulação: <i>Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)</i> .	Aulas mediadas com práticas de exploração do <i>software Modellus</i> que envolvem o conceito de Movimento Uniforme.	- Velocidades constantes - Movimento progressivo - Movimento retrógrado	Aulas expositivas teóricas de Movimento Uniforme.	Aplicação de problemas clássicos e exercícios de revisão	- Velocidades constantes - Movimento progressivo - Movimento retrógrado
3h/aula	Aula prática de exploração da simulação: <i>Movimento Retilíneo Uniformemente Variado</i> .	Aulas mediadas com práticas de exploração do <i>software Modellus</i> que envolvem o conceito de Movimento Uniformemente Variado.	- Velocidades variáveis - Movimento acelerado - Movimento retardados	Aulas expositivas teóricas de Movimento Uniformemente Variado.	Aplicação de problemas clássicos e exercícios de revisão.	- Velocidades variáveis - Movimento acelerado - Movimento retardados

Fonte: Do pesquisador, 2014.

Ao término do tratamento pedagógico realizado separadamente em cada grupo, conforme exposto na Tabela 3, os grupos foram reunidos em sala de aula para responderem o pós-teste da pesquisa. Assim como no pré-teste, nenhum aluno fez uso de instrumento de consulta nesse momento. Em seguida, os alunos do grupo experimental responderam o questionário de opinião sobre o tratamento metodológico usado na pesquisa.

Metodologicamente, observei se as condições propostas no tratamento do grupo experimental aludiram a evidências da aprendizagem significativa com a exploração das atividades, bem como verifiquei se houve a predisposição dos alunos para aprender e relacionar as novas informações de maneira não arbitrária e substantiva. Para essas ações, utilizei um diário de campo, que, segundo Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 118), “nele o pesquisador registra observações de fenômenos, faz descrições de pessoas e cenários, descreve episódios ou retrata diálogos”. Os instrumentos (pré-teste e pós-teste) geraram dados que serviram para evidências comparativas de desempenho antes e pós-tratamento no qual os grupos da pesquisa foram expostos.

Por fim, analisei a capacidade dos alunos do grupo experimental de elaborar resoluções diferentes das habituais substituições de termos em fórmulas já definidas. A referida análise foi realizada por meio das correções das atividades práticas.

Por fim, para alcançar o último objetivo específico da pesquisa, organizei um roteiro de todo o processo metodológico desse projeto de pesquisa, culminando na elaboração de uma produção técnica que poderá ser utilizada como uma unidade de ensino de Física. Essa produção foi baseada nas atividades exploratórias criadas a partir das simulações desenvolvidas no *software Modellus*.

3.5 Da organização da Pesquisa

A pesquisa como um todo foi organizada em seis partes, conforme descrevo na sequência.

1º Questionário (APÊNDICE C): Responderam esse instrumento os alunos matriculados na turma de informática (1A) do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio. Este instrumento foi respondido de forma livre, sem a minha interferência. Por meio dele, realizei um levantamento de informações do perfil dos alunos ingressantes no IFAP/LJ em relação aos seus possíveis conhecimentos prévios em Cinemática e, em especial, em alguns pontos específicos como:

- se os alunos tiveram aulas de Física no Ensino Fundamental;
- se eles apresentam dificuldade no aprendizado da Matemática;
- se eles têm afinidade com a informática.

2º Questionário (APÊNDICE D): Esse instrumento teve como objetivo possibilitar a análise dos conhecimentos prévios que os alunos ingressantes em uma turma do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Informática possuem em conceitos da Cinemática Escalar.

3º Pré-Teste (APÊNDICE I): Apliquei antes da intervenção nos alunos da pesquisa e teve por finalidade coletar dados para subsidiar análise comparativa após o tratamento dado ao grupo experimental.

4º Prática Pedagógica da pesquisa (APÊNDICES E, F, G e H).

Desenvolvi a prática da pesquisa com o uso de quatro simulações propostas. Essas simulações foram criadas no *software Modellus* e cada uma delas aborda conceitos específicos da Cinemática (Tabela 4).

Tabela 4 - Atividades e conceitos explorados

Nº	Atividades	Conceitos da Cinemática explorados
01	Simulação 1: Deslocamento em função da distância percorrida.	- Deslocamento - Distância percorrida - Trajetória - Unidades de Medida
02	Simulação 2: Velocidade Escalar Média	- Velocidade Média
03	Simulação 3: Movimento Retilíneo Uniforme (M.R.U)	- Velocidades constantes - Movimento progressivo - Movimento retrógrado
04	Simulação 4: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.	- Velocidades variáveis - Aceleração - Movimento acelerado - Movimento retardado

Fonte: Do pesquisado, 2014.

5º Pós-Teste (APÊNDICE J): Responderam esse instrumento todos os alunos participantes da pesquisa, independentemente do grupo (experimental ou de controle), individualmente e sem consulta. O pós-teste teve por objetivo verificar, por meio de uma comparação com o pré-teste, se a metodologia de ensino baseada no uso da (TIC) na aprendizagem da Cinemática, apresentou vantagens ou não, bem como analisa o possível desenvolvimento de novas habilidades na resolução de problemas.

6º Questionário (APÊNDICE L): A partir desse instrumento, coletei informações por meio de um questionário de opinião dos alunos participantes do grupo experimental, suas impressões em relação ao uso do *software Modellus*.

No capítulo 4, apresento as análises das práticas e os resultados encontrados, bem como as interpretações e comentários entre os alunos e o professor durante o tratamento metodológico da pesquisa.

4. ANÁLISE E RESULTADOS

Neste capítulo apresento os resultados quantitativos e qualitativos obtidos na intervenção. Na sequência, relato os passos metodológicos de preparação do tratamento. Em seguida, são apresentados os resultados levantados do perfil dos alunos ingressantes no CTIEM do IFAP/LJ. Após, apresento as análises e discussões das evidências de conhecimentos prévios dos alunos.

Na continuidade, discuto sobre os resultados quantitativos do pré-teste. Após, abordo os relatos sobre os instrumentos utilizados como estratégia para desenvolver os subsunçores nos alunos. E, na sequência, apresento os resultados e discussões das quatro atividades de modelagem computacional usadas na pesquisa. Finalizo com as análises quantitativas dos dados levantados no pós-teste. Os dados quantitativos foram analisados com a utilização do pacote plataforma *Microsoft Windows Excel 2010* e o *BioEstar 5.0*.

4.1. Passos metodológicos iniciais do tratamento

Antes de iniciar a prática investigativa, realizei um levantamento de dados prévios na secretaria escolar do IFAP/LJ quanto ao número de alunos que ingressaram CTIEM e, a partir desses dados, verifiquei aspectos relevantes que contribuíram para essa pesquisa.

Iniciei, pois, a proposta de intervenção com uma apresentação do tema de pesquisa aos alunos da turma Info 1A, alvo desta pesquisa. Eles puderam fazer questionamentos sobre o propósito da pesquisa, bem como intervir para esclarecer suas dúvidas.

Das poucas perguntas levantadas pelos alunos, uma tinha como referência a obrigatoriedade de participar da pesquisa. Como resposta a essa pergunta, esclareci que se tratava de pesquisa direcionada ao Ensino da Física e que a participação era livre. Isso abriu a oportunidade para explicar a necessidade do consentimento dos responsáveis legais para a participação dos alunos. Nesse momento, repassei aos alunos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (APÊNDICE B), solicitando que o levassem para suas casas para que seus responsáveis assinassem, trazendo-o no dia seguinte. Assim, recolhi quarenta e quatro termos com as assinaturas dos responsáveis. No entanto, a partir deste momento, os dados estão relacionados aos quarenta alunos não repetentes.

Partindo dessa premissa, no terceiro dia letivo, os alunos ingressantes que trouxeram o TCLE participaram da primeira atividade da pesquisa, a qual teve o questionário de perfil (APÊNDICE C) e conhecimentos prévios em Cinemática (APÊNDICE D) como tarefa. A partir dessa primeira atividade, realizei a análise do perfil dos alunos ingressantes no curso Técnico em Informática na modalidade integrada ao Ensino Médio e, em seguida, analisei os seus conhecimentos prévios.

Após a distribuição do questionário e, antes de começarem a respondê-lo, expliquei o propósito desse questionário. Após, abri espaço para que os alunos fizessem perguntas, caso tivessem dúvidas sobre alguma das perguntas do questionário de perfil.

Durante essa ação, relatei a desnecessidade de identificação e assinatura no questionário respondido, porém, se os alunos o fizessem, teriam o sigilo da resposta. A partir de então, os alunos ficaram mais à vontade para responder o questionário. Os dados levantados nesse questionário foram analisados quantitativamente e são apresentados nas sessões seguintes, sendo, inicialmente, abordadas as onze questões referentes ao perfil dos alunos ingressantes.

4.2 Perfis dos alunos ingressantes no IFAP/LJ

A primeira pergunta respondida pelos alunos buscou identificar o tipo de escola em que os alunos haviam estudado. Dessa forma, a pergunta apresentava três opções de resposta, que possibilitavam que os alunos assinalassem a opção correspondente a sua vida estudantil pregressa. Dos quarenta alunos ingressantes, trinta e quatro relataram ter estudado somente em escola pública, um aluno relatou que estudou em escola privada e cinco alunos responderam já terem estudado tanto em escola pública quanto em privada.

Tendo em vista que cinco alunos relataram que, no Ensino Fundamental, estudaram tanto na escola pública quanta na privada, direcionei a eles separadamente a seguinte pergunta: Quais séries do Ensino Fundamental você cursou em escola privada? O objetivo dessa pergunta era saber se esses alunos cursaram o 8º ou 9º ano do Ensino Fundamental em escola privada, pois isso acenderia a oportunidade para uma análise comparativa entre esses alunos com os demais no que se refere aos conhecimentos prévios em Cinemática. Entretanto, os cinco alunos responderam que estudaram do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental em escola privada, inviabilizando, pois, a possível comparação, haja vista que a Cinemática no Ensino Fundamental habitualmente é trabalhada no 8º ou 9º ano.

A partir dessa constatação, formulei outra pergunta a esses alunos, cujo objetivo era saber se eles tinham estudado na mesma escola particular, já que na região (Vale do Jari) funciona somente uma escola privada, qual seja, o colégio Positivo. Essa pergunta foi feita separadamente, sendo que dois alunos falaram que estudaram em escola privada do estado do Pará, mas não se lembravam do nome da escola e os três restantes estudaram parte do Ensino Fundamental no colégio Positivo.

De fato, muitos alunos iniciaram seus estudos no Positivo, pois as maiores empresas existentes na região, a Jarí Celulose S/A e CADAM S/A (Caulim da Amazônia), realizavam convênio com essa escola para que os filhos dos funcionários ali estudassem, de modo que parte das despesas com a educação dos filhos dos empregados era custeada por tais empresas. Atualmente, essa escola

vem passando por dificuldade financeira devido ao fechamento da empresa Jarí Celulose S/A, no ano de 2013, para modernização. Os funcionários foram demitidos com a promessa de readmissão após a referida modernização, mas até o presente momento isso não ocorreu, pois a empresa ainda não voltou a operar.

A segunda questão do questionário de perfil teve como objetivo saber se, durante o Ensino Fundamental, os alunos ingressantes no IFAP/LJ tiveram dificuldade com relação à disciplina Matemática. Dos quarenta alunos que responderam o questionário, vinte e dois relataram ter passado por dificuldades e dezoito disseram não ter passado por dificuldade em Matemática.

A Matemática do Ensino Fundamental é importante para a demonstração de fenômenos naturais da Física. Os alunos, ao entrarem no Ensino Médio, começam a trabalhar novos conceitos dentro de diferentes vertentes do ensino, podendo ter a Matemática escolar como ferramenta de apoio para demonstração de seus conceitos.

Assim, espera-se que algumas habilidades adquiridas na Matemática escolar estudada no 8º e/ou 9º ano do Ensino Fundamental tenham sido desenvolvidas pelos alunos, principalmente aquelas correlatas à Física. Essas habilidades poderão auxiliá-los na compreensão de conceituais da Física, no Ensino Médio. Nesse sentido, Veit e Teodoro (2002, p. 3) esclarecem que “o poder da linguagem matemática resulta, pois, não da sua capacidade de explicação, mas da sua capacidade de representação, de descrição do processo natural”.

Nessa mesma perspectiva, na questão terceira do questionário de perfil, perguntei aos alunos como avaliavam as suas habilidades na Matemática escolar. Nesta questão, o aluno tinha quatro opções de marcação, qualificando sua habilidade como Excelente, Boa, Regular e Ruim. No quadro 2, apresento a frequência de cada opção marcada.

Quadro 2 - Avaliação dos alunos quanto às suas habilidades adquiridas em Matemática durante o Ensino Fundamental.

	Excelente	Boa	Regular	Ruim
Resposta	1	13	24	2
Percentual	2,5%	32,5%	60%	5%

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Assim como na questão anterior, verifiquei que os alunos relataram terem passado por dificuldades em Matemática durante o Ensino Fundamental. A questão três do questionário ratificou a segunda quando ilustrou que 60% dos alunos consideram suas habilidades em Matemática “regular”, 5% “ruim”, 32,5% “boa” e, por fim, somente 2,5% consideram suas habilidades em Matemática “excelente”. A autoavaliação da aprendizagem da Matemática durante o Ensino Fundamental dos alunos participantes da pesquisa mostrou que eles passaram por dificuldades na Matemática escolar.

Para identificar se os alunos que ingressaram no IFAP/LJ, no CTIEM, passaram por dificuldades em conteúdos de Ciências (Física, Química e Biologia) durante o Ensino Fundamental, estruturei a quarta questão. Os resultados mostraram que trinta e cinco alunos relataram terem passado por dificuldades para aprender conteúdos correspondentes às disciplinas citadas na pergunta.

Verifiquei que 88% dos alunos possuem dificuldades em Ciências, fato que poderá acarretar alguns obstáculos aos alunos para progredir na aprendizagem, já que eles se depararão novamente com as Ciências (Física, Química e Biologia), no entanto, agora com um nível de aprofundamento dos conceitos científicos. Contudo, o professor pode tentar disponibilizar materiais no sentido de preencher as lacunas de aprendizagem, utilizando meios que possibilitem o desenvolvimento de habilidades necessárias em sua disciplina com uma “intervenção no sentido de resolver eventuais dificuldades dos alunos com conceitos” (BRASIL, 2006, p. 128).

Segundo Facchinello e Moreira (2008, p. 7) “é observada, pelos professores de Física, uma grande dificuldade dos alunos na compreensão dos conceitos envolvidos na aprendizagem dos diversos conteúdos da Física”. Os autores comentam que os alunos muitas vezes não conseguem relacionar os conceitos a novas situações. Nessa perspectiva, Ausubel (2003) afirma que a compreensão

genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis.

Centrando agora na análise da Física no Ensino Fundamental, perguntei aos alunos, na questão cinco, se já estudaram algum conteúdo da Física. Através dos dados das respostas deste questionamento, constatei que dezenove alunos relataram já terem estudado algum conteúdo da Física. Isso se mostra propício para a pretensão dessa proposta, pois, de acordo com as respostas, vinte e um alunos ainda não tiveram contato formal com alguns conceitos científicos da Física.

Experiências empíricas mostram-me que, no Ensino Fundamental, as bases científicas sugeridas no currículo devem abarcar, entre outras disciplinas, a Física, a Química e a Biologia, que são trabalhadas pelo professor de Ciências em período específico do ano letivo.

Esse fato torna-se importante para realizar um diagnóstico com intuito de verificar se com os alunos participantes dessa pesquisa foram desenvolvidos conceitos da Cinemática no Ensino Fundamental e, a partir dessa comprovação, realizar atividades que sirvam como organizadores prévios. Moreira e Masini (2011, p. 21) relatam que o uso de organizadores prévios “é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa”. Para Ausubel (2003), a função principal dos organizadores é servir de “ponte” entre o que o aprendiz já sabe com o que ele deve saber, ou seja, eles serão úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “*pontes cognitivas*”.

Nessa perspectiva, na questão seis tratei dos possíveis conceitos que os alunos já estudaram da Física no Ensino Fundamental. Foram sugeridos oito tópicos da Física inseridos dentro dos seguintes ramos: Mecânica, Eletricidade, Termologia, Ondulatória e Óptica. Nesta questão, os alunos poderiam marcar mais de uma opção ou simplesmente marcar “Não estudei nenhum conteúdo”. A tabela 5 mostra esses dados.

Tabela 5 - Frequência dos conteúdos mais estudados no Ensino Fundamental pelos alunos ingressantes no IFAP/LJ.

Conceitos	Frequência	% das Frequências
Velocidade	14	25.5
Aceleração	10	18.2
Força	3	5.5
Energia	13	23.6
Ondas	2	3.6
Calor	5	9.1
Eletricidades	6	10.9
Óptica	2	3.6
Total de Marcações	55	100

Fonte: Autor da pesquisa, 2014.

Os resultados mostram que poucos alunos estão estudando Física no Ensino Fundamental antes de ingressar no Ensino Médio, sendo que isso pode gerar dificuldade de aprendizagem, em especial na Física. Contudo, notei um direcionamento nas marcações para os conceitos centrados na Mecânica (Velocidade, Aceleração, Força). Também há de se destacar que vinte e um alunos relataram não terem estudado nenhum dos conceitos apresentados na questão, o que equivale a 52 % dos alunos que responderam o questionário.

Com isso, verifiquei a importância de um tratamento diferenciado no ensino, direcionado a esses alunos que não estudaram e/ou não tiveram contato com a Física durante o Ensino Fundamental. Pode-se postular, de forma arbitrária, que esses alunos poderão ter maior dificuldade no aprendizado inicial da Física do que aqueles que já tiveram contato com essa disciplina.

Esses alunos possivelmente não têm conceitos prévios para alicerçar novos conteúdos da Física. Segundo Moreira e Masini (2011), os conhecimentos prévios são o fator isolado mais importante que influi na aprendizagem entre aquilo que o aprendiz já sabe com o que ele deve aprender. Como já mencionado anteriormente, o uso de organizadores prévios é útil quando se percebe que os alunos não dispõem de *subsúcores* que permitam atribuir significados a novos conhecimentos. Para Moreira e Masini (2011), os organizadores são mais eficientes quando apresentados no início das tarefas de aprendizagem, devendo contar com uma boa organização para terem valor pedagógico.

Em diálogo informal com os alunos que iniciaram o Ensino Médio no IFAP/LJ, cujas informações estão registradas em meu diário de campo, observei que alguns já vêm com “medo” e/ou “amedrontados” do Ensino Fundamental por outros alunos (colegas) que apresentaram dificuldades no aprendizado em Física nesse nível de ensino. Dessa forma, é fácil observar que os alunos veem a Física como uma disciplina “muito difícil” de ser compreendida. Para Veit e Teodoro (2002 p. 3),

A introdução de modelagem no processo ensino/aprendizagem tende a desmitificar esta imagem da Física, possibilitando uma melhor compreensão do seu conteúdo e contribuindo para o desenvolvimento cognitivo em geral, pois modelagem facilita a construção de relações e significados, favorecendo a aprendizagem construtivista.

Compreendo que há outros aspectos que podem gerar dificuldades de compreensão nos alunos. A linguagem da Física, por exemplo, pode favorecer o surgimento de uma barreira entre o aluno e a disciplina se esta for tratada com formalismo. Segundo Facchinello e Moreira (2008), “a Física é uma ciência formal, comunicada em linguagem formal na qual os conceitos são elaborados, transcritos e os significados são comunicados através do uso de símbolos numa representação algébrica formal”.

Dessa forma, para que haja a compreensão da Física, entendo que é necessário que essa linguagem formal científica, característica dessa disciplina, seja desenvolvida pelo professor em uma linguagem acessível, considerando os aspectos culturais da realidade dos alunos. É importante enfatizar que não se pretende retirar o formalismo científico dos conceitos, mas, sim, adequá-los para que os alunos tenham condições de entender a disciplina.

A comunicação entre professor e aluno deve ser em uma linguagem que possa ser compreensível a ambos, é claro que o professor deverá corrigir, com o seu aluno, possíveis falhas desta comunicação – conceitos que não são compreendidos da mesma forma por ambos, por exemplo. A linguagem verbal vai sendo aprimorada, corrigida, compreendida, comunicada e aceita pelo professor e pelo o aluno até que o entendimento seja mútuo e ela possa ser elevada à condição de linguagem formal incluindo a transcrição para a linguagem representacional matemática dos conceitos (FACCHINELLO; MOREIRA, 2008, p. 9).

De acordo com as análises da questão sete do questionário de perfil, verifiquei que quais alunos sabem a importância da disciplina de Física na sua formação escolar, pois todos os alunos que responderam os questionários classificaram a Física como uma disciplina importante.

Assim, apesar de alguns alunos considerarem a Física como uma disciplina de “difícil” compreensão, eles sabem que a disciplina é importante para sua formação escolar. Portanto, há possibilidades de se conseguir direcionar o grau de importância que o aluno apresenta para essa componente curricular, para obter assim, possíveis resultados favoráveis no seu aprendizado. Uma das opções pode ser o uso de alternativas pedagógicas que favoreçam o aprendizado, e isso pode ocorrer por meio do uso da tecnologia de informação e comunicação (TIC), foco dessa pesquisa.

Durante o Ensino Fundamental, os alunos estudam conteúdos específicos por meio das disciplinas que fazem parte desse nível de Ensino. Na Matemática ensinada no Ensino Fundamental, por exemplo, há um programa de conteúdos que o professor pode seguir e as funções matemáticas, sejam elas do primeiro ou segundo grau, são conteúdos que podem ser desenvolvidos. Especificamente para a disciplina de Física, segundo meus conhecimentos empíricos, o conhecimento de funções matemáticas é importante, principalmente quando o professor ensina a Cinemática.

Nesta perspectiva, a questão oito do questionário de perfil aborda essa temática. Apresento na tabela 4 os resultados levantados nesse questionamento. Dos quarenta alunos que responderam o questionário, vinte e três relataram terem estudado funções matemáticas no Ensino Fundamental. Em termos percentuais, isso equivale a 57,50% dos alunos ingressantes, o que comprova que na maioria das escolas em que esses alunos estudaram, os professores da Matemática trabalham esses conteúdos.

Esse resultado é promissor para a disciplina de Física, principalmente quando se pretende ensinar conteúdos como a Cinemática, tema abordado nesta pesquisa, pois as funções matemáticas do primeiro grau fazem parte dos estudos do Movimento Uniforme (MRU) e do Movimento Uniformemente Variado (MRUV).

Os resultados encontrados nas questões nove, dez e onze do questionário de perfil mostram, ainda, que vinte e nove alunos relataram ter facilidades em usar o computador e trinta e oito acreditam poder aprender utilizando os recursos disponíveis na informática. Por fim, dez alunos dos quarenta que responderam o instrumento relataram já ter utilizado algum *Software* Educativo em prol de seu aprendizado nas escolas. Na tabela 6, apresento esses dados.

Tabela 6 - Apresentação dos resultados do estudo de funções matemática dos alunos durante o Ensino Fundamental e quanto ao uso das TIC nesse nível de Ensino.

PERGUNTAS	SIM	% das respostas SIM	NÃO	% das Respostas Não
(08) No seu Ensino Fundamental, você estudou funções matemáticas?	23	57	17	42
(09) Você tem facilidade para usar o computador?	29	72	11	27
(10) Você acredita que pode aprender Física utilizando os recursos da informática?	37	92	3	7
(11) Você já teve contato com algum <i>Software</i> Educativo?	10	50	30	49

Fonte: Autor da pesquisa, 2014.

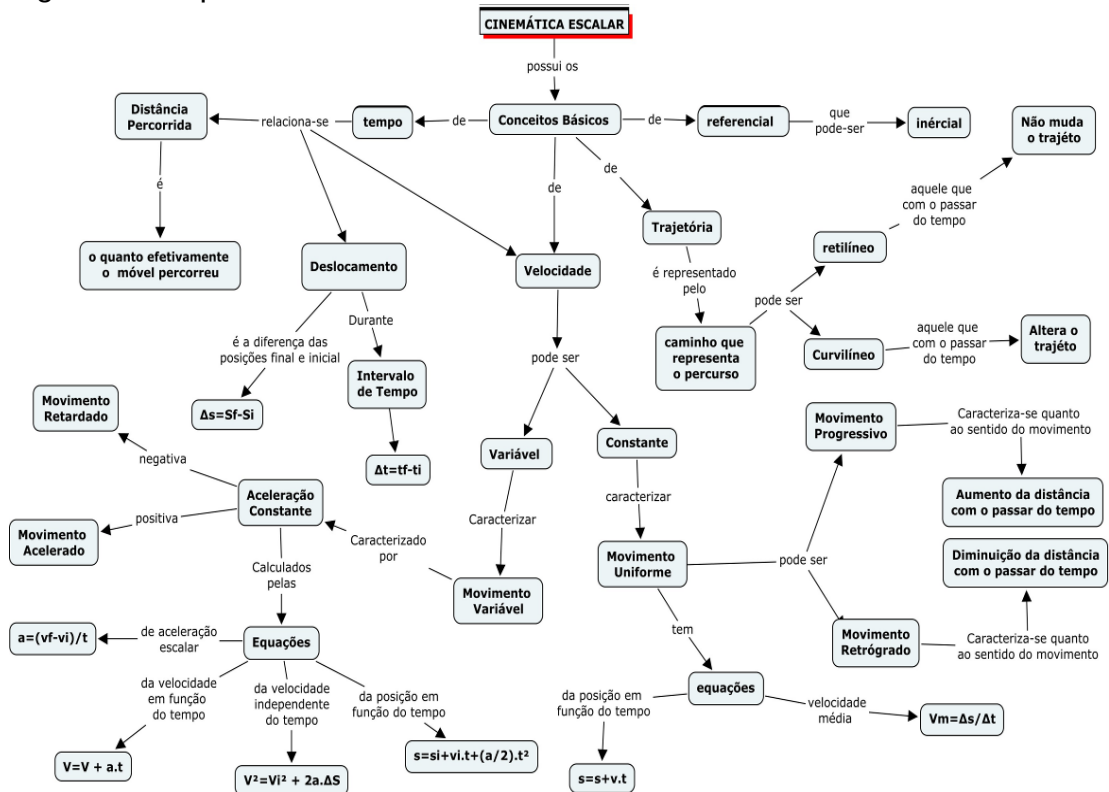
Desses resultados, destaco o resultado encontrado na questão nove, na qual os alunos relataram ter facilidade em usar o computador. Esse resultado era esperado, pois os alunos estão inseridos em uma realidade na qual a tecnologia os acompanha durante o seu desenvolvimento escolar, apesar de muitas escolas ainda não disporem de laboratório de informática. Segundo Prensky (2001, p.1), “os alunos de hoje – do maternal à faculdade – representam as primeiras gerações que cresceram com esta nova tecnologia”. Isso faz com que eles tenham “facilidades” em manusear esses recursos tecnológicos disponíveis.

Na sessão seguinte, apresento o levantamento dos resultados encontrados no questionário de conhecimentos prévios em Cinemática que os alunos responderam juntamente com o questionário de perfil.

4.2.1 Análise de conhecimentos prévios em Cinemática escalar

Com o questionário de conhecimentos prévios (APÊNDICE D), objetivei diagnosticar as evidências do aprendizado dos alunos nas séries que antecederam o ingresso no IFAP/LJ em conceitos relacionados à Física que são abordados dentro da Cinemática Escalar. Na figura 3 mostro alguns dos conceitos da cinemática escalar por meio de mapa conceitual que deveriam estar presentes na estrutura cognitiva dos alunos.

Figura 3 - Mapa conceitual dos conceitos básicos da Cinemática Escalar



Fonte: Do pesquisador, 2014.

É importante mencionar que os principais conceitos da Cinemática necessários para tratar esse conteúdo no Ensino Médio são, segundo Antônio

Máximo e Beatriz Alvarenga (2011): Distância, Movimento, Posição, Tempo, Deslocamento, Trajetória, Referencial.

Nesse sentido, o questionário de conhecimentos prévios dessa pesquisa foi desenvolvido focando alguns aspectos conceituais citados anteriormente. Assim esse instrumento foi respondido por quarenta alunos ingressantes no CTIEM. E já na primeira pergunta, observei respostas confusas e sem sentido. A primeira pergunta foi a seguinte: O que você entende por movimento? Dos instrumentos recolhidos, trinta e quatro apresentaram algum tipo de resposta. Dezoito, em síntese, afirmaram que movimento tinha relação com algo que se desloca de um lugar para outro. Dez deram respostas que se referiam a movimento de carro, bicicleta, pessoas praticando exercícios físicos, etc. Seis apresentaram respostas que não tinham relação com a pergunta e seis não responderam ou relataram não saber a resposta.

Apresento algumas respostas dos alunos da pesquisa com relação a esta pergunta:

Ae3 - *Eu acho que movimento é uma coisa que se desloca de um lugar para outro.*

Ac4 - *É tipo uma pessoa se mexendo levantando o braço.*

Ac5 - *Movimentos são objetos ou uma pessoa em movimento.*

Ac7 - *É quando alguma coisa não está parada.*

Ac15 - *Algo que se movimenta para algum lugar como, carro, moto, bicicleta e até a própria pessoa.*

O que chamou a atenção e merece destaque foi à resposta apresentada pelo aluno **Ae19**. Essas respostas estão de forma acordo com o conceito de movimento⁸, se consideramos dentro de uma perspectiva de conhecimento de senso comum, ou seja, sem a formalidade científica conceitual.

Continuando a prática, nas perguntas dois e três foram: 2) O que é movimento constante? 3) O que é movimento variado? A partir dessas questões,

⁸ “Diz-se que um objeto está em movimento relativo a outro quando sua posição, medida com relação ao segundo corpo, varia com o tempo. Quando sua posição relativa não varia com o tempo, o objeto está em repouso. Repouso e movimento são conceitos relativos, isto é, dependem da escolha do corpo que serve como referência” (ALONSO; FINN, 2004, p. 81).

objetivei analisar as concepções dos alunos acerca de movimentos uniformes e movimentos uniformemente variados, ou seja, o que acontece com a velocidade constante e variável, respectivamente. Vinte e dois alunos responderam a segunda pergunta. Desses, oito apresentaram respostas que tinham relação a objetos em movimento, que acontecem sem parar, sem interrupção, repetitivo e que não se altera. Quatro apresentaram resposta que considero ter relação com o conceito de Movimento Uniforme. O restante dos alunos não respondeu essa questão.

De acordo com Alonso e Finn (2004, p. 14) “a velocidade é a distância percorrida pelo corpo dividido pelo tempo gasto em percorrê-la”. Observa ainda que “a velocidade de um corpo é uma função do tempo. Se a velocidade permanece constante o movimento é dito *uniforme*” (ALONSO; FINN, 2004, p. 84). Já para Halliday, Resnick e Walker (2009) a Velocidade Média envolve o deslocamento de uma partícula, isto é, um objeto cujo tamanho e estruturado interna sejam desprezíveis para o problema em que está interessado, enquanto Velocidade Escalar é definida pelos autores em termos da distância total percorrida $[d]$ desconsiderando-se durante o percurso as possíveis mudanças de direção do movimento.

Assim apresento algumas das respostas dos alunos da pesquisa, sendo que aquelas em que código de aluno está em negrito, considero ter relação com o conceito da Cinemática.

Ae3 - É uma coisa que se desloca praticamente toda a hora.

Ac8 - *É quando o carro mantém a mesma velocidade.*

Ae8 - Algo que se movimenta sem parar.

Ae13 e Ac18 - *É quando o corpo está em movimento e a velocidade dele não se altera.*

Ae14 - É o movimento que se repete várias vezes.

Ac18 - *É quando o corpo está em movimento e a velocidade dele não se altera.*

Ae19 - É a ação seguida feita por corpo.

Ac20 - *É o que não se altera ao passar do tempo.*

Na terceira pergunta, vinte e dois alunos apresentaram respostas. Nove destas não tinham relação alguma com movimentos variáveis. Onze apresentaram respostas que mencionavam movimentos realizados de modos variados, como andar, correr, pular, mexer os braços e as pernas, ou seja, sem relação com os conceitos da Física. Dois mostraram uma resposta próxima ao conceito de Movimento Uniformemente Variado⁹ e o restante não respondeu.

A seguir apresento algumas das respostas dos alunos da pesquisa, de acordo com os termos citados nas respostas.

I - Movimento com alteração de velocidades

Ae2 - É o movimento com diferentes níveis de velocidades mais rápido e às vezes devagar.

Ae7 - Movimento variado é um movimento que varia sua velocidade.

Ac18 - Quando o carro aumenta ou reduz sua velocidade.

II - Movimenta de forma variada

Ae12 - É quando se movimenta muito pouco.

Ac13 - É o movimento que é de forma variada, mudando em determinado tempo.

Ae15 - Movimento variado é quando várias coisas estão se movendo.

Ae4 - É quando algo se move rapidamente.

Um dos principais conceitos da Cinemática Escalar é a definição do estado de corpo, ou seja, se ele está em repouso ou em movimento. Segundo Alonso e Finn (2004), o conceito de estado de repouso ou de movimento de corpo é relativo, uma vez que ambos dependem da escolha do corpo que serve como referência. Dessa forma, para verificar a compreensão inicial dos alunos desse estado, elaborei a pergunta: 4) O que você entende por estado de um corpo em repouso? A essa quarta pergunta, trinta e cinco alunos apresentaram respostas, sendo que vinte relataram ser algo parado, sem movimento, pausado. Dez alunos afirmaram ser quando a pessoa está descansando e cinco não responderam.

⁹ “O movimento de um móvel é classificado como acelerado ou retardado, quando este possui aceleração instantânea constante”. (ALONSO; FINN, 2004, p. 85)”.

A seguir apresento algumas das respostas dos alunos de acordo com os termos citados nas respostas.

I - Corpo ou objeto parado

Ae2 - É como o corpo se encontra quando está parado.

Ac5 - Entendo que é quando algum objeto ou pessoa está parado, ou seja, imóvel.

Ac17- Um corpo ou objeto parado em determinado lugar.

II - Estado de repouso

Ae3 - É uma coisa que fica em repouso constante sem se movimenta.

Ac6 - Acho que é quando estamos descansando.

III - Corpo em movimento em relação a outro

Ac9 - Entendo que seja quando um corpo não está em movimento em relação a alguma coisa ou lugar.

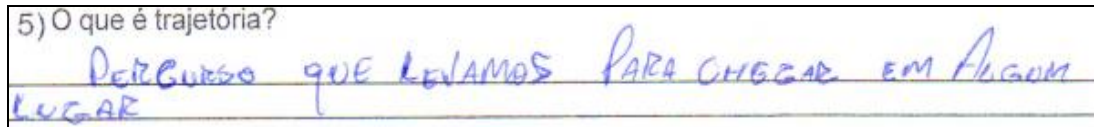
Ac12 - Acho que é quando o corpo está parado em relação a outro que está em movimento.

Analisando as respostas dos alunos, notei a presença de alguns conceitos intuitivos que estão relacionados a significados de senso comum da palavra repouso, a exemplo da resposta apresentada pelo aluno **Ae8**: *Acho que é uma pessoa que está sentada ou deitada sem fazer esforço físico.*

Na quinta questão do questionário de conhecimento prévio busquei a opinião dos alunos sobre o conceito de trajetória por meio da pergunta: O que você compreende quando se afirma que o corpo realizou uma trajetória? Dos quarenta alunos, vinte e quatro responderam a pergunta. Desses, dezoito fizeram referências a caminho, percurso que uma pessoa anda ou faz. Analisando as repostas, considerando o que afirmam Silva e Filho (2010), ou seja, “trajetória é uma linha que representa o percurso descrito por um móvel”, defino que as dezoito respostas apresentadas estão correlacionadas, de alguma forma, com o conceito de trajetória (Figura 4), o que em geral, mostra que esses alunos possuem o “subsunçor que permite dar significados a um novo conhecimento que lhes é apresentado ou por ele descoberto” (Moreira, 2011a, p. 14). Contudo, 47% dos alunos não se pronunciaram

e, para esse fato, considero que esses alunos não entenderam adequadamente a pergunta ou realmente não têm conhecimento do conceito que a questão abordou, fato que sugere a falta desse subsunçor.

Figura 4 - Resposta do aluno Ae19



Fonte: Questionário de conhecimentos prévios, 2014.

Apresento algumas das respostas dos alunos, que considero terem apresentado evidências relacionadas ao conceito de trajetória.

Ac2 - *É o caminho que o objeto ou corpo percorre, ou seja, segue.*

Ae3 - *Que ele se movimenta em um percurso.*

Ac5 - *Trajeto é quando um objeto está seguindo um trajeto.*

Ac7 - *Caminho feito por corpo.*

Ac14 - *É o percurso percorrido por um corpo.*

Ac15 - *Entendo que é o percurso que ele faz de um ponto para chegar a outro.*

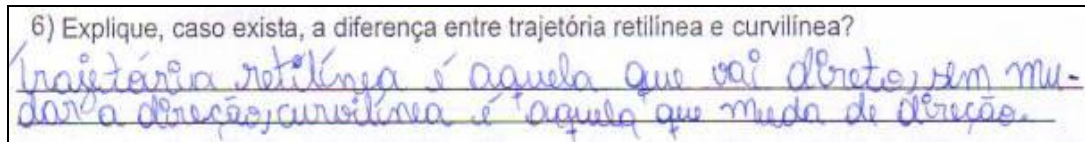
Ac17 - *Eu acho que trajetória é um trajeto que você faz ao movimentar para um lugar.*

Ac20 - *Entendo que é o nome dado ao percurso realizado por um determinado corpo.*

Na sexta questão, abordei as concepções de trajetórias retas e curvas, a saber: 6) Explique, caso exista, a diferença entre trajetória retilínea e curvilínea. Silva e Filho (2010) afirmam que a trajetória retilínea ocorre quando não existe alteração de sentido do movimento de um móvel durante o espaço de tempo estudado. No estudo da trajetória, Silva e Filho (2010) adotam um referencial (ponto fixo) em relação ao qual se estabelece a posição do móvel analisado. Já a trajetória curvilínea, para os autores, ocorre quando há modificação de sentido no movimento durante o espaço de tempo estudado. A partir de tais concepções, dos quarenta questionários que recolhi, treze apresentaram respostas que, de certa forma, trouxeram diferença entre a trajetória retilínea e a curvilínea (Figura 5). Percebo que há presença de conhecimentos prévios nos treze alunos que apresentaram

respostas, porém, igualmente à questão anterior, muitos não se pronunciaram nessa resposta, constituindo exatamente 67% dos alunos.

Figura 5 - Resposta do aluno Ae3

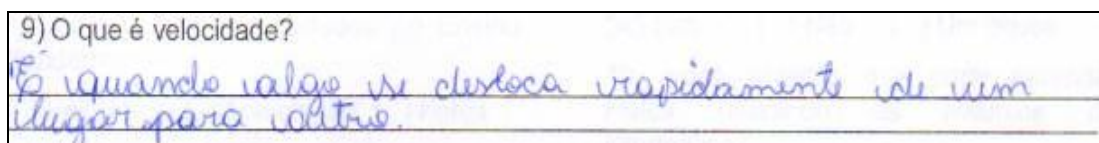


Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Nas questões sete e oito, objetivei avaliar as concepções que os alunos possuem sobre o conceito de distância e, também, saber se eles têm noção de instrumentos de medida. Para isso, realizei a pergunta: 7) Para você o que é Distância? 8) Como posso medir a distância? Vinte e três alunos responderam essa questão, sendo que as repostas fazem alusão a espaço, medida entre ponto ou lugares. Na oitava pergunta, vinte e seis alunos apresentaram respostas. Dessas respostas, nove fizeram referência às unidades de medidas, centímetro, metro, milha, quilômetro. Onze referiram alguns instrumentos de medida como fita métrica, trena e régua. O restante dos alunos referiu não saber a resposta.

A nona questão do questionário de conhecimentos prévios em Cinemática tinha por objetivo saber se os alunos conheciam o conceito de velocidade. O conceito de velocidade, já comentada anteriormente, está relacionado à distância percorrida pelo corpo em um dado intervalo de tempo. Nesse sentido, a pergunta foi a seguinte: O que é velocidade? Vinte e quatro alunos apresentaram resposta a essa questão. Dessas, em sete notei evidências de conceito de velocidade e o restante não respondeu. Na Figura 6, apresento a resposta de um aluno, no qual notei evidência do conceito velocidade.

Figura 6 - Resposta do aluno Ae9

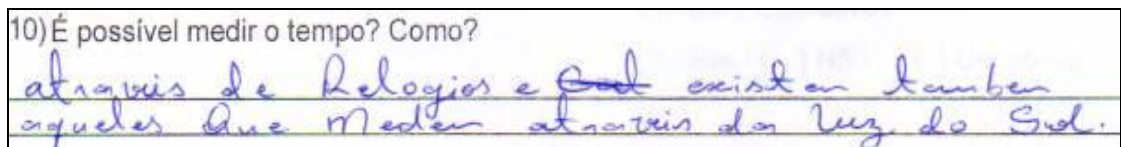


Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

No questionário de perfil, o conceito velocidade foi o mais citado pelos alunos participantes da pesquisa. Assim, percebi certa contradição nos resultados, que podem ser explicados pelo fato de o termo *velocidade* ser um conceito ligado ao cotidiano e, por mais que não conheçam o conceito científico, os alunos relataram o contrário.

Abordei na questão dez o conceito da Cinemática “tempo”. A pergunta foi a seguinte: 10) É possível medir o tempo? Como? O objetivo foi verificar as noções dos alunos sobre esse conceito, bem como os instrumentos de medida. A compreensão desse conceito no estudo de movimento de corpos é importante, pois o *tempo* está relacionado inversamente com a velocidade e a aceleração escalar, conceitos essenciais relacionados a esse conteúdo. Assim, vinte e cinco alunos responderam essa questão. Quatorze desses alunos relataram que o relógio era o instrumento de medida e cinco mencionaram o sol (Figura 7). O restante confirmou ser possível medir o tempo, mas não respondeu como se faz ou o que se usa para tal medição.

Figura 7 - Resposta do aluno Ac14



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

À luz da aprendizagem significativa, posso inferir, de forma geral, que a maioria dos alunos ingressantes no IFAP/LJ não tem alicerçado na sua estrutura cognitiva os subsunçores ou conhecimentos prévios especificamente relevantes em relação a conceitos da Cinemática escalar. Dessa forma, antes de iniciar qualquer atividade de aprendizagem, é necessário desenvolver os subsunçores nos alunos, para que ocorra a aprendizagem significativa.

Assim, para desenvolver os subsunçores, utilizei organizador prévio, que de acordo com Moreira (2011a, p. 30),

Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, **uma simulação**. Pode ser

também **uma aula** que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que **preceda** a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente mais geral e inclusivo do que este.

No item a seguir, apresento a atividade usada com o intuito de auxiliar no desenvolvimento de subsunçores ausentes acima diagnosticados.

4.3. Estratégia usada como organizador prévio no grupo controle da pesquisa: desenvolvimento do subsunçor relevante

Conforme comentado anteriormente, o organizador prévio proposto por Ausubel (2003) é usado quando se verifica que o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados que lhe favoreçam atribuir significados a novos conhecimentos. Moreira e Masini (2011, p. 22) relatam que “o uso do organizador prévio, proposto por Ausubel para manipular a estrutura a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa, tem sido o aspecto mais pesquisado da teoria”. Contudo, Moreira (2011a) ressalta que esta estratégia, na prática, muitas vezes não funciona.

Tendo em vista que não “há uma definição precisa do que sejam organizadores prévios [...], pois depende de cada caso” (MOREIRA, 2011a, p. 45), tratei com os alunos do grupo controle alguns conceitos introdutórios da Cinemática escalar, com o objetivo de desenvolver os subsunçores não evidenciados no questionário de conhecimentos prévio. Abordei esses conceitos em duas aulas expositivas tradicionais, nas quais utilizei três textos introdutórios (ANEXOS B, C e D). Neles, os conceitos de fenômenos Físicos estão em “um nível de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material da aprendizagem” (MOREIRA, 2011a, p. 30).

Os textos introdutórios foram retirados do livro didático “Física aula por aula”, de autoria de Silva e Filho (2010). Através de questionamentos, os textos abordam temas que são discutidos na atualidade, ou seja, que estão presentes no cotidiano dos alunos. No quadro 3, apresento os questionamentos levantados em cada texto, bem como os aspectos conceituais estudados.

Quadro 3 - Temas dos textos utilizados como organizadores prévios.

Texto	Aspectos abordados da Física
O que é a nanotecnologia e o que ela tem a ver com a nossa vida?	Ordem de grandezas e unidades de medida de comprimento.
Como foi o desenvolvimento da medida de tempo?	Grandezas com dimensões, distâncias tempo. Instrumentos de medida de tempo
Como o beija-flor paira no ar?	Estados de objetos (repouso ou movimento), mudança de trajetória (manobras).

Fonte: Do pesquisador, 2014.

Assim, Silva e Filho (2010) indicam que, a partir do uso desses textos introdutórios, os alunos poderiam desenvolver e/ou despertar os conhecimentos necessários para terem condições de estruturá-los de acordo com os conhecimentos formais. Dessa forma, após essa abordagem, iniciei o desenvolvimento dos conteúdos definidos no ementário definido para o ano de 2014 do Curso Técnico Integrado em Informática Integrado ao Ensino Médio.

4.3.1 Detalhamento das atividades do grupo de controle

Durante a execução das atividades em laboratório feitas pelo grupo experimental no contraturno ao período normal de suas aulas, o grupo de controle foi submetido ao tratamento metodológico baseado em aulas expositivas e aplicações de exercícios clássicos (APÊNDICES M, N, O, P), no qual o professor resolver alguns exemplos em seguida os alunos são instigados a resolverem questões similares as que foram feitas pelo docente. Nesta perspectiva metodológica, o professor desenvolve o conteúdo focando o ensino e a aprendizagem na reciprocidade da questão feita pelo aluno. É importante salientar que as questões foram retiradas do livro didático de Sampaio e Calçada (2005) intitulada: Universo da Física.

Na próxima seção, são apresentados os resultados e discussões do tratamento (intervenção) dado ao grupo experimental por meio de atividades criadas no *software Modellus*.

4.4 Resultados das Atividades: Prática pedagógica a qual foram submetidos os alunos do grupo experimental

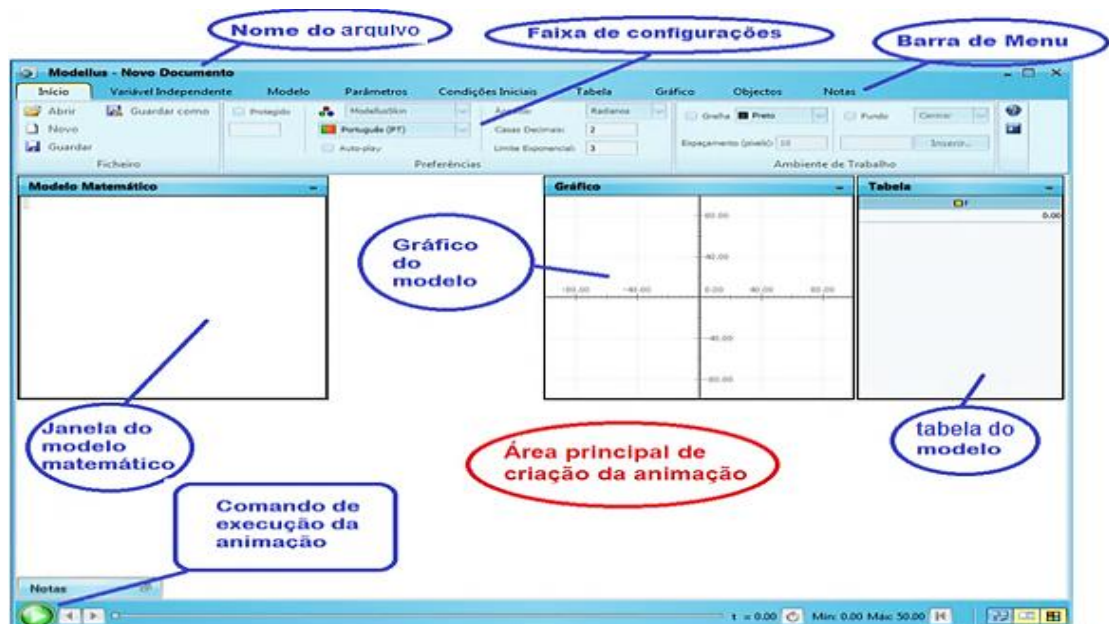
Neste item são descritos os passos do tratamento dado aos alunos com as atividades (simulações) que tratam dos conceitos da Física no ensino da Cinemática. As referidas atividades tiveram como objetivo mostrar as relações entre os conceitos e, sobretudo, possibilitar que os alunos consigam compreendê-los e/ou modificar os possíveis “erros” conceituais empíricos. Essas práticas pedagógicas ocorreram nos meses de março e abril de 2014 e tiveram duração de seis semanas.

4.4.1 Simulação usada como organizador prévio no grupo experimental da pesquisa: desenvolvimento do subsunçor relevante

A atividade ocorreu no primeiro encontro realizado no laboratório de informática. Nesse momento, os alunos exploraram o manuseio do *software Modellus* acompanhando a exposição dos passos operacionais desse programa, bem como os seus principais recursos (Figura 8), juntamente com o professor.

Ao iniciar, pude notar a ansiedade dos alunos para aprender a Física utilizando o computador, pois a maioria já havia ligado a máquina. A seguir realizei a chamada e pude verificar que não houve ausências, ou seja, os dezenove alunos do grupo experimental participaram da atividade.

Figura 8 - Organização dos principais recursos do *software Modellus*.



Fonte: Interface do *Software Modellus 4.01*, 2014.

Após essa exposição, os alunos receberam um roteiro para criar uma simulação na ferramenta. Esse roteiro trouxe uma **situação-problema** que envolveu conceitos da Cinemática escalar: distância, velocidade, tempo, aceleração e trajetória. Esses conceitos não são apresentados explicitamente, mas surgem após a interação ativa dos alunos com a animação criada. Contudo, tais conceitos foram abordados em uma visão geral e em nível abstrato. Dessa forma, apresento o roteiro de criação da simulação.

1º) Na caixa “**modelo matemático**”, digite a equação horária da posição ($S = S_0 + v \times t$) [**observação**: para colocar o sinal de multiplicação (x) use a tecla de “**espaço**” no teclado].

Figura 9 - Caixa modelo Matemático



Fonte: Software Modellus, 2014

2º) No menu “**parâmetros**”, digite os valores da posição inicial (S_0) e da velocidade (V) que você deseja para seu móvel

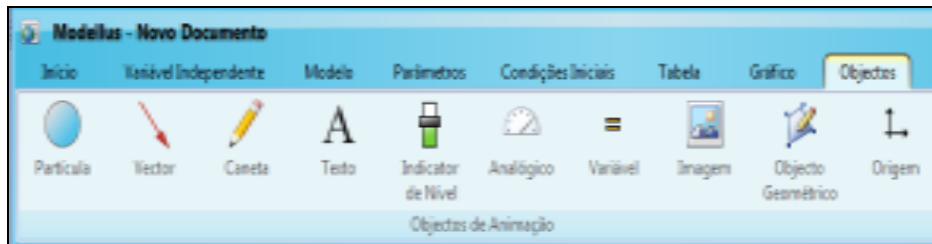
Figura 10 - Menu parâmetro



Fonte: Software Modellus, 2014.

3º) Vá ao menu “Objetos” e clique em “**Partícula**” em seguida na área principal da interface do programa.

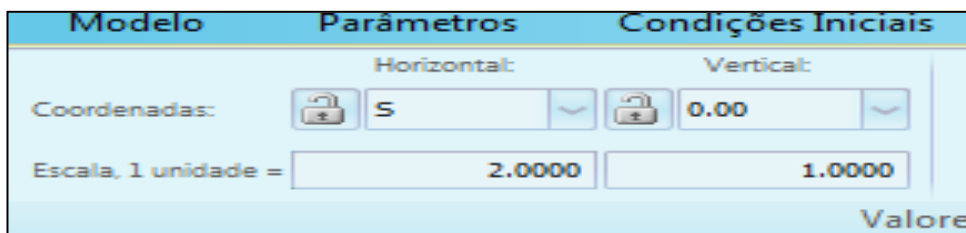
Figura 11 - Menu objetos



Fonte: Software Modellus, 2014

4º) Com a partícula da área principal selecionada, localize as coordenadas **Horizontal** e **Vertical**. Em seguida, clique na seta da coordenada horizontal, selecione “S” na Vertical “0,00”. E, logo abaixo, em “Escala, 1 unidade”, coloque o número **2** no primeiro quadro e **1** no segundo quadro.

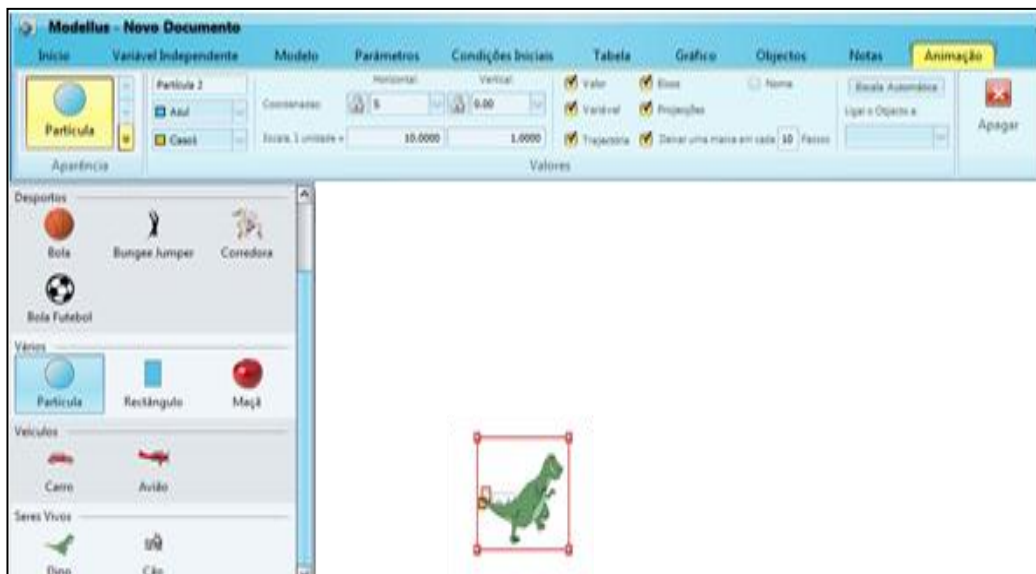
Figura 12 - Faixa de configurações



Fonte: Software Modellus, 2014.

5º) Com a partícula da área principal selecionada, clique na seta dupla do botão “Aparência” e procure o “Dino”.

Figura 13 - Menu Animação



Fonte: Software Modellus, 2014.

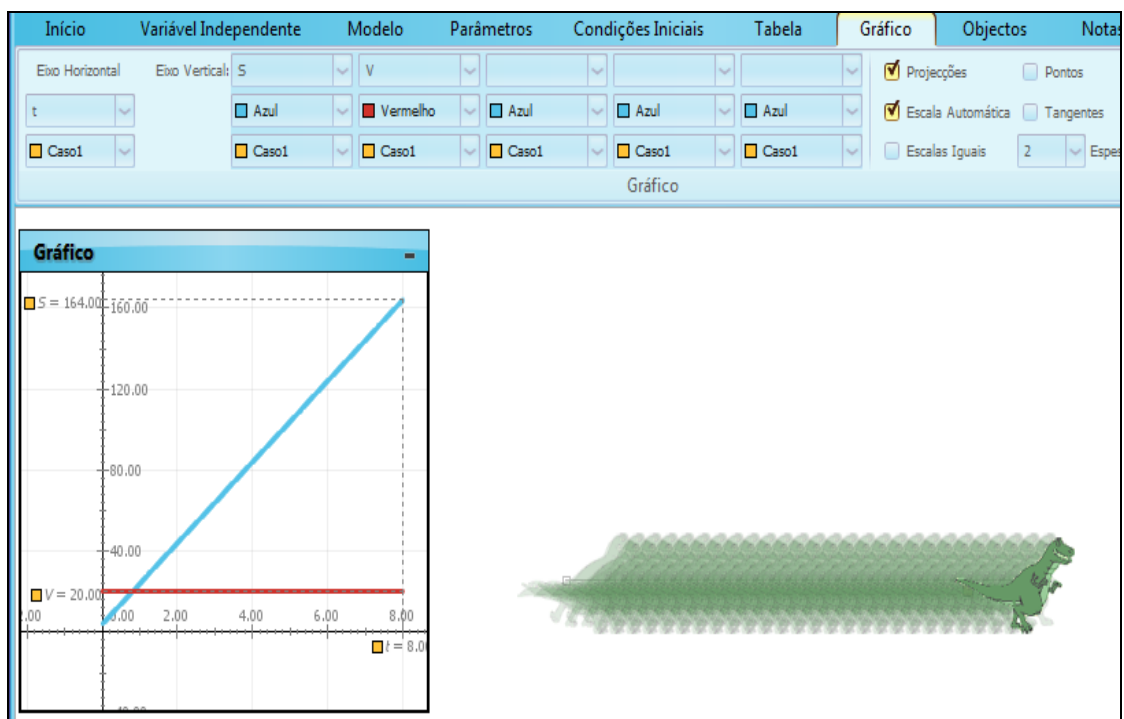
6º) Agora, na barra de menu, procure “**Variável Independente**” e na caixa que abrirá: no **Passo (Δt)**: digite **0.0010**, no **Mín:** **0.00** e no **Máx:** digite 8.

Figura 14 - Menu Variável Independente

Fonte: Software Modellus, 2014.

7º) No menu “**Gráfico**” do modelo, marque o quadro (Projeções, Valores, Pontos valores nos eixos e escala automática), mude a espessura ao **2**. No primeiro quadro **eixo vertical**, selecione **S** e no segundo **V**. Agora você pode executar o movimento com um clique no comando **Play** da barra de execução da animação.

Figura 15 - Menu Gráfico



Fonte: Software Modellus, 2014.

Pretendi, a partir desse desenvolvimento da animação juntamente com os alunos, que fosse possível desenvolver a capacidade para explorar as simulações

propostas, bem como adquirir “*ideias âncoras*” capazes de fazer a “ponte” entre os conhecimentos que possuem com os que necessitam saber, para possibilitar a aprendizagem significativa dos conceitos específicos da Cinemática escalar, que seriam abordados nas atividades práticas seguintes. Nesse sentido, as interações cognitivas deverão surgir quando o aluno perceber que os conceitos dos fenômenos presentes em seu cotidiano são os mesmos tratados na cinemática escalar.

Na próxima sessão, apresento a estratégia utilizada como organizador prévio no grupo controle da pesquisa.

4.4.2. Atividade 1 - Deslocamento em função da distância percorrida

Comecei a descrever os procedimentos para a exploração da atividade proposta (Apêndice E). Nesse momento, auxiliei alguns alunos, pois observei que não conseguiram encontrar o ícone dessa simulação na área de trabalho (*Desktop*) do computador. Em seguida, solicitei que clicassem no *Play* do comando de execução e observassem o que acontecia na simulação.

Ao observarem o desenvolvimento da animação gerada, o aluno **Ae3**, perguntou: “*professor, foi difícil criar esta simulação nesse programa, pois parece tão difícil fazer?*” Em resposta, relatei que a ferramenta é de linguagem simples e que para criar simulações, como a que estamos trabalhando, são necessários conhecimentos básicos de informática e, de conceitos do conteúdo no qual se deseja desenvolver as simulações e, principalmente, de criatividade.

Dando prosseguimento à atividade, pedi aos alunos que comesçassem a responder as perguntas referentes aos conceitos de deslocamento e distância percorrida e, já na primeira pergunta da atividade, notei a dificuldade da maioria em respondê-la. Em face disso, vi a oportunidade para começar a discutir os conceitos da Cinemática que a questão aborda, mas não apresentando os conceitos de forma direta e, sim fazendo com que os alunos interagissem com o aplicativo. Nesse sentido, estou de acordo com Araújo (2002, p. 12), quando afirma que “o *Modellus* vem a facilitar a interação dos estudantes com modelos em tempo real e a análise de múltiplas representações”. O autor supracitado comenta, ainda, que as

representações desses modelos permitem ao aluno observar vários experimentos conceituais simultâneos.

Nessa vertente, no qual o estudante tem a possibilidade de observar por meio da representação de um modelo, múltiplos conceitos, fiz a seguinte inferência sobre a simulação: *“Deslocamento em função da distância percorrida: **Observando a execução da animação, qual é a posição inicial do atleta?**”* As respostas dos alunos **Ae8** e **Ae15** resumem o que a maioria respondeu:

Ae8: *Posição zero, pois não correu nada.*

Ae15: *No início o atleta ainda não entrou em movimento, então ele sai da posição zero.*

Em seguida, relatei à turma que esta resposta não estava de acordo com a animação, razão pela qual pedi novamente que eles executassem, porém, desta vez, solicitei que fizessem anotações em seus cadernos das informações que estavam presentes na imagem de fundo da animação. Em seguida, refiz a pergunta anterior: **“Qual é a posição inicial do atleta?”** O aluno **Ae6** disse: *“Professor! Entendi que a posição inicial é de 100 metros”*. Perguntei nesse momento como ele havia chegado a essa conclusão. Em resposta, ele disse: *“Olhei a imagem que tinha um valor de 100 metros, então como o atleta está saindo dali, aquela é a posição de início”*.

Continuando, perguntei: *“Certo, agora que já observaram a posição inicial do atleta, qual é a sua posição final?”* O aluno **Ae19** disse: *“Ele parou seu movimento em 800 metros, então, acho que essa é a posição final”*. Questionei a turma se todos estavam de acordo com essa resposta. Todos concordaram.

Na sequência, solicitei que respondessem a questão um, que solicitava o seguinte: calcule o deslocamento do atleta. Todos os dezenove alunos representaram matematicamente o deslocamento do atleta da animação. Na Figura 16, está a representação matemática do deslocamento que o aluno **Ae14** elaborou.

Figura 16 - Representação matemática do deslocamento do aluno Ae14

1. Calcule o deslocamento do atleta (ΔS).

$$\Delta S = S - S_i$$

$$\Delta S = 800_m - 400_m = 400_m$$

$$\Delta S = 700_m$$

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Em seguida, elaborei a pergunta à turma: **“Agora que vocês já conseguiram representar matematicamente o deslocamento do atleta, definam então o conceito de deslocamento”**. Apresento algumas respostas dos alunos:

Ae1: É a distância que o atleta faz de um lugar para outro.

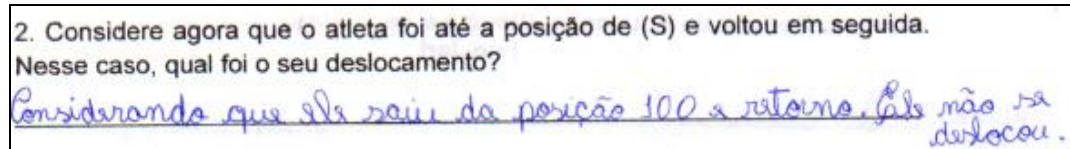
Ae6: No deslocamento é quando o atleta sai de uma posição e vai até outra.

Ae13: O deslocamento é o resultado da diferença entre a posição inicial e do ponto final.

Ae19: Deslocamento é o valor da distância que o atleta correu no caminho.

O objetivo dessa questão era possibilitar que os alunos compreendessem que “o deslocamento de um corpo é determinado pela distância efetiva em que ele move, como também pela direção orientada associada ao seu movimento” (ALONSO; FINN, 2004, p. 31). Para isso, considera-se a diferença de posição inicial e final. Dessa forma, para verificar se o objetivo foi alcançado, formulei a segunda questão: Considere agora que o atleta foi até a posição final **[S]** e retornou em seguida. **Neste caso, qual foi o deslocamento do atleta?** Dos dezenove alunos, dezessete relataram que o deslocamento do atleta foi zero. De fato, a animação mostra que o atleta sai de uma posição e retorna à mesma posição de origem. Não há deslocamento, haja vista que o **deslocamento** é a medida da linha reta que une a posição inicial e a posição final, sendo que o seu valor só depende dessas posições, não dependendo da trajetória.

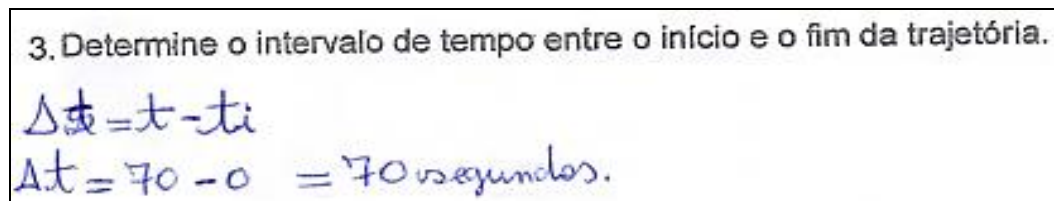
Figura 17 - Resposta do aluno Ae3



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Na continuidade da atividade, eles responderam sem maiores dificuldades a questão três. Nessa, os alunos tinham que determinar o intervalo de tempo entre o início e fim do movimento do atleta da animação. Dos dezenove alunos, dezesseis apresentaram a resposta por meio de representações matemáticas, fazendo a diferença entre tempo inicial e final do trajeto do atleta da animação. Três alunos responderam por meio de texto suas repostas, sem a representação matemática, respostas que também estavam corretas. A Figura 18 mostra a representação matemática do intervalo de tempo do aluno **Ae7**.

Figura 18 - Representação matemática do intervalo de tempo do aluno Ae7



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

O objetivo dessa questão foi possibilitar aos alunos a compreensão de que “intervalo de tempo” é definido pela diferença entre duas medidas de tempo retiradas instantaneamente durante o percurso de um objeto. Pude verificar que houve a compreensão dos alunos, pois todos apresentaram respostas coerentes.

Na sequência, na questão quatro abordei o conceito de distância percorrida. Para isso, elaborei a seguinte pergunta: “observa-se na animação que o atleta sai da posição de início e vai até a posição final. **Nessa situação, qual foi a distância que ele percorreu na ida**”? O aluno Ae15 disse: “Professor ele sai da posição de 100 metros e vai até 800 metros”. Em vista da resposta dada, confirmei: “É exatamente isso que está representado quando se executa a animação, mas qual é a distância?” O aluno respondeu: “Ah! Professor! É a mesma do deslocamento 700 metros”. Nesse momento, o aluno Ae9 disse: “Acho que o atleta não percorreu 700 metros”.

Então entrevi e perguntei: “*Por que você acha que a resposta não é 700 metros?*” Ele respondeu: “*Vejo que na animação o atleta sai da posição de cem metros e chega à posição de oitocentos metros, então ele correu oitocentos metros*”. Nesse momento, estendi a pergunta para turma: “**Quem tem outro resultado para a distância que o atleta percorreu?**” Nenhum outro aluno se manifestou em relação à pergunta, razão pela qual pedi que executassem a animação observando, agora, a janela “tabela do modelo”. O aluno Ae15 confirmou sua resposta: “*Professor! Observo que a distância mostrada na “tabela do modelo” é mesmo setecentos metros*”. Observei nesse momento que eles já estavam compreendendo o conceito de distância percorrida, razão pela qual solicitei que respondessem a seguinte questão: **Calcule a distância percorrida pelo atleta no trajeto de ida e volta.** Assim, dos dezenove alunos, treze apresentaram respostas por meio da representação matemática [$d = \Delta S_{\text{ida}} + \Delta S_{\text{volta}}$], na qual somaram o deslocamento na ida com o deslocamento na volta. Dos alunos restantes, seis optaram por apresentar a resposta por meio de texto. Apresento as respostas do aluno Ae11, que respondeu em forma de texto, e a do aluno Ae14, que respondeu a questão por representação matemática.

Figura 19 - Resposta dos alunos Ae11e Ae14 respectivamente

4. Calcule a distância percorrida (d) do atleta na ida e na volta nessa trajetória.
A distância percorrida do atleta na ida e na volta 700 + 700 = 1400 m.

4. Calcule a distância percorrida (d) do atleta na ida e na volta nessa trajetória.
 $d = \Delta S_1 + \Delta S_2$
 $d = 700 + 700 = 1400 \text{ m}$

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

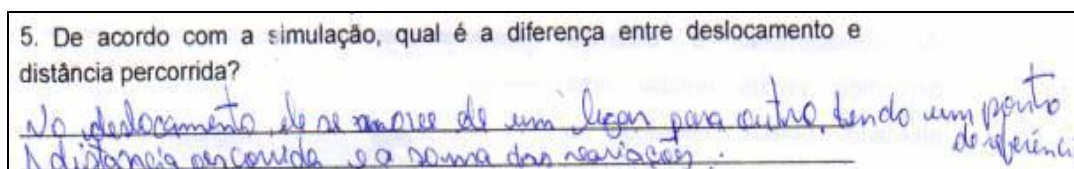
Após a abordagem dos conceitos de deslocamento e distância percorrida nas quatro primeiras questões, elaborei a questão cinco: **De acordo com a simulação, qual é a diferença entre deslocamento e distância percorrida?** O objetivo foi verificar se houve compreensão e, consequentemente, uma possível aprendizagem significativa desses conceitos. O intuito dessa pergunta segue uma sugestão de Ausubel (2003) sobre como verificar as evidências de aprendizagem significativa nos estudantes. Segundo o teórico, quando se solicita ao estudante que diferencie ideias relacionadas e não idênticas, e esse estudante, apresenta resposta “genuína de um conceito ou proposição com significados claros, precisos, diferenciados e

transferíveis” (MOREIRA; MASINI, 2011, p. 24), evidencia-se a ocorrência da aprendizagem significativa no estudante.

Nesse sentido, dos dezenove alunos que participaram dessa atividade, treze mostraram respostas claras, diferenciáveis dos conceitos abordados na atividade. Três respostas foram incompletas e os outros três alunos deram respostas confusas. Moreira e Masini (2002) afirmam que aprendizagem significativa acontece, quando modificações relevantes nos atributos da estrutura cognitiva do aprendiz acontecem pela mediação pedagógica ou através de objetos de aprendizagem potencialmente significativos, que favoreçam a interação do conhecimento existente com o novo conhecimento a ser aprendido.

Desse modo, considero que com treze alunos ocorreram evidências de aprendizagem dos conceitos de deslocamento e distância percorrida. Quanto ao restante, notei que o uso do modelo reestruturou ou modificou a forma como esses conceitos se apresentavam na sua estrutura cognitiva. Isso possibilita a aquisição de novos significados a partir dos já aprendidos. Apresento na Figura 20 a resposta do aluno Ae16 e, em seguida, as respostas de outros alunos.

Figura 20 - Resposta do aluno Ae16



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Ae2- Quando o atleta sai de uma posição de início e para em outra posição. Então se mede a distância entre as posições para encontrar o deslocamento. Quando soma a distância da ida e na volta temos o quanto o atleta percorreu.

Ae3- O deslocamento é quando a pessoa se move de um lugar para outro aí é só calcular a distância. Distância percorrida soma o quanto ele (atleta) corre.

Ae10- A diferença é porque o deslocamento considera o início e o final do percurso já na distância percorrida somasse tudo que ele anda.

Ae11- Deslocamento é quando o atleta desloca-se de um lugar para outro e a distância percorrida é o que o atleta percorre.

Ae15- *No deslocamento o atleta se afastou da posição de início e vai até outro lugar então é só medir o quanto ele se afastou do início isso é deslocamento. Distância percorrida o que ele andou.*

Ae19- *Deslocamento é valor da distância em relação a um ponto de referência inicial. Distância é o total do deslocamento no percurso.*

Dando seguimento, no término da atividade, pedi aos alunos que escrevessem sobre as suas dificuldades durante a realização da atividade. No quadro 4, exponho algumas respostas dos alunos que se configuram em algumas evidências de aprendizagem.

Quadro 4 - Evidências de aprendizagem durante a atividade

Alunos	Relatos dos alunos
Ae1	- A aula no computador foi bem interessante, aprendi sozinho o assunto utilizando a imagem. Eu achei bem legal a atividade, facilitou o entendimento até porque quando o professor explicou o programa fica fácil de aprender com ele. A atividade foi fácil, entendi o procedimento e fiz na “maior”.
Ae2	- O software Modellus facilitou muito não tive dificuldade. Ela parecia difícil no início, mas o programa ajudou a entender tudo. Esse novo software é muito bom para resolver os problemas basta ver as respostas no gráfico e tabela. Pude mudar valores e observar o que acontecia.
Ae3	- Aprendi que o deslocamento da variação de duas e a distância é quanto a pessoa efetivamente andou. Trabalhar com o programa tudo ficou mais fácil de ver e perceber situações dos problemas então fiz atividade sem muitas dificuldades.
Ae5	- Achei que não ia conseguir acompanhar meus colegas na atividade já que não sei muito de computador, mas no final achei bacana porque pude me aprofundar no estudo da Física e entender as fórmulas.
Ae6	- A atividade é muito boa e mais prática que na sala que estava um pouco chato lá, e o software é bem legal de estudar com ele.
Ae7	- Com o software Modellus é tudo mais fácil, a simulação mostra, então é só interagir com a animação e encontrar as respostas. Tirei as minhas dúvidas que ainda tinha do assunto, foi ótima a atividade.
Ae8	- Muito legal, porque na aula da sala não tinha entendido o assunto ainda então consegui agora no laboratório. Achei a atividade interessante porque pude entender melhor os tipos de trajetórias, movimento no gráfico da simulação.
Ae11	- A atividade foi ótima, não tive dificuldade, vi que o deslocamento é quando os corpos se movem entre duas posições. Com a atividade foi fácil olhar o que estava acontecendo.
Ae12	- Achei bom usar a simulação para me ajudar a entender, pois é mais legal a gente vendo uma situação onde tem imagem fazendo a gente pensa para encontrar a resposta. Gostei muito!
Ae16	- Muito interessante, pois aprendendo mais sobre o assunto de forma que ele tornou-se prazeroso. Essa simulação me ajudou bastante a compreender o assunto de uma forma melhor e legal.
Ae17	- Bom, o software Modellus é uma grande descoberta. Facilitou-me entendimento com esta simulação e as questões foram fáceis de resolver. - Gostei bastante porque normalmente sou muito lenta para entender os assuntos da Física e com o programa foi mais fácil.

Fonte: Relatório da atividade1 do pesquisador, 2014.

Pela fala, percebi que a atividade de animação, ou seja, a imagem do que estava acontecendo, auxiliou os alunos na compreensão dos conceitos de deslocamento e de distância percorrida. Respostas como as apresentadas pelos alunos Ae1, Ae5 e Ae6 (Quadro 4) evidenciam o quanto um enfoque metodológico diferente no ensino favorece o aprendizado, bem como aguça o interesse dos alunos em aprender.

Assim, dando continuidade ao processamento metodológico da pesquisa, apresento, na sequência, as análises e resultados encontrados na atividade dois. Nesta atividade, abordei os conceitos de velocidade escalar média e aceleração escalar.

4.4.3. Atividade 2 - Velocidade escalar média e aceleração escalar

Na semana seguinte, teve início a atividade 2 (APÊNDICE F). O objetivo foi possibilitar aos alunos o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas por meio da interação da animação proposta no *software Modellus* e, por consequência, possibilitar a compreensão dos conceitos de Velocidade escalar média e Aceleração escalar média por meio da interação com a ferramenta.

Inicialmente, a atividade estava prevista para ter duração de duas horas-aula, que foram estendidas para quatro horas-aula, as quais ocorreram no mesmo dia, devido à necessidade de se aprofundar os conceitos tratados. Dessa forma, igualmente à atividade anterior, pedi aos alunos a execução da atividade: *Modelo 02 - Velocidade escalar média e a aceleração escalar média*. Nela os alunos foram orientados a solucionar as questões propostas na *janela nota* da ferramenta. Além disso, na área principal do *software*, os alunos também encontraram os parâmetros necessários para interagir com a ferramenta.

Nas duas primeiras horas-aula, deixei os alunos livres para explorarem a atividade. Nesse momento, observei as atitudes dos alunos ao interagirem com a ferramenta, utilizando-a constantemente e fazendo anotações. Das atitudes

observadas, notei a troca de informações entre alunos e a ajuda mútua entre eles para solucionarem as questões propostas na atividade.

A questão um da atividade foi subdividida em quadro itens, sendo que no primeiro abordei os conceitos de deslocamento e trajetória já tratados na atividade um e no segundo item abordei o *tempo de trajetória*. No terceiro item, aprofundei o conteúdo, abordando o conceito de velocidade escalar média. Em seguida, no quarto item, indaguei os alunos sobre o que acontecia com a velocidade do móvel com a mudança de sentido do movimento. O objetivo desse último item foi iniciar a introdução da classificação dos movimentos quanto ao seu sentido, assunto discutido nas duas questões seguintes.

Dessa forma, solicitei aos alunos que apresentassem a resposta. Os resultados mostram que dezessete alunos solucionaram a questão corretamente e dois não apresentaram uma justificativa no item quatro. Na Figura 21, mostro a solução da questão do aluno Ae16.

Figura 21 - Resposta apresentada do aluno Ae16

a) Qual o deslocamento na trajetória completa do carro?

$$\Delta S = 700\text{m}$$

b) Quanto tempo ele levou na trajetória completa?

$$\Delta t = 70\text{s}$$

c) Qual a Velocidade Escalar Média do trecho de ida e no trecho de volta?

$$V_m: \Delta S / \Delta t = 700 / 70 = 10\text{m/s} \text{ na ida} \quad / \quad -700 / 70 = -10\text{m/s} \text{ na volta.}$$

d) Considerando a velocidade na volta, houve alteração com a mudança do sentido do movimento? Justifique.

Não, pois na volta o valor mudou para negativo, então o resultado foi negativo na volta, mas não mudou o resultado, na hora da alteração.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Analisando os itens “a” e “b” da questão dessa atividade, pude verificar que os alunos não tiveram dificuldades em resolvê-los. No que se refere ao item “c”, quatorze alunos conseguiram solucioná-lo pelo simples cálculo de substituição de

termos utilizando a fórmula de velocidade média $[V_m = \Delta s / \Delta t]$ e três apresentaram a resposta na forma de texto.

Na sequência, os alunos interagiram com a animação para solucionarem as questões dois e três. Dessa forma, solicitei que executassem a animação observando a variável tempo $[t]$ e posição $[s]$ na ida e na volta do móvel mostrada na janela principal do modelo. Em seguida, pedi que classificassem o movimento do móvel na ida e na volta quanto ao sentido do movimento. Todos os dezenove alunos classificaram corretamente o movimento, contudo somente dois alunos não justificaram o movimento. Vale ressaltar que, na ida, o móvel possui na animação movimento progressivo, pois sua distância aumenta em relação ao referencial ao longo do tempo. Já na volta, o movimento é retrógrado, pois a distância em relação ao referencial diminui com o passar do tempo. Apresento, na Figura 22, a resposta do aluno Ae1.

Figura 22 - Resposta apresentada pelo aluno Ae1

2. Quanto ao sentido movimento apresentado na animação. Como se classifica o movimento na ida? Justifique?

*A distância aumenta ao longo do tempo
Movimento Uniforme progressivo*

3. Quanto ao sentido movimento apresentado na animação. Como se classifica o movimento na volta? Justifique?

*Movimento do tipo Uniforme retrógrado
ou distância diminui ao longo do tempo.*

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Nessas duas questões, considerei que a situação mostrada na animação possibilitou que os alunos “compreendessem” os conceitos. Assim, as verbalizações apresentadas nas questões indicam a existência de elementos notórios da compreensão dos significados abordados. Nesse contexto, Moreira (2011a) enfatiza que na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), uma maneira de observar evidências da aprendizagem é quando os alunos são postos em uma situação de aprendizagem e eles mostram a capacidade de verbalizar as ideias.

Segundo o teórico, isso acontece no momento em que os estudantes possuem significados claros, precisos e diferenciados nas suas estruturas cognitivas.

Na sequência da atividade, na questão quatro, os alunos observaram a animação para determinarem o tempo de percurso em uma trajetória completa, bem como a distância percorrida pelo móvel, ou seja, indo da posição de referência inicial e retornando a esta mesma posição. Nessa questão, os alunos poderiam alterar a velocidade do móvel por meio do indicador de nível¹⁰ no modelo. Pedi, então, que explorassem a animação alterando os valores de velocidade. Em seguida, formulei a seguinte pergunta: **“O que aconteceu quando vocês aumentaram a velocidade no móvel?”** O aluno Ae11 disse: *“Observei que o carro percorreu mais rápido a distância”*. Ae6 disse: *“O tempo no percurso alterou diminuindo o valor quando eu aumentei a velocidade”*. Ae7 afirmou que *“O indicador de aceleração não mexeu, ficou do mesmo jeito”*. Ae17 disse que *“O tempo diminui quando a velocidade aumenta”*.

Continuando, solicitei que os alunos respondessem a questão quatro da atividade. No momento que estavam respondendo a questão, percebi que alguns alunos utilizaram o tempo somente da ida como sendo o tempo do trajeto completo. Diante disso, senti a necessidade de realizar a orientação: **“Observem que a questão está pedindo que você represente o tempo em um percurso de ida e volta. Nessa situação, qual o tempo representado na animação?”** O aluno Ae3 disse: *“Eu somei o tempo no percurso de ida e volta, então deu 28 segundos quando usei a velocidade de 50 m/s”*. Após minha intervenção, todos os alunos conseguiram representar as repostas corretas, ou seja, vinte e oito segundos para uma distância percorrida pelo móvel de mil e quatrocentos metros considerando a Velocidade Média Escalar de cinquenta metros por segundo. Percebi, então, que algumas vezes os alunos não atentam para a interpretação da situação-problema e isso leva a erros que poderiam se evitados. Para Costa e Moreira (2001, p. 265-266),

A compreensão de enunciado depende de diversas variáveis dentre as quais destacamos a questão das representações: o enunciado é uma representação externa, uma descrição linguística que pode ou não ser

¹⁰ O indicador de nível do *Software Modellus* é um botão encontrado dentro do menu **Objeto**. Com ele é possível realizar variações de valores dos componentes (velocidade, aceleração) estudados.

acompanhada por representações pictórica (gráficos, figuras) de uma situação Física modelada. O sujeito deve, portando, ser capaz de dar significado à representação externa do problema, mas para isso ele necessita representá-la também internamente, ou seja, mentalmente, através de imagens, proposições.

Prosseguindo com a atividade, os alunos partiram para a resolução da questão cinco. Utilizei essa questão para abordar, novamente, o conceito de velocidade média escalar, bem como o de aceleração escalar. A partir da interação com a ferramenta nas questões anteriores e, a partir disso, esperando que os alunos já possuíssem conhecimentos necessários para a compreensão desse conceito, solicitei que fizessem as alterações propostas na questão e, em seguida, apresentassem suas respostas. A Figura 23 mostra esse momento.

Figura 23 - Alunos calculando a velocidade escalar média e a aceleração escalar do móvel



Fonte: Dados da pesquisa, 2014

Assim, dos dezenove alunos da prática, dezesseis apresentaram respostas corretas a essas questões. Nas suas resoluções, notei a utilização da fórmula de Velocidade Média [$V_m = \Delta S / T$] e Aceleração Escalar [$a = \Delta V / T$]. Os outros três alunos Ae5, Ae7 e Ae15 não responderam as questões. Perguntei o aluno Ae5 o motivo da não resolução dessa questão, o qual retratou: “Encontrei a resposta, mas não sei resolver, pois esqueci a fórmula, então não fiz”.

Novamente compartilho da hipótese levantada por Veit e Teodoro (2002). Segundo os autores, os alunos consideram a Física uma disciplina difícil, pois precisam memorizar fórmulas que para eles muitas vezes não apresentam sentido. Assim, observando essa dificuldade dos alunos em manipular as fórmulas, decidi apresentá-las na área principal da animação da situação-problema proposta na atividade, pois o objetivo da atividade era possibilitar aos alunos que entendessem os conceitos de Velocidade média e Aceleração. Dessa forma, auxiliei-os a solucionar as questões utilizando a animação e, em seguida, com o uso das fórmulas. Apresento na Figura 24 a resolução do aluno Ae3 nas questões quatro, cinco e seis.

Figura 24 - Resolução das questões do aluno Ae3.

4. Considere que ele foi até a posição final especificada na placa e retornou à posição inicial desenvolvendo uma velocidade escalar média nos dois trechos de 20 m/s. Quanto tempo ele demorou?

$$\Delta S = 1400 \text{ m}$$

$$v_m = 20 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 70 \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v_m} = 1400 \div 20 = 70 \text{ s}$$

5. Considere que o móvel faça o percurso de ida e volta em 7 segundos. Calcule a sua velocidade Média.

$$\Delta t = 7$$

$$v_m = \Delta S / \Delta t$$

$$700 \div 7 = 100 \text{ m/s}$$

6. Considere a Velocidade Escalar Média de 20 m/s determine a aceleração média escalar. (**Dica:** utilize o intervalo de tempo da questão cinco).

$$v_m = 20 \text{ m/s}$$

$$a = \Delta v / \Delta t$$

$$20 \div 70 = 0,2 \text{ m/s}^2$$

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Em seguida, comecei a questionar os alunos para verificar as evidências de aprendizagem dos conceitos abordados. Elaborei a seguinte pergunta: “**A partir das questões respondidas da atividade, como vocês poderiam conceituar velocidade escalar média e aceleração escalar média?**” Apresento as três respostas levantadas sobre esses conceitos.

Ae3- Professor! Entendo que a velocidade é quando dividimos a distância do móvel pelo tempo do trajeto.

Ae12- Encontrei a aceleração quando dividimos a velocidade do móvel pelo tempo.

Ae16- A velocidade e aceleração dependem do tempo do carro.

Apesar de poucos alunos se manifestarem nesse momento, evidencio que o objetivo da atividade foi alcançado, pois notei indícios da progressão de conhecimentos durante o desenvolvimento da atividade, bem como a partir das respostas apresentadas na atividade. Houve a troca de significados entre autor deste trabalho e os alunos. Nessa ideia, Moreira (2011a) comenta que a aprendizagem significativa tem grande potencial para ser facilitada quando acontece o intercâmbio, a negociação de significados no qual coloca o professor como mediador dos processos de ensino e de aprendizagem.

Assim, dando continuidade ao procedimento metodológico da pesquisa, apresento, na sequência, as análises e resultados encontrados na atividade três. Nesta atividade, abordei os conceitos Movimento Retilíneo Uniforme.

4.4.4 Atividade 3 - Movimento com velocidade Constante

Nesta atividade, abordei com os estudantes conceitos relacionados a movimentos com velocidade constante, ou seja, o MRU (APÊNDICE G). A atividade foi dividida em dois momentos, sendo que, no primeiro momento, abordei com os alunos a exploração do *Modelo 03 - Função Horária da Posição_mru_1. Mdl*. Em seguida, no segundo momento, os alunos foram desafiados a responder uma situação-problema. Sugeri que confirmassem suas respostas utilizando o *Modelo 03 - Função Horária da Posição_MRU_2.mdl*.

Na quarta semana do tratamento pedagógico da pesquisa, a atividade iniciou-se com dezesseis alunos do grupo experimental, ou seja, dos dezenove alunos do grupo, três faltaram a esse encontro, a saber: Ae5, Ae15 e Ae17. Ao consultá-los por telefone, fui informado pelo responsável do Ae5 que ele se encontrava enfermo; Ae15 alegou não ter como ir naquele dia ao instituto, por falta de recursos financeiros; e o Ae17 disse que teve de ficar em casa para cuidar dos seus irmãos,

pois sua mãe tinha saído para se cadastrar no programa de assistência do governo federal.

Dessa forma, com dezesseis alunos presentes, iniciei o tratamento metodológico da pesquisa. E, igualmente à descrição da última atividade, deixei os alunos explorarem a animação livremente durante duas horas-aula. Entendo que esse momento propicia no estudante o despertar de sua curiosidade, bem como desenvolve a capacidade de reflexão sobre a animação apresentada, além de possibilitar a troca de informações entre os próprios alunos sobre a atividade. Após esse momento, solicitei ao grupo que respondesse as questões referentes à atividade. As questões trouxeram indagações relacionadas à animação que leva os alunos a interagirem ativamente com a ferramenta

O modelo da primeira parte trouxe dois móveis, os quais possuem velocidades constantes diferentes. Os móveis **Sa** e **Sb** iniciaram os seus movimentos em trajetória reta simultaneamente, contudo, o móvel **Sb** estava cento e cinquenta metros à frente. As velocidades constantes, nesse momento, eram para **Sa** de vinte metros por segundo e para o móvel **Sb** dezoito metros por segundo.

Uma das dificuldades que notei durante os anos em que lecionei foi que no momento que os alunos são submetidos a situações-problemas que envolvem encontro de móveis no MRU, a maioria não consegue relacionar “posições iguais” entre os móveis da situação. Assim, com o intuito de explorar essa dificuldade, solicitei aos alunos que respondessem a primeira pergunta, sendo que, dos dezesseis alunos participantes, quatorze conseguiram determinar o instante de encontro representado na animação, qual seja, 75 segundos.

Em seguida, com o objetivo de mostrar que nesse instante os móveis estão lado a lado na mesma posição, elaborei a seguinte pergunta: “**No instante que observaram que o móvel Sa ultrapassa o móvel Sb, qual a distância que Sb já percorreu?**” Em geral, os alunos relataram que esse móvel percorreu 1350 metros, pois não saíram juntos da mesma posição. Então, perguntei à turma como conseguiram chegar a esse resultado. O aluno Ae3 pediu para responder, dizendo: “foi fácil professor eu só multipliquei a velocidade pelo tempo do encontro dos

móveis **Sb** com **Sa** e deu o resultado. Nesse momento, solicitei ao aluno que fizesse o cálculo que pensou, sendo que, para isso, entreguei-lhe uma folha de papel em branco. Na Figura 25 apresento o cálculo do Ae3.

Figura 25 - Cálculo apresentado pelo aluno a Ae3

$$\begin{array}{r}
 \textcircled{9B} \\
 75 \\
 \times 18 \\
 \hline
 600 \\
 1500 \\
 \hline
 13500
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \textcircled{SA} \\
 75 \\
 \times 20 \\
 \hline
 00 \\
 150 \\
 \hline
 1500
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1500 \\
 - 150 \\
 \hline
 1350
 \end{array}
 \text{ metros na frente}$$

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Em muitas situações-problema da Cinemática escalar que abordam o conceito de Velocidade Escalar Relativa (VER), percebo que a principal dificuldade dos alunos está relacionada à compreensão dos movimentos de aproximação e ou afastamento entre dois móveis.

Silva e Filho (2010) conceituam a Velocidade Escalar Relativa de aproximação ou afastamento entre dois “corpos” como sendo o módulo da diferença entre as velocidades escalares entre eles móveis $[V_r = V_1 - V_2]$. Dessa forma, na segunda questão, abordei esse conceito. Assim, com relação a essa questão, os alunos levaram certo tempo para apresentarem a resposta, mas em geral, notei que estavam refletindo acerca da situação. Na sequência, apresentaram resposta de acordo com a animação, ou seja, velocidade de dois metros por segundo. Analiso, assim, que, ao estimular os alunos a pensarem sobre a situação posta na animação, promovi compreensão do caso.

Nesse sentido, percebo que o professor, quando necessário, deve adequar sua proposta pedagógica ao objetivo que pretende alcançar dentro do conteúdo abordado, como evidencia Faria (2004, p. 6):

[...] importância do papel do professor: ser insubstituível, mesmo com o uso da mais moderna tecnologia, sua função é a de organizar o ambiente de aprendizagem, escolher os recursos e *softwares*, realizar a intervenção pedagógica, quando necessária, reorganizar as atividades, ou seja, levar à

auto-organização, interagindo, construindo, junto com os alunos, as situações e simulações.

Na sequência, na questão três da atividade, solicitei que seguissem o enunciado para determinar a posição de **Sb** em relação à **Sa**. Em relação a essa pergunta, todos os dezesseis alunos apresentaram respostas corretas. Notei a autonomia deles na interação exploratória da animação para definir as posições dos móveis em relação ao tempo. Nesse sentido, concordo com Faria (2004) quando sugere que os professores devem criar ambientes de ensino e de aprendizagem instigantes que proporcionem oportunidades para os alunos interagirem com autonomia para resolver problemas.

Na pretensão de por o aluno diante de situação-problema, na quarta questão da atividade, propus um caso para fazê-los refletir. Nessa situação, eles tiveram de ativar os conhecimentos já discutidos em situações anteriores, bem como interligar a ideia à nova informação. Assim, na situação levantada, os dezesseis alunos relataram, em resumo, que os móveis não se encontram, pois as posições de saída não eram as mesmas. De fato, na animação, as posições de início já discutidas na questão um entre os dois móveis é de 150 metros, o que impossibilita a paridade de suas posições.

Nessa mesma vertente, nas questões cinco, seis e sete, abordei uma situação-problema com o intuito de reforçar as ideias conceituais versadas anteriormente. Solicitei que alterassem as velocidades dos móveis utilizando o indicador de nível presente na área principal do modelo. O objetivo era possibilitar que os alunos percebessem que quando se alteram as velocidades para mais ou para menos, o instante de encontro e a posição da sua ocorrência também mudam. Para a questão cinco, todos os dezesseis alunos conseguiram encontrar o “novo” instante de encontro entre os móveis nas velocidades sugeridas. Na sexta questão, as respostas justificadas, em síntese, discorrem sobre o fato de as velocidades terem aumentado e, como consequência, o tempo de encontro ter diminuído entre os móveis. Na sétima questão, dezesseis alunos não apresentaram dificuldades em entender quanto ocorria à Velocidade Escalar Relativa de aproximação. Na Figura 26, apresento as respostas a estas questões do aluno Ae10.

Figura 26 - Resposta do aluno Ae10 à situação-problema levantada no modelo.

5) Com o indicador de nível do *Modellus*, altere as velocidades para 25 m/s avião (Sb) e 40m/s o fusca (Sa). Qual foi agora o instante que aconteceu a ultrapassagem?

O momento da ultrapassagem foi em 10 s. SA=400 m

6) A posição de encontro foi maior ou menor que o instante encontrado na questão um. Justifique.

Foi menor, porque a velocidade aumentou, aumenta a velocidade diminui o tempo...

7) Calcule a velocidade de aproximação entre os moveis?

A velocidade de aproximação é 15 m/s
Ele só alcança o avião porque a sua velocidade é maior 15 m/s

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

No término da primeira parte dessa atividade, submeti os alunos a uma testagem de compreensão em relação aos conceitos abordados. Moreira (2011a) destaca que, para que o teste de compreensão tenha validade, este teste devem ser no mínimo fraseados de forma diferente daquele abordado no material instrucional. Nesse sentido, submeti os alunos a uma situação-problema do MRU para procurar evidências de aprendizagem significativa. Assim, a situação-problema foi a seguinte:

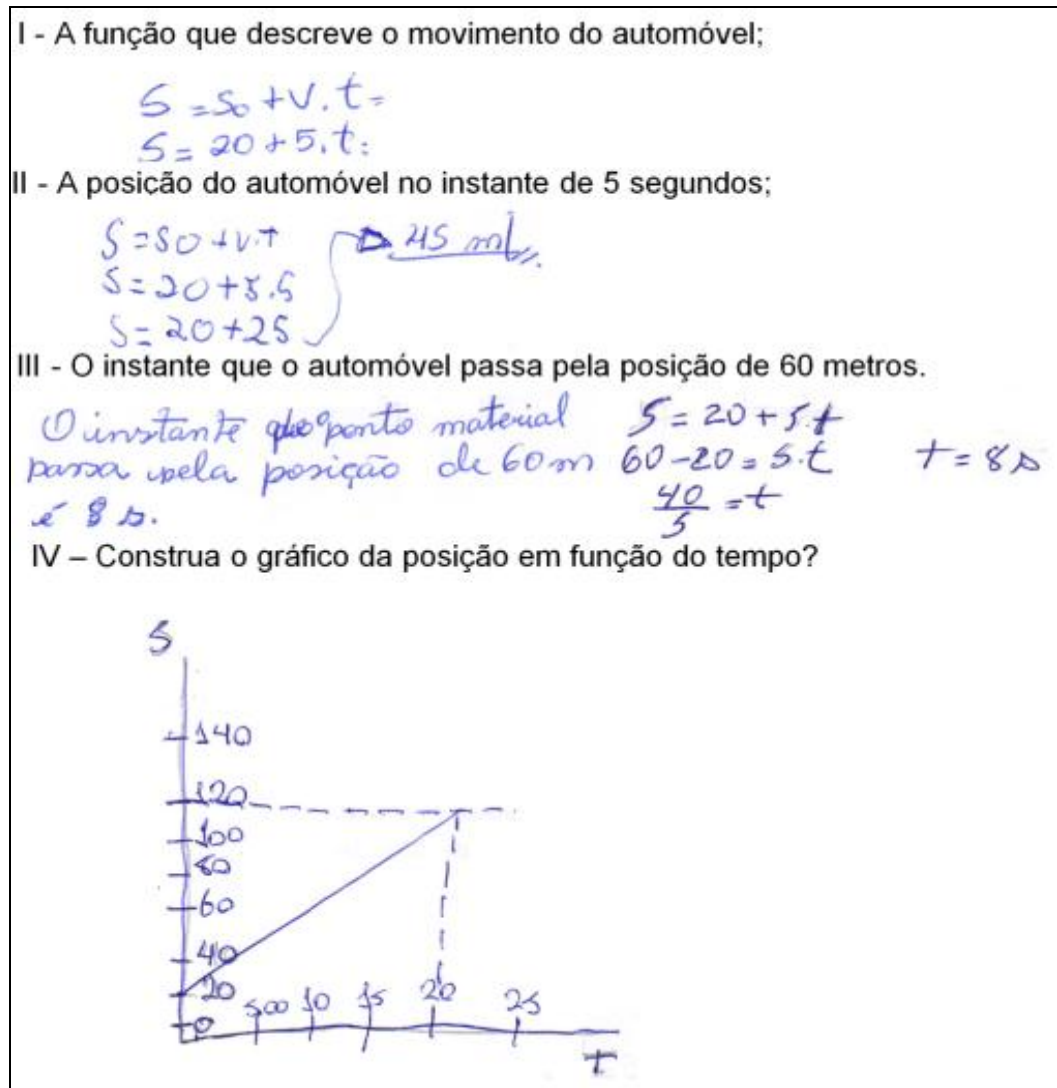
1. Um automóvel se desloca sobre uma trajetória retilínea, partindo da posição inicial de 20 metros e desenvolvendo uma velocidade constante de 5m/s. De acordo com essa informação, determine:

- I - A função que descreve o movimento do automóvel;
- II - A posição do automóvel no instante de 5 segundos;
- III - O instante que o automóvel passa pela posição de 60 metros;
- IV – Construa o gráfico da posição em função do tempo.

Os resultados dessa situação-problema foram: dos dezesseis alunos, dez responderam os quatros itens corretamente. Para isso, utilizaram a fórmula da

posição em função do tempo do MRU, a saber, $[s=s_0 + v.t]$. Quatro alunos responderam os três primeiros itens e os últimos dois conseguiram fazer somente os itens I e II. A Figura 27 mostra a resolução do aluno Ae19 à situação-problema.

Figura 27 – Resolução do aluno Ae19 ao teste de aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Com relação ao item IV da situação-problema, Araujo *et al.*, (2004 p. 1) relatam que “uma das habilidades requeridas para a compreensão de conteúdos da Física é a construção e interpretação de gráficos”. Dessa forma, os resultados indicam que seis alunos podem não ter tido a concepção necessária para a realização da atividade, pois não exibiram a construção do gráfico. Diante dessa situação, pedi que os alunos explorassem a simulação: *Modelo 03 - Função Horária da posição_mru_2.mdl*, observando o gráfico gerado da animação. Araujo e Veit

(2008) apontam como um dos pontos fortes do *Modellus* sua aparência, a interação com os objetos e a simultaneidade do traçado dos gráficos criado em tempo real. Assim, espera-se que esses alunos consigam interpretar e construir gráficos do MRU em situações-problema de Cinemática a que forem submetidos no futuro.

Continuando o tratamento metodológico dado aos alunos do grupo experimental, apresento, na sequência, resultados encontrados na atividade quatro. Nesta atividade, abordei os conceitos presentes no MRUV.

4.4.5 Atividade 4 - Movimento com velocidade Variável

Na quinta semana de abordagem metodológica, utilizando o *software Modellus* como ferramenta facilitadora de ensino e de aprendizagem da Cinemática escalar, abordei os conceitos e modelos do MRUV por meio da simulação: *Modelo 05 - Função horária da posição (M.R.U.V).mdl*. Nessa atividade, o objetivo pretendido está em consonância com Silva e Zanon (2002) quando destacam que o desafio está em ajudar o aprendiz a se apropriar de conceitos e modelos, sobretudo fazer que reconheça seus domínios de aplicabilidade. Para isso, segundo os autores, torna-se essencial a intervenção do professor que fornecerá ao aluno as ferramentas necessárias de apropriação do conhecimento.

Com o desafio de ajudar os alunos a desenvolverem conceitos relacionados aos fenômenos associados à Cinemática escalar, solicitei aos estudantes do grupo experimental que explorassem a quarta atividade proposta. Nesta semana, todos os alunos do grupo participaram da atividade, assim como nas três anteriores. Deixei-os à vontade para explorar o modelo proposto durante duas horas-aula. Em seguida, solicitei que, por meio da animação, respondessem as perguntas referentes à atividade.

O modelo proposto nessa atividade apresenta dois móveis que se movem, inicialmente, em sentidos opostos e, após um dado instante, um deles altera o sentido de movimento subitamente. Dessa forma, as perguntas versaram sobre as observações do movimento simultâneo dos dois objetos do modelo.

Na primeira pergunta, os alunos foram indagados sobre o tipo de movimento a que o móvel **Sa** da animação estava submetido, considerando o sentido de seu movimento. Assim, para essa pergunta, as respostas de dezoito alunos referiam-se a movimento uniforme e a resposta de um aluno relatou que o móvel encontrava-se em movimento progressivo uniforme. Então, a partir de suas afirmações, elaborei a seguinte pergunta. **“Em que fundamento baseia-se essa afirmação?”** O aluno Ae1 disse: *“Professor, a velocidade do Sa é 10.06 m/s, não é? Eu vi no gráfico da velocidade que tá aqui no programa, então o movimento é uniforme porque tem velocidade constante”*. Em seguida, perguntei se todos tinham percebido exatamente o que relatou o aluno Ae1. Eles confirmaram que sim.

Apesar de as respostas dos dezenove alunos estarem corretas quanto à classificação do movimento do móvel **Sa**, somente o aluno Ae17 respondeu a pergunta considerando o sentido da trajetória (progressivo) que o móvel realizou na animação. Diante disso, pedi que lessem novamente o enunciado da questão e observassem o movimento do móvel quanto ao sentido do deslocamento. Em seguida elaborei a pergunta: **“O que está acontecendo com a distância desse móvel com o passar do tempo cronometrado?”** O aluno Ae3 comentou: *“Tá aumentando a distância a cada segundo que passa”*. Após esse comentário, fiz a seguinte pergunta: **“Então, que tipo de movimento tem a distância aumentada com o passar do tempo?”** O aluno Ae17 respondeu: *“É o movimento progressivo uniforme”*. Assim, com base na resposta desse aluno, realizei comentários da teoria associados ao conceito de tipo MU, a saber, movimento progressivo e retrógrado.

Na continuidade da atividade, os alunos responderam à pergunta dois. A pergunta referia-se ao movimento do móvel **Sb** do modelo proposto. Para essa questão, todos os dezenove alunos classificaram o seu movimento como uniforme variado. Nesse sentido, nas suas respostas, novamente, apesar de estarem corretas quanto à classificação do movimento, elas não consideraram o sentido do deslocamento do móvel, nem a variação de velocidade ao longo do tempo. No modelo proposto, o móvel **Sb** possui dois movimentos classificados quanto à variação de sua velocidade e quanto ao sentido da trajetória, sendo eles: *movimento*

*retardado retrógrado e movimento acelerado progressivo*¹¹. Dessa forma, explorei conjuntamente com os alunos a animação proposta, mostrando-lhes as diferenças conceituais de cada tipo de movimento apresentado pelo móvel **Sb**. Na Figura 28, apresento esse momento.

Figura 28 - Intervenção do autor durante a realização da atividade 4



Fonte: Do pesquisador, 2014.

Assim, utilizei a simulação como estratégia para auxiliar a compreensão dos conceitos. Nessa vertente, Arantes *et al.*, (2010) afirmam que o uso de demonstrações por meio de simulações de fenômenos pode servir como complemento às aulas expositivas, principalmente em conteúdos se apresentam abstratos para alguns alunos.

Na continuidade, os alunos responderam a questão três. Nessa, os valores das velocidades dos móveis **Sa** e **Sb** foram alterados. Em seguida, os alunos foram indagados sobre o que aconteceu com os móveis após as alterações. Apresento a seguir algumas respostas, enfatizando que, de certa forma, estão dentro do mesmo contexto:

¹¹ Para Alonso e Finn (2004) a aceleração, em geral, varia durante o movimento. Contudo se ela for constante o movimento é classificado como *movimento acelerado ou variado*. Neste caso, se a velocidade aumenta com o tempo em valor absoluto, o movimento é *acelerado* ou *progressivo* se a velocidade decresce com o tempo em valor absoluto, o movimento é dito “retardado”.

Ae10 - Eles se chocaram e o móvel **Sb** depois voltou até a posição de 180 metros.

Ae14 - Eles se chocaram.

Ae15 - Com a alteração os móveis bateram.

Ae16 - Eles se encontraram.

Em seguida, perguntei: **“Qual o tempo de encontro entre os móveis?”** O aluno Ae7 comentou: **“É 19,50 segundos após a sua partida”**, sendo que confirmei que estava correto. Na sequência da questão, pedi que calculassem o tempo de encontro entre os móveis. Nesse momento, percebi a dificuldade de alguns em representar a função horária da posição para o MRUV. Assim, novamente intervi para auxiliá-los nessa tarefa, de modo que as funções foram assim apresentadas, considerando as posições de início mostradas na animação, bem como as velocidades sugeridas na terceira pergunta da atividade:

$$S_a = 10 \times t$$

(1) - móvel **Sa** que está em MRU

$$S_b = 980 - 50 \times t + 0,5 \times t^2$$

(2) – móvel **Sb** que está em MRUV

Em seguida, dos dezenove alunos que participaram dessa atividade, doze conseguiram calcular o tempo de encontro e a posição de encontro. Contudo, permiti que utilizassem a calculadora do computador, haja vista a dificuldade de encontrar os valores da raiz quadrática de números manualmente. Cinco alunos não conseguiram fazer os cálculos do tempo de encontro, mas apresentaram a posição de encontro. O restante dos alunos não respondeu a referida questão. A Figura 29 mostra os cálculos realizados pelo aluno Ae1 do tempo de encontro dos móveis.

Figura 29 - Cálculo do tempo de encontro entre os móveis Sa e Sb do aluno Ae1.

Handwritten work showing the calculation of the meeting time between two objects, Sa and Sb. The equations are as follows:

$$S_b = S_a$$

$$500 - v_b \cdot t + a \cdot t^2 = S_{0a} + v_{0a} \cdot t$$

$$980 - 50,17 \cdot t + 1 \cdot t^2 = 0 + 10,06 \cdot t$$

$$980 - 50,17 \cdot t + 0,5 \cdot t^2 = 10,06 \cdot t$$

$$980 - 50,17 \cdot t - 10,06 \cdot t + 0,5 \cdot t^2 = 0$$

$$980 - 60,23 \cdot t + 0,5 \cdot t^2 = 0$$

$$t = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$t = \frac{60,23 \pm \sqrt{60,23^2 - 4 \cdot 0,5 \cdot 980}}{2 \cdot 0,5}$$

$$t = \frac{60,23 \pm \sqrt{3627,6529 - 1960}}{1}$$

$$t = \frac{60,23 \pm \sqrt{1667,6529}}{1}$$

$$t = \frac{60,23 \pm 40,83}{1}$$

$$t = 60,23 + 40,83 = 101,06$$

$$t = 60,23 - 40,83 = 19,40$$

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

No desenvolvimento das questões quatro e cinco, os alunos não tiveram dificuldades para determinar a posição do móvel **Sb** nas condições e tempo solicitados. Na Figura 30, apresento a resposta do aluno Ae10, alcançada por meio da exploração da atividade.

Figura 30 - Resultado apresentado pelo aluno Ae10

Handwritten student work for two physics questions. The questions and answers are as follows:

4. Considere que a bola (Sb) inicie seu movimento da posição inicial $S_i = 0m$. Qual a sua posição para o tempo de 20s?

$S_b = 800m$

5. Qual a posição que a bola (Sb) tem quando a velocidade for igual à zero?

$S_b = 980m$

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Ainda, no final da atividade, busquei as opiniões dos alunos com relação à atividade desenvolvida.

Apresento algumas das opiniões:

Ae5 - *Eu aprendi muito hoje, consegui aplicar as fórmulas é legal, pois o professor mostrou no programa coisa que não tinha observado.*

Ae7 - *Tive algumas dificuldades nos cálculos no início, mas era porque ainda não tinha entendido, depois consegui entender com a ajuda do professor, então achei a aula muito legal, gostei bastante.*

Ae12 - *Essa última atividade foi bem legal, aprendi mais um pouco da Física, amei a aula.*

Ae13 - *Eu achei muito boa por que eu aprendi coisas novas relacionadas à Física só tive algumas dificuldades nas contas da questão dois.*

Ae16 - *Gostei da atividade do software Modellus, com ele parece que a Física fica mais fácil.*

Ae18 - *Achei a atividade boa, pois pude aprender mais sobre o MRUV.*

Ae19 - *A atividade foi desafiadora, só tive dificuldade na questão dois quando tive que calcular o tempo de encontro dos móveis da simulação.*

Tendo em vista as opiniões dos alunos nessa atividade, pude notar que a exploração do modelo proposto possibilitou a compreensão dos alunos nos conceitos abordados e fez com que vissem a Física como uma disciplina “mais fácil”, além de proporcionar-lhes o desenvolvimento de habilidades na resolução das questões, utilizando as fórmulas, fato notado nas respostas dos alunos A13 e Ae16 mostradas acima.

Dessa forma, ao final das seis semanas de trabalho com o grupo experimental da pesquisa, concluí que ocorreram melhorias na aprendizagem dos alunos nos conceitos abordados nas quatro atividades práticas de exploração propostas por meio das animações, bem como os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver habilidades de resolução dos problemas utilizando as equações características da Cinemática escalar. Esse fato foi comprovado nos resultados comparativos entre os grupos experimental e de controle no pré-teste e pós-teste, através do tratamento metodológico realizado. Assim, na próxima seção apresento esses resultados.

4.5 Análise estatística dos resultados no pré-teste e pós-teste

Para a análise estatística, utilizei o *software BioEsta 5.0*. As equações estatísticas e seus coeficientes se encontram conceituados no anexo E. Entendo que o estudo estatístico pode favorecer resultados analíticos do pré-teste e pós-teste do tratamento metodológico da pesquisa.

Os testes (APÊNDICES I e J) foram aplicados aos alunos do grupo experimental e de controle. Esses testes apresentaram dezoito questões, divididas em dois instrumentos: pré-teste e pós-teste. O pré-teste teve valor máximo de cinco pontos, que foram distribuídos no pré-teste em oito questões que abordaram conceitos de Referencial, Repouso, Trajetória, Deslocamento, Distância percorrida, Velocidade Escalar Média e Movimento Uniforme. Já o pós-teste teve dez questões, com pontuação distribuída em cinco pontos. As questões versaram sobre os seguintes conceitos: Velocidade Relativa, Aceleração Escalar, Estudo de gráfico do MRU e MRUV, bem como os conceitos da Cinemática já abordados no pré-teste.

Os instrumentos (APÊNDICE I e J) já foram usados nos últimos três anos no primeiro bimestre do CTIEM com os alunos ingressantes no IFAP/LJ. Assim, verifiquei que em algumas questões dos testes, os alunos obtinham mais acertos do que em outras. Desse modo, realizei o levantamento das frequências de acertos em cada questão dos testes nos anos anteriores. O intuito foi classificar o nível de dificuldade de resolução embasado nas frequências de acertos. Assim pude atribuir um escore específico no caso de acerto questão. No quadro 5 apresento o valor de cada questão no pré-teste e pós-teste.

Quadro 5 – Demonstrativo do valor de cada questão do pré-teste e pós-teste

PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
Questões	Nota para acerto da questão	Questões	Nota para acerto da questão
1°	0.25	1°	0.25
2°	0.25	2°	0.5
3°	0.50	3°	1.0
4°	0.50	4°	0.5
5°	1.0	5°	0.25
6°	0.50	6°	0.25
7°	1.0	7°	0.25
8°	1.0	8°	1.0
		9°	0.5
		10°	0.5

Fonte: Do pesquisador, 2014.

Com base na distribuição de pontuação (QUADRO 5) realizei a correção do pré-teste e pós-teste dos alunos participantes dessa pesquisa. As notas alcançadas pelos alunos de cada grupo no pré-teste e pós-teste são mostradas na Tabela 7.

Tabela 7 - Notas dos alunos no pré-teste e pós-teste

Grupo Controle			Grupo Experimental		
Cód. aluno	Notas pré-teste	Notas pós-teste	Cód. aluno	Notas pré-teste	Notas pós-teste
AC1	2.25	4.25	AE1	2.50	4.00
AC2	2.00	1.00	AE2	2.00	4.50
AC3	0.50	3.00	AE3	2.00	3.00
AC4	1.25	2.50	AE4	1.50	3.00
AC5	1.50	3.50	AE5	3.25	4.50
AC6	2.25	0.50	AE6	1.00	2.00
AC7	1.00	2.00	AE7	3.00	2.00
AC8	2.00	3.00	AE8	1.00	3.50
AC9	1.00	1.00	AE9	2.00	2.00
AC10	3.00	1.00	AE10	0.50	4.00
AC11	1.00	2.50	AE11	2.00	2.00
AC12	1.00	4.00	AE12	1.25	2.50
AC13	1.00	2.50	AE13	1.00	3.50
AC14	1.00	3.00	AE14	2.00	4.00
AC15	1.00	4.00	AE15	2.00	1.50
AC16	1.00	2.50	AE16	4.50	4.00
AC17	1.00	2.00	AE17	2.00	3.50
AC18	1.00	0.50	AE18	3.00	3.00
AC19	2.00	3.50	AE19	2.00	5.00
AC20	3.00	3.00			
AC21	2.00	3.50			

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Nesse sentido, com as notas de cada grupo no pré-teste, realizei o teste *t de student* para as duas amostras independentes. De acordo com Ayres *et al.* (2007, p. 349) esse teste é “paramétrico para uma amostra ou duas amostras pareadas ou duas amostras independentes, baseados no modelo de distribuição de *Student* e geralmente efetuados quando se desconhece as variâncias paramétricas”. O teste *t de Student* é utilizado para comparar duas amostras de um grupo que são independentes entre si, onde o p-valor tem nível entre $p \leq 0,05$ e $p \geq 0,01$ para análise significativa. Já o valor de *t* calculado para as duas médias amostrais – X_1 e X_2 – em um nível de decisão $\alpha=0.05$.

O objetivo do uso desse teste foi verificar se estes grupos tinham equivalência de desempenho, já que a escolha de cada grupo foi feita aleatoriamente. Assim, era esperado que o desempenho no pré-teste dos grupos fosse semelhante, com pouca variação. Morettin, (2010) define o teste *t* como um teste de hipótese que usa conceitos estatísticos para confirmar hipóteses levantadas (H_0) ou aceitar uma hipótese alternativa (H_a). Já Oliveira (2008) comenta que esse teste é utilizado para amostra (*n*) com número menor 30 ($n < 30$). Nesse sentido, o teste *t* é favorável para a análise de significação do tratamento proposto nesta pesquisa. Oliveira (2008) lista ainda os requisitos para se usar adequadamente esse teste:

1. As comparações feitas pelo teste *t* devem ser escolhidas antes de serem examinados os dados;
2. Podem-se fazer no máximo tantas comparações quantos são os graus de liberdade para tratamentos e os contrastes devem ser ortogonais.

Ao aplicar o teste estatístico para os dados levantados no pré-teste dos grupos, o valor *t* foi de (1.95), sendo que esse valor se configura altamente significativo (H_0), com p-valor (0.05). Rejeita-se, assim, a diferença entre os grupos e se aceita a alternativa (H_a):

H_0 - Há diferenças significativas entre os grupos no pré-teste.

H_a - Não há entre os grupos diferença significativa de desempenho no pré-teste.

Para elencar mais informações acerca dos dois grupos, apresento os dados estatísticos descritivos desse instrumento (Tabela 8).

Tabela 8 - Estatística descritiva levantada no pré-teste

Estatística descritiva no pré-teste		
	Grupo Experimental	Grupo Controle
Tamanho da amostra	19	21
Mínimo	0.5	0.5
Máximo	4.5	3.0
Mediana	2.0	1.0
Média Aritmética	2.02	1.51
Variância	0.89	0.50
Desvio Padrão	0.94	0.71
Erro Padrão	0.21	0.15

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Na Tabela 8, mostro a equivalência de desempenho dos grupos controle e experimental no pré-teste, principalmente quando observamos a diferença do desvio-padrão entre os escores dos grupos que foi de (0.2325). Já os dados estatísticos no pós-teste são apresentados na tabela 9.

Tabela 9 - Estatística descritiva levantada no pós-teste

Estatística descritiva no pós-teste		
	Grupo Experimental	Grupo Controle
Tamanho da amostra	19	21
Mínimo	1.5	0.5
Máximo	5.0	4.25
Mediana	3.5	2.5
Média Aritmética	3.23	2.51
Variância	1.03	1.34
Desvio-Padrão	1.01	1.15
Erro Padrão	0.23	0.25

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Focando a análise no desempenho médio entre os grupos, percebo que na tabela de dados estatísticos no pré-teste, a média dos alunos do grupo experimental era de (2.03). Em comparação, agora, com a média no pós-teste, houve um acréscimo, passando para (3.23), bem como no grupo controle que antes no pré-teste apresentava media de (1.51) e agora nesse no pós-teste a média foi de (2.51). Dessa forma, a diferença entre as médias antes e pós-tratamento fornecido aos grupos experimental e de grupo controle, apresentaram um acréscimo. No grupo experimento o incremento foi de 59% na média aritmética. Já no grupo de controle,

este acréscimo foi de 66%. Dessa forma pode-se evidenciar nos resultados a construção do conhecimento em ambos os grupos durante a investigação.

Nesse sentido, na tabela 10 mostro o aproveitamento dos grupos nos instrumentos em termos percentuais. Nela destaco a elevação dos acertos em termos percentuais absolutos em ambos os grupos no pós-teste em relação ao pré-teste.

Tabela 10 - Desempenho dos grupos.

GRUPOS	Pré-teste	Pós-teste
	Acertos no pré-teste	Acertos no pós-teste
Experimental	41%	65%
Controle	31%	50%

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Na tabela podemos aferir a diferença de acertos nos instrumentos pré-teste e pós-testes ($O_2 - O_1$) no grupo experimental, o qual apresentou uma evolução de 24% de acertos em relação ao pré-teste. Já no grupo de controle a diferença de acertos ($O_3 - O_4$) foi de 19% maior no pós-teste.

Na sequência, executei novamente o teste t para verificar se havia diferenças significativas no grupo experimental da pesquisa no pós-teste (O_2) após o tratamento (X), em relação ao desempenho no pré-teste (O_1) antes do tratamento (X). Assim, as hipóteses levantadas foram:

(H_0) Há diferenças significativas entre no desempenho do grupo experimental após o tratamento (X).

(H_a) Não há diferenças significativas entre no desempenho do grupo experimental após o tratamento (X)

Ao executar o teste, obtive o valor t de (3.79) que é altamente significativo para um p-valor de (0,0005). Assim, aceita-se a hipótese (H_0) e rejeita-se a alternativa (H_a).

Para analisar se havia igualdade ($O_2 = O_4$) ou diferenças significativas de desempenho entre os grupos no pós-teste, executei novamente o teste t, admitindo as seguintes proposições:

(H_0) Há diferenças significativas no desempenho do grupo experimental em relação ao grupo controle no pós-teste.

(H_a) Não há diferenças significativas no desempenho do grupo experimental em relação ao grupo controle no pós-teste.

Nessa observação dos grupos no pós-teste ($O_2 = O_4$), o valor de t foi (2.09) que é significativo, para um p-valor (0.04). Assim, se aceita a hipótese (H_0) e rejeita-se a alternativa (H_a).

Assim os dados estatísticos evidenciam que houve melhora de desempenho no grupo experimental submetido ao tratamento, bem como no grupo controle que não recebeu o tratamento proposto nessa pesquisa. Contudo destaco as evidências de satisfação notadas nos alunos do grupo experimental em aprender a Física utilizando o *software* educativo *Modellus* que foram positivas e são comprovadas a partir do questionário de opinião (APÊNDICE L) respondido pelos alunos ao término das quatro atividades práticas desenvolvidas com a ferramenta. Esse questionário possui sete questões, sendo seis de respostas abertas e uma objetiva, cujos resultados estão na seção seguinte.

4.6 Opiniões dos alunos quanto ao *software Modellus* usado na pesquisa

Na primeira pergunta do questionário, indaguei os alunos do grupo experimental quanto à possível ajuda do *software Modellus* nas resoluções dos problemas propostos durante a execução das atividades exploratórias com a ferramenta. Assim, a primeira pergunta foi a seguinte: 1) Na sua opinião, o *software Modellus* ajudou você na resolução dos problemas propostos? Por quê? Como respostas, todos os alunos afirmaram positivamente em relação à ajuda que o programa proporcionou na solução dos problemas propostos nas atividades. Nesse sentido, destaco a resposta do aluno Ae15: “Sim, a visualização proporcionada pelo programa tornou mais fácil resolver os problemas”.

Diante disso, acredito que a investigação propiciou o surgimento de duas condições que Moreira (2011a) aponta como necessárias para a ocorrência da aprendizagem significativa, a saber: o material de aprendizagem mostrou-se potencialmente significativo para os alunos e possibilitou que os alunos despertassem uma predisposição para aprender.

Nessa perspectiva, apresento a resposta do aluno Ae16 (Figura 31). Nela é possível notar que, para o aluno, a atividade facilitou a resolução de problemas, bem como proporcionou-lhe o entendimento do conteúdo.

Figura 31 - Opinião do aluno Ae16 sobre as atividades com *software Modellus*.

Muito interessante pois aprendendo mais sobre os assuntos, de uma forma que, mesmo de uma maneira mais prazerosa. E o Modellus nos ajuda bastante a compreendermos o assunto de uma forma melhor e legal!

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Na segunda questão, questionei os alunos se achavam interessante o uso do computador nas aulas de Física com a seguinte pergunta: 2) Você acredita que o uso do computador torna a aula mais interessante? Justifique? Em geral, eles afirmaram que sim e, sintetizando as justificativas apresentadas, os alunos alegaram que o uso do computador tornou a aula de Física mais interessante, divertida, prática e fácil. O aluno Ae1 fez a seguinte afirmação: *Sim, o conteúdo tornou-se mais fácil de aprender, é legal usar o computador, ficou muito divertida a aula de Física*. Já o aluno Ae7 declarou: *Sim, porque a gente entende melhor o assunto e resolve os problemas com mais facilidade*. Nessa mesma vertente, o aluno Ae16 relatou: *Sim, pois o computador, por ser uma tecnologia que todos gostam de usar, tornou a aula de Física interessante*. Nesse sentido, estou de acordo com Araujo (2002) quando afirma que há um interesse natural dos alunos em usar os microcomputadores, e isso influencia de forma positiva na aprendizagem do assunto abordado pelo professor.

A terceira questão tratou da facilidade dos alunos em assimilar as fórmulas que descrevem as situações-problema utilizando a ferramenta tecnológica. Nessa vertente, todos os alunos declararam que, por meio do programa, as fórmulas tornaram-se compreensivas. O aluno Ae10 respondeu essa pergunta da seguinte forma: *Sim, pois o software Modellus ajudou a compreender as fórmulas visualizando o que ocorria na situação da animação e, isso facilitou meu entendimento do conteúdo.* Já o aluno Ae7 disse: *Sim, entendi as fórmulas na situação dos problemas com maior facilidade com o software.* Nesse contexto, Juca (2006, p. 3) defende que:

A qualidade de um *software* educativo está relacionada com a capacidade que o computador, como mediador didático, tem de obter satisfação e êxito dos alunos na aprendizagem de um conteúdo ou habilidade. [...], seu desenvolvimento fundamentado em uma teoria de aprendizagem, a capacidade para que o aluno construa o conhecimento sobre determinado assunto, o poder de interação entre aluno e programa mediado pelo professor e a facilidade de atualização dos conteúdos.

Nesse sentido, considero que o *software* educativo *Modellus* estabeleceu habilidades que colocam o computador como ferramenta facilitadora do ensino e aprendizado juntamente com a participação do professor nesse processo, pois possibilitou a construção do conhecimento por meio da interação aos alunos submetidos ao tratamento da pesquisa.

Na perspectiva do computador como ferramenta facilitadora do ensino e do *software Modellus* como promotor da aprendizagem nas atividades propostas, examinei, na quarta questão, a opinião dos alunos em relação à metodologia de ensino e de aprendizagem empregadas na pesquisa. Nesse sentido, os alunos relataram ter entendido melhor o conteúdo a partir do uso das simulações. Houve alunos que enfatizaram que as atividades tornaram o aprendizado atraente e objetivo. O aluno Ae1 expressou-se nessa questão da seguinte maneira: *Fica mais fácil entender, o professor faz perguntas da simulação e vemos no computador, como funciona na simulação, então fica fácil compreender quando vejo o que está acontecendo na animação.* Já aluno Ae9 afirmou: *Fica mais fácil e interessante com animação do programa Modellus, responder as questões propostas.* Nesse sentido, compartilho do comentário de Valente (1995, p. 11) quando afirma que “a simulação

oferece a possibilidade do aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos”.

Na quinta questão solicitei que os alunos relatassem sua opinião sobre as aulas de Física no laboratório de informática. Nesse sentido, todos se mostraram favoráveis, havendo, inclusive, relatos sobre a continuidade das aulas de Física nesse ambiente. O aluno Ae14 declarou: *Eu achei muito boas as aulas no laboratório, pois é mais fácil aprender com um programa auxiliando*. O aluno Ae15 disse: *Muito bom e prazeroso, tirei minhas dúvidas quando surgiam e entendi um pouco mais a Física nesse lugar*. Já o aluno Ae10 relatou: *As aulas no laboratório foram boas, atraentes e bem tratadas, melhorei muito meu conhecimento no assunto*. Por fim, destaco o que o aluno Ae11 relatou: *Espetacular, a aula no laboratório foi excelente para mim entendi bastante utilizando o computador, despertou meu empenho em estudar a Física*. Assim, faço dessas respostas dos alunos as minhas, por ter vivenciado e explorado uma metodologia para o ensino e a aprendizagem em ambiente promissor para o ensino da Física.

Na sexta e última questão, sugeri quatro opções para os alunos sinalizarem sua opinião, sendo que eles poderiam assinalar mais de uma opção. Assim, todos os dezenove alunos sinalizaram que o programa é uma ferramenta de fácil manuseio e facilita o aprendizado. Nesse sentido, avalio que as aulas de Física no laboratório de informática mostraram-se significativas para o ensino e a aprendizagem dos alunos da pesquisa, bem como o *software Modellus* possibilitou, por meio dos seus recursos, o desenvolvimento da estrutura cognitiva dos alunos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir este estudo, vivenciei atitudes e posturas diferentes e, sobretudo, mudanças de concepção dos alunos envolvidos na pesquisa em relação à disciplina Física, principalmente no que se refere a uma das características para a ocorrência da aprendizagem significativa, notada constantemente durante as atividades práticas desenvolvidas no laboratório de informática, ou seja, a chamada a predisposição para aprender.

Presenciei a curiosidade dos alunos em aprender a Física, fato que nunca tinha visto durante minhas aulas expositivas tradicionais. Sei que muitas vezes os meus alunos careceram de um aprofundamento do conteúdo no qual trabalhavam, porém, a necessidade de cumprir o conteúdo programático em sua totalidade fazia com que eu não me preocupasse com os alunos, mas, sim, com a satisfação do meu ego. Nesta prática, porém priorizei a ação pedagógica, ao invés da quantidade de conteúdos. Assim, estou de acordo Moreira (2001a) quando afirma que a facilitação da aprendizagem significativa depende muito mais de uma nova postura do professor, de uma nova diretriz do que de novas metodologias, mesmo as tecnologias de informação e comunicação.

Durante o desenvolvimento da atividade, agi como mediador nos processos de ensino e de aprendizagem, não interferindo na busca de respostas pelos alunos. Senti a necessidade de retificar a minha metodologia no ensino, pois constatei que quando o aluno participa do processo de ensino, há um comprometimento próprio que o faz querer aprender. Em vista disso, pude vivenciar o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes gradativamente.

Nessa esteira, apresentei os resultados de pesquisa que mostraram a contribuição de um tratamento metodológico diferenciado no ensino e na aprendizagem da Cinemática escalar, que utiliza a modelagem computacional na compreensão de conceitos. A prática da pesquisa foi realizada utilizando o *software educativo Modellus*, que já vem sendo utilizado por muitos pesquisadores envolvidos no ensino das Ciências Exatas e tem se mostrado bastante promissor para a aprendizagem dos estudantes em conteúdos da Física que são abstratos.

Apesar de os resultados que encontrei serem satisfatórios, destaco, principalmente, que a metodologia proporcionou a participação dos estudantes na construção dos processos de ensino e de aprendizagem. A metodologia aplicada é viável quando se tem tempo para trabalhar com as turmas, já que as explorações das atividades são o ponto crucial da abordagem e necessitam de um período maior para trabalhar o ensino, o que nós, professores de Física, habitualmente não costumamos ter ou disponibilizar.

Quando os alunos interagem com o modelo proposto na investigação, os conhecimentos que já haviam sido apresentados em aulas expositivas foram modificados e ratificados. No que se refere aos alunos que não apresentaram um bom desempenho no teste inicial, houve uma participação deles mais efetiva no desenvolvimento das atividades. Em cada encontro foram notados os esforços dos alunos para virem ao Instituto no contraturno, e isso me mostrou o quanto os alunos querem aprender a Física de modo diferente daquele proposto nos métodos tradicionais.

O desenvolvimento intelectual nos conceitos da Cinemática foi melhorando significativamente nos dezenove alunos participantes do tratamento, sendo que quinze melhoraram seus desempenhos no pós-teste, o que evidencia que uma alteração na maneira de ensinar tem um impacto positivo no ensino da Física. Em relação ao grupo de controle, os dados levantados mostraram que houve a construção do conhecimento durante o período de desenvolvimento da pesquisa.

Com relação ao problema da pesquisa, qual seja, “Como a exploração de atividades propostas com o uso do *software educativo Modellus* pode contribuir para

uma aprendizagem significativa dos alunos em Cinemática?”, apresento alguns argumentos.

Os resultados qualitativos apresentados na seção 4.4 mostram que as atividades possibilitaram aos estudantes o desenvolvimento de subsunçores, fato que percebi por meio da organização hierárquica dos conteúdos do tratamento metodológico da pesquisa. Esse arranjo organizacional dos conceitos pode ter favorecido a ocorrência da aprendizagem significativa dos conceitos abordados. Nesse sentido, Moreira e Masini (2011, p. 63) falam que o conteúdo organizado, “facilita a aprendizagem significativa através da utilização de materiais potencialmente significativos”.

Com relação aos objetivos propostos:

No primeiro (investigar os conhecimentos prévios em Física, em especial na Cinemática, de uma turma de alunos que ingressam no curso Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal de Educação do Amapá - Campus Laranjal do Jarí), notei que metade dos alunos que participou da pesquisa não tinha estudado conteúdos associados à Cinemática escalar ao ingressarem no IFAP/LJ. Isso me motivou a utilizar organizadores prévios. Essa estratégia pode ter possibilitado o alcance do objetivo, pois foi possível, de acordo com Moreira (2011a), fornecer a ligação entre as ideias que não são familiares nos estudantes.

Quanto ao segundo objetivo (propor uma unidade de ensino de Cinemática baseada nas simulações de problemas utilizando o *software Modellus*), as quatro atividades do tratamento ao qual o grupo experimental da pesquisa foi submetido mostraram-se satisfatórias para o ensino da Cinemática daqueles alunos, pois se notou o entusiasmo desses perante a metodologia de ensino proposta na pesquisa. Fato não notado no grupo de controle que foi submetido a aulas expositivas com aplicações de exercícios clássicos. Assim, acredito que a proposta pode ser usada em uma unidade do ensino da Cinemática nas escolas que apresentam infraestrutura com laboratórios de informática e não possuem acesso à Rede Mundial de computadores, haja vista que a ferramenta tecnológica usada não necessita de computadores com acesso à rede mundial (*internet*).

No que se refere ao terceiro objetivo (desenvolver por meio da modelagem computacional novas habilidades na resolução de problemas de Física utilizando o *software* educativo *Modellus*), os modelos computacionais propostos para a investigação, de um modo geral, pode-se dizer que o alcançaram o seu objetivo, pois presenciei os alunos do grupo experimental da pesquisa a busca das respostas que não estavam explícitas diretamente no modelo para solucionar as questões. Tais soluções quase sempre tinham relação com a aplicação das equações, contudo, houve momentos em que as respostas foram apresentadas por meio de raciocínio dedutivo, aplicações mecânicas de fórmulas e também em textos descritivos.

Em relação ao quarto objetivo (verificar em que aspectos essa proposta de ensino traz melhorias na aprendizagem significativa dos alunos em conceitos físicos da Cinemática) apresento alguns pontos positivos notados no grupo experimental e não evidenciados inteiramente durante aulas expositivas do grupo de controle: a) a interação entre os alunos durante a construção dos conhecimentos acerca dos conceitos da Cinemática escalar; b) o engajamento dos alunos nos processos de ensino e de aprendizagem; c) evidenciaram-se alguns compartilhamentos de significados entre os *alunos-software Modellus* e professor-alunos durante a execução das propostas.

Ao final da pesquisa, proponho que futuras investigações realizadas nesta linha façam uso dessa metodologia de ensino para aprofundamento de outros conceitos da Física, bem como de conteúdos de outras disciplinas como a Matemática e a Química.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALUNSO, M.; FINN, E. J. **Física: Um Curso Universitário**. v.1, 10 ed. Edgard Blücher, 2004.

APPOLINÁRIO, F.. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2º ed. São Paulo. Cengage Learning, 2012.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática de pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

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

AUDINO, D.F; NASCIMENTO, R. S. **Objeto de aprendizagem- Diálogo entre conceitos e uma nova posposição aplicada à educação**. Revista Contemporânea de Educação. v. 5, n. 10, 2010. Disponível em <<http://www.revistacontemporanea.fe.ufrj.br/index.php/contemporanea/article/download/122/113>> Acesso em: 01 Dez. 2013.

ANDRÉ, M.E.D.A. **Etnografia da prática escolar**. 2 ed. São Paulo: Papirus, 1998.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**; v. 1. São Paulo: Scipione, 2011.

ARAUJO, I. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos em Cinemática**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre; 2002.

ARAÚJO, I. ; VEIT, E. **Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation**. *Computers & Education*, 50 (4), p. 1128-1140. 2008.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUART, N. **Objetos de Aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do PheT**. Física na Escola, v. 11, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

ARAUJO, I.S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. **Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de Cinemática**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 26, n. 2, p. 179-184, 2004.

AYRES, M.; AYRES-JR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas (BioEstat 5.0)**. 5ª ed., p. 324. 2007.

BATISTA, J; SILVA, A; ASSUNÇÃO, M; SILVA, J; CAVALHEIRO, A. **Utilização de Softwares educativos de Cinemática na escola estadual Messias Pedreiro de Uberlândia**. Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0289-1.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2013.

BARSOTTI, D.; GARCIA, D. **Introduzindo simulação computacional com modelagem matemática em aulas de Cinemática no Ensino Médio: a receptividade dos alunos**. Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Paraná, art. n. 57, 2010. <Disponível em:<http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/2010/artigos/Ens_Fis/art57.pdf > Acesso em: 12 out. 2014.

BRANDÃO, R. V. **Investigando a aprendizagem do campo conceitual associado à modelagem científica por parte de professores de Física do ensino médio**. 2008. 203 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/12667>> Acesso em: 27 abr. 2013.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília, vol. 2, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 04 de abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria da Educação Média e Profissionalizante. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Bases legais. Brasília, 1998.

BRASIL. Lei nº 9.394 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>> Acesso em: 02 Out. 2014.

BRENNER, E. M.; JESUS, D. M. N. **Manual de planejamento e apresentação de trabalhos acadêmicos: projeto de pesquisa monografia e artigo**. São Paulo. Atlas, 2007.

CAMPBELL, D. R.; STANLEY, J. C. **Delineamentos experimentais e quase experimentais de pesquisa**. Tradução de R. A. T. Di Dio. São Paulo: EPU-EDUSP, 1979.

CENNE, A. H. H.; TEIXEIRA, R. M. R. **Retato de uma experiência didática envolvendo tecnologias computacionais no ensino de Física térmica**. Encontro

Estadual de Ensino de Física. Atas. Porto Alegre. IF-UFRGS. 2007. Disponível em < <http://hdl.handle.net/10183/12959>> Acesso em: 08 Nov. 2013.

COSTA, S. S. C; MOREIRA, M. A. **Resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 18, n.3, p. 263-277, 2001. Disponível em < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/85024/000313595.pdf?sequence=1>> Acesso em 03 Ago 2014.

DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. Campinas, SP: Autores Associados, 1997.

DORNELES, P. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional *Modellus***. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

ESNER, E. W. **On the differences between scientific and artistic approaches to qualitative research**. Educational Research, 10(4): p.5-9, 1981.

FAINGUELEERT, E. K. **Educação Matemática: representação e construção geométrica**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 226. 1999.

FACCHINELLO, C. S. MOREIRA, M. A. **Uma alternativa para o ensino da dinâmica no ensino médio a partir da resolução qualitativa de problemas**. Textos de Apoio ao Professor de Física - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, v. 19, n. 6, 2008. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v19n6_facchinello_moreira.pdf>. Acesso em 30 out. 2013.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no computador como uma ferramenta no ensino e no aprendizado das ciências Físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, v. 25 n. 3 p. 259-272, set. 2003.

FIORENTINI, D. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodologia**. Campinas, SP: Autores associados, 2006.

FARIA, E. T. **O Professor e as novas tecnologias**. ENRICONE, D. (Org.). Ser Professor. 4. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 57-72. 2004. Disponível em < http://aprendentes.pbworks.com/f/prof_e_a_tecnol_5%5B1%5D.pdf> Acesso em: 10 Ago. 2014.

FIORENTINI, D; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. – 2 ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

FREIRE, P. **Educação “bancária” e educação libertadora**. Em M. H. S. Patto (Org.). *Introdução à Psicologia Escolar*. (pp.54-70). São Paulo: T. A .Queiroz. 1986.

Gardelli. D. **Origem da Inércia**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Santa Catarina, v. 16, n. 1: p. 43-53, abr. 1999. Disponível em <http://www.cce.ufes.br/jair/ieff/cadbrasensfis43_origem_inercia.pdf> Acesso em 07 Out. 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2006.

GONÇALVES, C. A.; MEIRELLES, A. M. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

HALLIDAY D.; RESNICK R.; WALKER J. **Fundamentos de Física: mecânica**. V.1. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

_____. IDEB. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**: Metas e evolução. Disponível em: < <http://ideb.inep.gov.br/resultado/> > Acesso em: 10 Set. 2014.

_____. IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/cidadesat/xtras/perfil.php?lang=&codmun=160027>> Acesso em: 12 nov.2013.

JIMOYIANNIS, A. KOMIS, V. **Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion**. *Computers & Education*, 36, p. 183-204. 2001.

JUCÁ. S. C. S. **A relevância dos softwares educativos na educação profissional**. *Ciências & cognitivo* v. 8. p. 22-28. 2006. Disponível em < http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v08/cec_vol_8_m32689.pdf > Acesso em: 26 de Ago. 2014.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências em ciências sociais**. Tradução de H.M. Rotundo. São Paulo e Brasília: EDU-EDUSP e INEP, 1980.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. 7 ed. São Paulo. Atlas, 2010.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa em marketing: uma orientação aplicada**. 4 ed. Porto Alegre: São Paulo, 2006.

MENDES. E. S.; ALMEIDA, W. L. **Uso do Software Modellus como ferramenta de apoio ao Ensino de Cinemática: um estudo de caso no Ifap**. In: Congresso Norte Nordeste de pesquisa e Inovação, 2012, Palmas. **Ciências, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional**. Disponível em: < <http://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/1439/1083> > Acesso em: 04 set. 2012.

MORETTIN, L. G. **Estatística Básica: probabilidade e inferência**, v.1 São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MOREIRA, M. A. CABALLERO, M. C. RODRÍGUEZ, M. L. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente**. In. Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España, p. 19-44. 1997.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria da aprendizagem de David Ausubel**. 2 ed. São Paulo: Centauro, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 2005.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria da aprendizagem de David Ausubel**. 2 ed. São Paulo: Centauro, 2011.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa. In:_____. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. 1ªed. São Paulo: Livraria de Física. 2011a.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. 1 ed. Livraria da Física: São Paulo. 2011b.

MOREIRA, M. A.; **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Revista Chilena de Educação Científica, Chile, v. 4. N. 2. p.38-44, 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2013.

OLIVEIRA, A. F. G. **Testes estatísticos para comparação de médias**. Revista Eletrônica Nutritime, v.5, nº 6, p.777-788. 2008. Disponível em <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/076V5N6P777_788_NOV2008_.pdf> Acesso em 18: Ago. 2014.

POSTMAN, N. WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishing Co, 1969.

RAMOS, I. C. P. N. **Construção de gráficos de Cinemática com o Software Modellus: Um estudo com Alunos do 11º ano de Escolaridade**. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/5687>> Acesso em: 03 set. 2013.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física**. v 1. 2 ed. São Paulo: Atual. 2005.

SANTOS, G; ALAVES, L; MORET, M. **Modellus: Animações Interativas mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio**. Revista Sitientibus – Série Ciências Físicas, v. 02, p. 56-67, Dezembro, 2006.

SANCHO, J. M. **Para uma Tecnologia educacional**. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

SERRANO, G. P. Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. I. Métodos. Madrid: La Muralla S. A, 1998.

SILVA, C. X.; FILHO, B. B. **Física aula por aula: mecânica**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.

SILVA, L. H. de A. e ZANON, L. B. Título do capítulo. In: SCHNETZLER, R. e ARAGÃO, R. de. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. 1ed. São Paulo: UNIMEP, p. 182. 2000.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M. C. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. **Reusabilidade de objetos educacionais**. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (UFRGS), v. 1, n. 1, 2003. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/RENOTE>> Acesso em: 11 mai. 2013.

TEODORO, V. D. *Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling*. Tese Doutorado em Ciência da Educação. **Universidade de Nova Lisboa, Faculdade de Ciência e Tecnologia**, Nova Lisboa, 2002.

TEODORO, V. D. **Modelação computacional em Ciências e Matemática**. Revista Brasileira de Informática na Educação. Uniandes - Lídie, Colômbia. v.10 .n.2, p.171-182. 1997. Disponível em: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-112586_archivo.pdf> Acesso em: 02 set. 2013.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação**. In: _____ (Org.). Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação. São Paulo: UNICAMP, p. 1-28. 1995.

VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. **Modelagem computacional no ensino de Física**. XXIII. Encontro de Física do Norte e Nordeste, 2005.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. **Modelagem no ensino/aprendizagem de Física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física. V.24, n. 2, p. 87-96. 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONCORDÂNCIA
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Ao senhor (a) Diretor de Ensino do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Laranjal do Jari.

Eu, Elys da Silva Mendes, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário UNIVATES de Lajeado, RS, venho solicitar a autorização para coletar dados neste estabelecimento de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “MODELAGEM COMPUTACIONAL E SIMULAÇÕES EM FÍSICA USANDO O SOFTWARE MODELLUS: Uma abordagem alternativa do Ensino de Cinemática” tendo como objetivo geral: Avaliar as contribuições de uma metodologia de ensino diferenciada usando simulações computacionais na compreensão de conceito físico relacionado à Cinemática.

Afirmo ainda, que as coletas de dados serão realizadas por meio de observações, questionários, e testes junto alunos de uma turma do curso Técnico em Informática integrado nesta instituição.

Desde já, agradeço a disponibilização, visto que a pesquisa contribuirá para o desenvolvimento do ensino de Física.

Pelo presente termo de concordância declaro que autorizo a realização da pesquisa prevista no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Laranjal do Jari.

Direção da Escola

Elys da Silva Mendes

Data ____/____/____

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto para este projeto: “Avaliar as contribuições de uma metodologia de ensino diferenciada usando simulações computacionais na compreensão de conceito físico relacionado à Cinemática que será desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Laranjal do Jari”, venho convidar-lhe a participar desta pesquisa que faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, tendo como Orientadora a Professora Dr^a. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.

Deste modo, no caso de concordância em participar desta pesquisa ou deixar participar (alunos menores), ficará ciente de que a partir da presente data:

- os direitos da entrevista respondidos (questionários) realizados pelo pesquisador, serão utilizados integral ou parcialmente, sem restrições;
- Estará assegurado o anonimato nos resultados dos dados obtidos, sendo que todos os registros ficarão de posse do pesquisador por cinco anos e após esse período serão extintos. Será garantido também:
- Receber a resposta e/ou esclarecimento de qualquer pergunta e dúvida a respeito da pesquisa;
- Poderá retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem que isso traga qualquer tipo de prejuízo.

Assim, mediante termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo minha participação nesta pesquisa, por estar esclarecido e não me oferecer nenhum risco de qualquer natureza. Declaro ainda, que as informações fornecidas nesta pesquisa podem ser usadas e divulgadas neste curso Pós-graduação *stricto sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário, bem como nos meios científicos, publicações eletrônicas e apresentações profissionais.

Participante da pesquisa

Pesquisador: Elys da Silva Mendes

elys.mendes@ifap.edu.br

Laranjal do Jari (AP) _____ de _____ de 2014

APÊNDICE C- QUESTIONÁRIO DE PERFIL DOS INGRESSANTES NO IFAP/LJ
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

1) Cursou o Ensino Fundamental em escola:

☐ Pública ☐ Privada ☐ Parte em uma e parte em outra.

2) Durante o Ensino Fundamental você teve dificuldade em Matemática.

☐ Sim ☐ Não

3) Como avalia sua habilidade em matemática?

☐ Excelente

☐ Boa

☐ Regular

☐ Ruim

4) Durante o Ensino Fundamental você teve dificuldade em Ciências.

☐ Sim ☐ Não

5) Você já estudou algum conteúdo de Física?

☐ Sim ☐ Não

6) Dentro dos conceitos da Física, marque aquele que você estudou no Ensino Fundamental.

☐ Velocidade

☐ Aceleração

☐ Força

☐ Calor

☐ Energia

☐ Ondas

☐ Ótica

☐ Eletricidade

☐ Não estudei nenhum conteúdo

7) Como você classifica a importância da disciplina de Física?

☐ Importante ☐ Pouco

importante ☐ Sem importância

8) No seu Ensino Fundamental, você estudou funções matemáticas?

☐ Sim ☐ Não

9) Você tem facilidade para usar o computador?

☐ Sim ☐ Não

10) Você acredita que pode aprender Física utilizando os recursos da informática?

☐ Sim ☐ Não

11) Você já teve contato com algum *Software* educativo?

☐ Sim ☐ Não

APÊNDICE D- QUESTIONÁRIO DE CONCEITOS INICIAIS DE CINEMÁTICA
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

1) O que você entende por movimento?

2) O que é movimento constante?

3) O que é movimento variado?

4) O que você entende por estado de um corpo em repouso?

5) O que você compreende quando se afirma que o corpo realiza uma trajetória?

6) Explique, caso exista, a diferença entre trajetória retilínea e curvilínea.

7) Para você o que é Distância?

8) Como posso medir a Distância?

9) O que é velocidade?

10) É possível medir o tempo? Como?

APÊNDICE E- ATIVIDADE 1
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Grupo Experimental

Conteúdo: Cinemática

Tema: Deslocamento em função da Distância percorrida

Materiais: Computador e *Software Modellus*

Objetivos

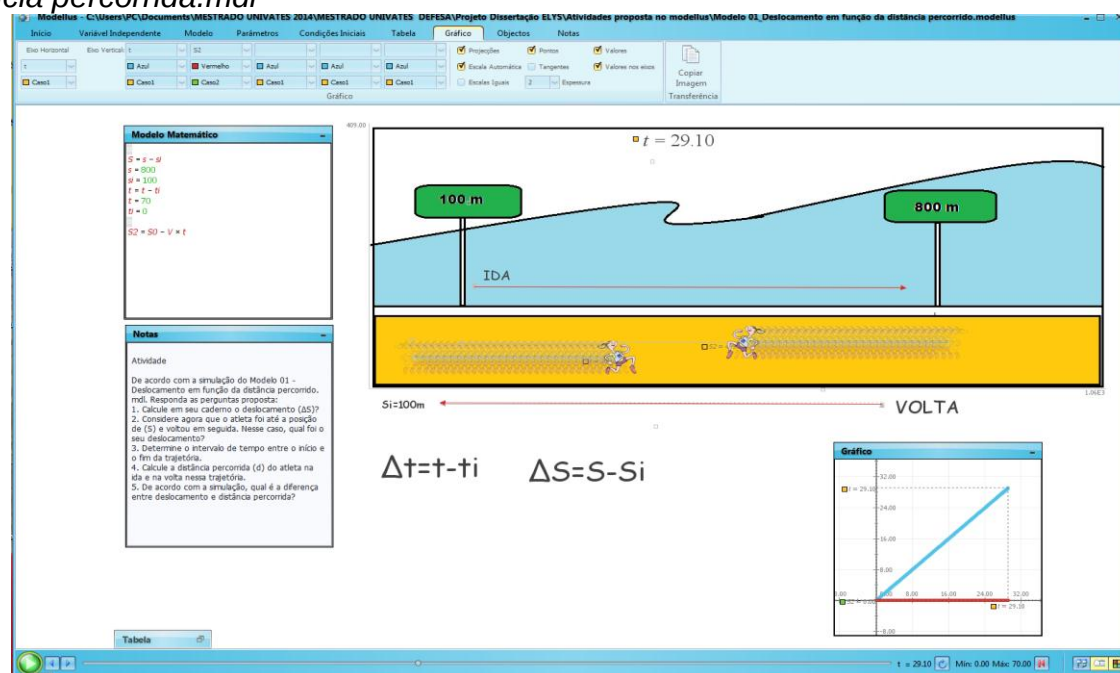
- Possibilitar a compreensão da diferença entre distância percorrida e deslocamento.
- Possibilitar a compreensão do conceito de posição de uma partícula (corpo).
- Auxiliar na compreensão do conceito de movimento.

Deslocamento em função da Distância Percorrida

Para chegar ao conceito de deslocamento e de distância percorrida vamos realizar uma atividade prática utilizando o *Software Modellus* versão 4.01. Execute o arquivo que contém a atividade: *Modelo 01 - Deslocamento em função da distância percorrida. mdl*.

Nessa atividade apresentada na imagem um atleta realiza uma corrida passando pela posição inicial de 100 m e instantaneamente inicia-se a cronometragem do tempo e quando o atleta chega à posição final de 800 m para-se o cronometro. Em seguida ele retorna para a posição de origem. Nessa atividade, desconsidere a perda de velocidade devido à mudança de sentido do movimento. Deste modo, a mudança de sentido acontece com velocidade absoluta constante.

Figura 32 - Interface ilustrativa do modelo: *Deslocamento em função da distância percorrida.mdl*



Fonte: Software Modellus versão 4.01

Atividade

De acordo com a simulação do *Modelo 01 - Deslocamento em função da distância percorrida.mdl*. Responda as perguntas:

1. Calcule em seu caderno o deslocamento (ΔS).
2. Considere agora que o atleta foi até a posição de (S) e voltou em seguida. Nesse caso, qual foi o seu deslocamento?
3. Determine o intervalo de tempo entre o início e o fim da trajetória.
4. Calcule a distância percorrida (d) do atleta na ida e na volta nessa trajetória.
5. De acordo com a simulação, qual é a diferença entre deslocamento e distância percorrida?

APÊNDICE F- ATIVIDADE 2
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Grupo Experimental

Conteúdo: Cinemática

Tema: Velocidade Escalar Média e Aceleração Escalar Média

Materiais: Computador e *Software Modellus*

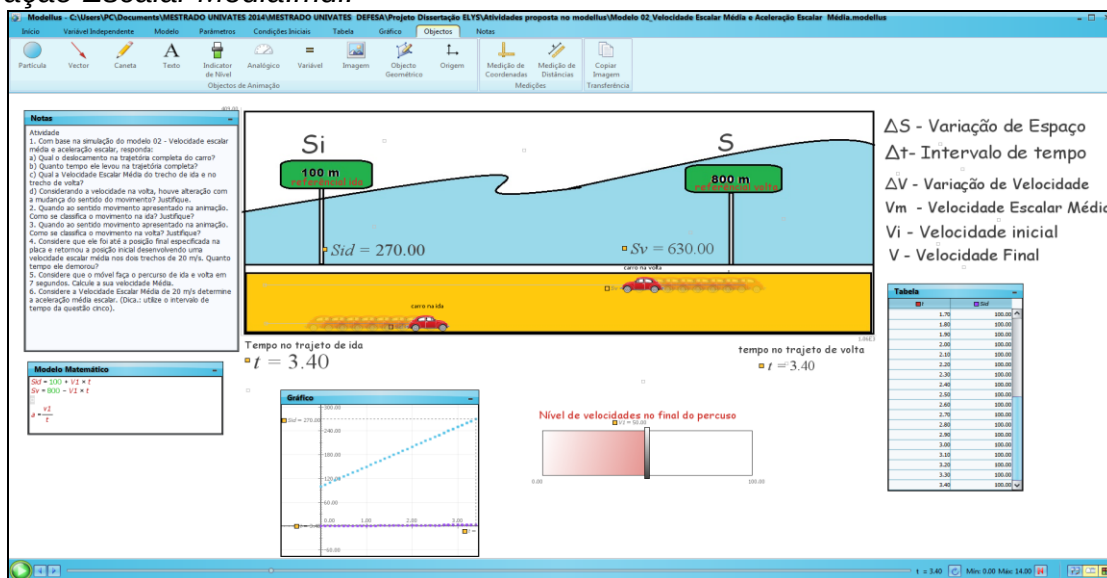
Objetivos

- Possibilitar a compreensão do conceito de velocidade média dependente da distância percorrida por um móvel num intervalo de tempo.
- Possibilitar a compreensão do conceito de velocidade média no movimento retilíneo.
- Possibilitar a compreensão do conceito de aceleração escalar.
- Possibilitar a compreensão de que aceleração escalar depende da variação de velocidade, ou seja, a diferença entre a velocidade inicial e final de móveis, durante um intervalo de tempo.

Para chegar ao conceito Velocidade Escalar Média, vamos realizar uma atividade prática utilizando o *Software Modellus* versão 4.01. Execute o arquivo que contém a atividade: *Modelo 02 - Velocidade Escalar Média e Aceleração Escalar Média. mdl*.

Nessa atividade apresentada na imagem, o móvel desloca-se numa trajetória retilínea. As unidades de aceleração, velocidade e distância são apresentadas na animação e estão de acordo com Sistema Internacional de Unidade (S.I).

Figura 33 - Interface ilustrativa do modelo: *Velocidade Escalar Média e Aceleração Escalar Média.mdl*.



Fonte: Software Modellus versão 4.01

Atividade

1. Com base na simulação do *modelo 02 - Velocidade escalar média e aceleração escalar*, responda:
 - a) Qual o deslocamento total do carro?
 - b) Quanto tempo ele levou na trajetória completa?
 - c) Qual a Velocidade Escalar Média do trecho de ida e no trecho de volta?
 - d) Considerando a velocidade na volta, houve alteração com a mudança do sentido do movimento? Justifique.
2. Quanto ao sentido do movimento apresentado na animação. Como se classifica o movimento na ida? Justifique.
3. Quanto ao sentido do movimento apresentado na animação. Como se classifica o movimento na volta? Justifique.
4. Considere que ele foi até a posição final especificada na placa e retornou a posição inicial desenvolvendo uma velocidade escalar média nos dois trechos de 20 m/s. Quanto tempo ele demorou?
5. Considere que o móvel faça o percurso de ida e volta em 7 segundos. Calcule a sua velocidade Média.
6. Considere a Velocidade Escalar Média de 20 m/s e determine a aceleração média escalar. (Dica: utilize o intervalo de tempo da questão cinco).

APÊNDICE G- ATIVIDADE 3
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Grupo Experimental

Conteúdo: Cinemática

Tema: Movimento Uniforme (M.U)

Tema: Movimento com velocidade Constante

Materiais: Computador e *Software Modellus*

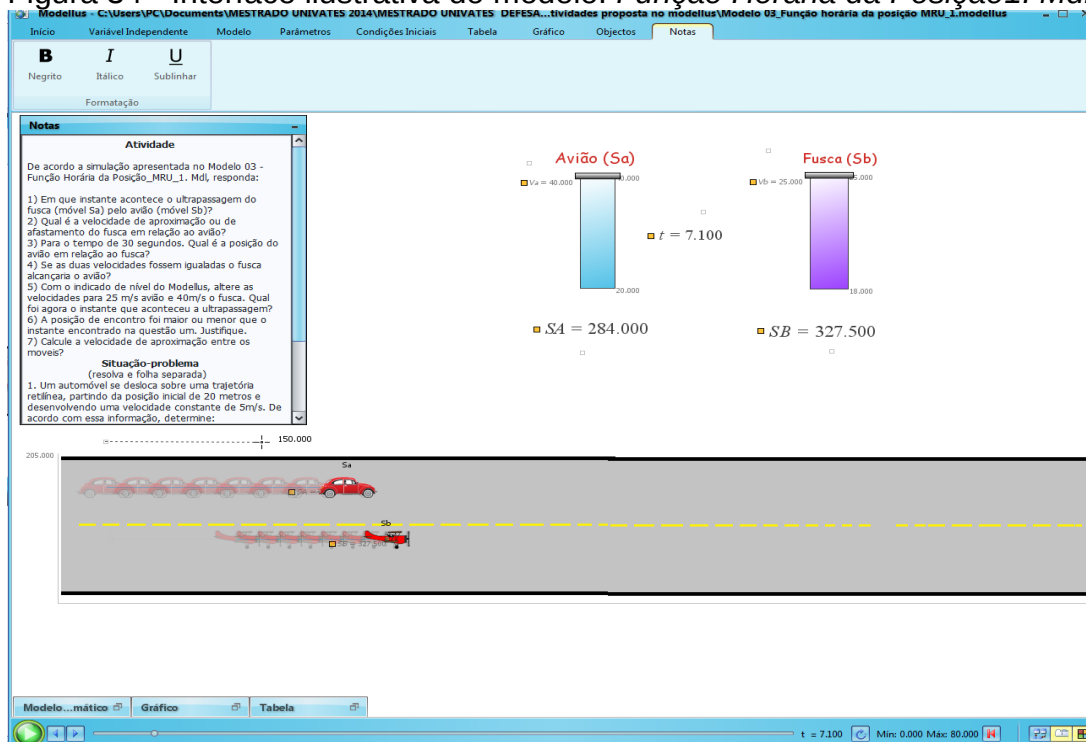
Objetivos

- Possibilitar a compreensão de diferentes movimentos que se realizam no cotidiano local do estudante.
- Auxiliar na compreensão dos significados das grandezas relevantes para sua observação (distâncias, percursos, velocidades, tempos, etc.) buscando características comuns e formas de sistematizá-los.

Para chegar ao conceito de Movimento Uniforme (M.U), vamos realizar duas atividades prática, uma utilizando o *Software Modellus*, e a outra uma situação problema sobre o conteúdo abordado. Execute o arquivo que contém a atividade: *Modelo 03 - Função Horária da Posição 1.mdl*.

O modelo envolve o deslocamento de um fusca e um avião ao longo de uma trajetória. As ilustrações dos modelos são mostradas, bem como a questão da atividade e a situação-problema para testagem de compreensão.

Figura 34 - Interface ilustrativa do modelo: *Função Horária da Posição1. Mdl*

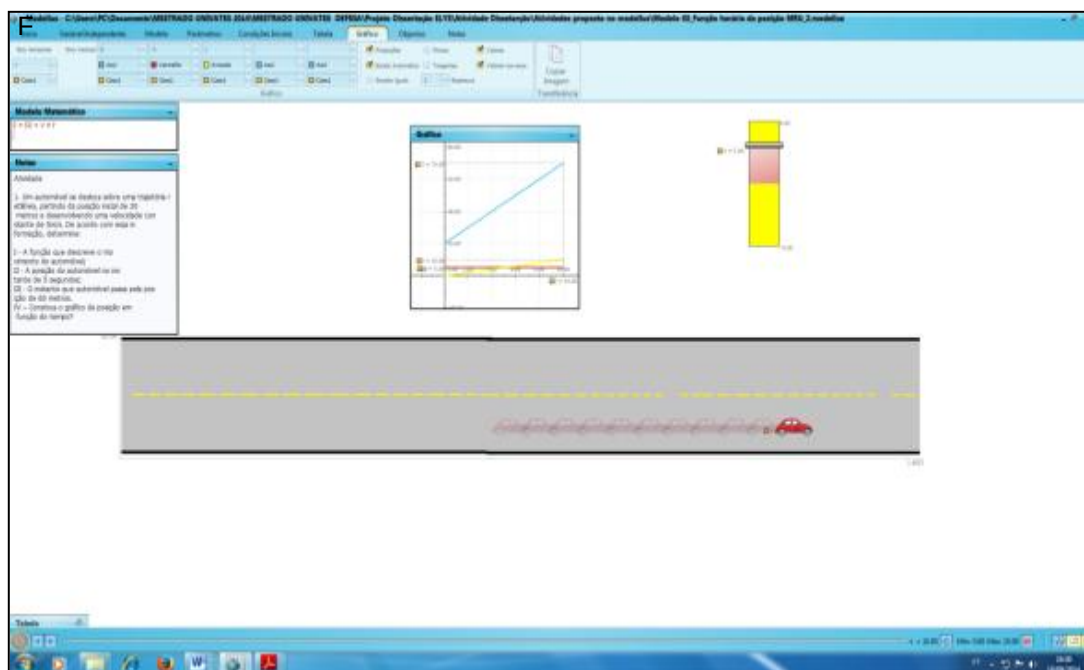


Atividade

De acordo com a simulação apresentada no *Modelo 03 - Função Horária da Posição_MRU_1. Mdl*, responda:

1. Em que instante acontece a ultrapassagem do fusca (Sa) pelo avião (Sb)?
2. Qual é a velocidade de aproximação ou de afastamento do fusca (Sa) em relação ao avião (Sb)?
3. Para o tempo de 30 segundos. Qual é a posição do avião (Sb) em relação ao fusca (Sa)?
4. Se as duas velocidades fossem iguais o fusca (Sa) alcançaria o avião (Sb)?
5. Com o indicador de nível do *Modellus*, altere as velocidades para 25 m/s do avião (Sb) e 40m/s do fusca (Sa). Qual foi o instante que aconteceu a ultrapassagem?
6. A posição de encontro foi maior ou menor que o instante encontrado na questão anterior? Justifique.
7. Calcule a velocidade de aproximação entre os móveis.

Figura 35 - Interface ilustrativa do modelo 04: *Função Horária da Posição*2.
mdl.



Fonte: Software Modellus versão 4.01

Situação-problema

1. Um automóvel se desloca sobre uma trajetória retilínea, partindo da posição inicial de 20 metros e desenvolvendo uma velocidade constante de 5m/s. De acordo com essa informação, determine:

- I - A função que descreve o movimento do automóvel;
- II - A posição do automóvel no instante de 5 segundos;
- III - O instante que automóvel passa pela posição de 60 metros.
- IV – Construa o gráfico da posição em função do tempo.

APÊNDICE H- ATIVIDADE 4
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Grupo Experimental

Conteúdo: Cinemática

Tema: Movimento Uniformemente Variado (MRUV)

Atividade: Movimento com velocidade Variável

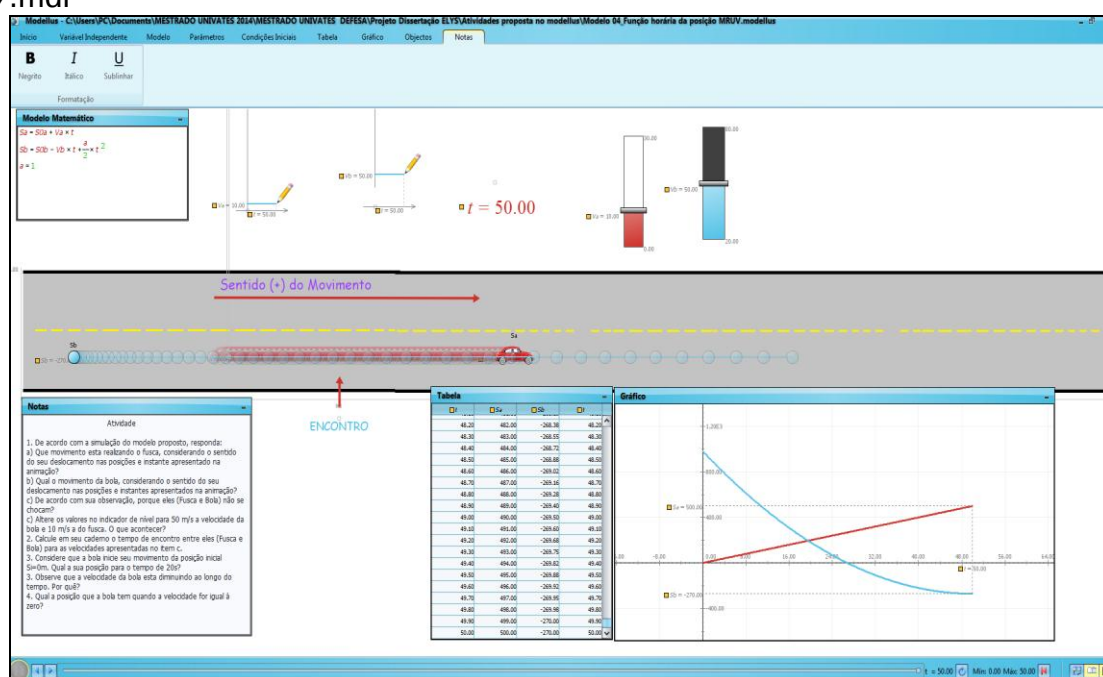
Materiais: Computador e *Software Modellus*

Objetivos

- Possibilitar o entendimento do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) é aquele que possui a aceleração constante.
- Auxiliar no desenvolvimento de habilidades de resoluções de problema por meio de equações.
- Auxiliar no desenvolvimento de habilidades de interpretações de gráficos da posição em função do tempo para o MRUV.

Para chegar ao conceito do MRUV vamos realizar duas atividades práticas utilizando o *Software Modellus* versão 4.01. Execute o arquivo que contém a atividade: *Modelo 05: Função horária da posição (MRUV).mdl*

Figura 36 - Ilustração do modelo 05: Função Horária da Posição do MRUV.mdl



Fonte: *Software Modellus* versão 4.01

Atividade

De acordo com a simulação do modelo proposto, responda:

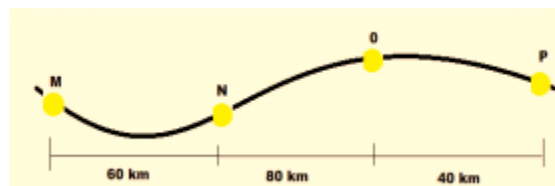
1. Que movimento realiza o fusca (S_a), considerando o sentido do seu deslocamento nas posições e instante apresentado na animação?
2. Que tipo de movimento possui a bola (S_b), considerando o sentido de seu deslocamento e a velocidade desenvolvida nos instantes apresentados na animação?
3. Altere os valores no indicador de nível para 50 m/s a velocidade da bola(S_b) e 10 m/s a do fusca(S_a). O que acontece? Após, calcule em seu caderno, o instante no qual acontece o encontro entre os móveis e a posição de encontro.
4. Considere que a bola (S_b) inicie seu movimento da posição inicial $S_i=0m$. Qual a sua posição para o tempo de 20s?
5. Qual a posição que a bola (S_b) tem quando a velocidade for igual à zero?

APÊNDICE I – PRÉ - TESTE GRUPO EXPERIMENTAL E CONTROLE
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Questão 01

A trajetória orientada na figura representa uma calçada de uma cidade, nela estão representados os pontos M, N, O e P. Considerando que em cada ponto citado anteriormente é uma parada obrigatória para quem passar nessa estrada. As posições de cada ponto, considerando como origem o ponto M são.

- a) $S_M=0$, $S_N=60$ km, $S_O=140$ km, $S_P=180$ km
- b) $S_M=60$, $S_N=0$ km, $S_O=140$ km, $S_P=180$ km
- c) $S_M=0$, $S_N=60$ km, $S_O=180$ km, $S_P=140$ km
- d) $S_M=140$, $S_N=60$ km, $S_O=140$ km, $S_P=0$ km



Questão 02

(Fesp-SP) Das afirmações:

- I - Uma partícula em movimento em relação a um referencial pode estar em repouso em relação a outro referencial.
- II - A forma da trajetória de uma partícula depende do referencial adotado.
- III - Se a distância entre dois corpos permanece constante, então um está em repouso em relação ao outro.

São corretas:

- a) apenas I e II
- b) apenas III
- c) apenas I e II
- d) todas.
- e) apenas II e III

Questão 03

Calcule a velocidade média, em Km/h, que corresponde a uma pessoa que percorre, a pé, 1200 m em 20 min.

- a) 36 km/h b) 3,6 km/h c) 36 m/s d) 3,6 m/s

Questão 04

(Fuveste-SP) Após chover na cidade de São Paulo, as águas da chuva descerão o Rio Tietê até o rio Paraná, percorrendo cerca de 1000 km. Sendo 4 km/h a velocidade média da águas, o percurso mencionado será cumprido pelas águas da chuva em aproximadamente quanto tempo?

- a) 30 dias b) 10 dias c) 25 dias d) 2 dias

Questão 05

(Fuveste-SP) Um avião vai de São Paulo a Recife em 1h40min. A distância entre essas cidades é aproximadamente de 3000 km. A velocidade média do avião nesse trajeto é?

- a) 2000 km/h b) 1000 km/h c) 1800Km/h d) 1500 km/h

CONSIDERE O TEXTO PARA RESPONDER A QUESTÃO 06.

Uma pessoa exercita-se em uma esteira rolante horizontal manual. Ela andou 20 minutos em velocidade constante de 5,4 km/h e consumiu 200 quilocalorias.

Questão 06

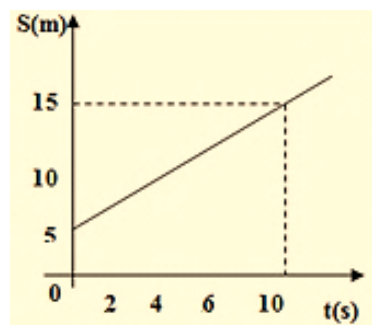
Qual a distância percorrida por essa pessoa se estivesse correndo na rua?

- a) 8 m b) 18 metros b) 180 metros d) 1800 metros

Questão 07

Um objeto desloca-se em movimento retilíneo uniforme durante 30 segundos. A figura representa o gráfico da distância em função do tempo. A distância do objeto no instante $t = 30$ segundos, em metros, será:

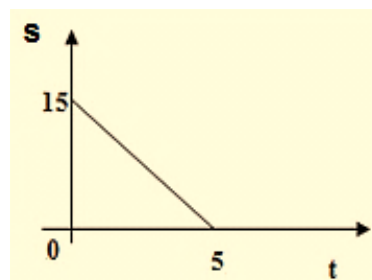
- a) 30 metros
b) 35 metros
c) 40 metros
d) 45 metros
e) 60 metros



Questão 08

(Ufs-SE) O movimento descrito pelo gráfico pode também ser descrito pela função horária:

- a) $S = 15.t$
b) $S = 15 + 5.t$
c) $S = 15 - 3.t$
d) $S = 15 - 5.t$



APÊNDICE J - PÓS- TESTE GRUPO EXPERIMENTAL E CONTROLE
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Questão 1

Dois automóveis estão em movimento, ambos no mesmo sentido da trajetória. A velocidade média de móvel B é 12 m/s e A, é 10 m/s. Ache o módulo da velocidade relativa entre os dois moveis.

- a) 4 m/s b) 6 m/s c) 2 m/s d) 1m/s



Questão 2

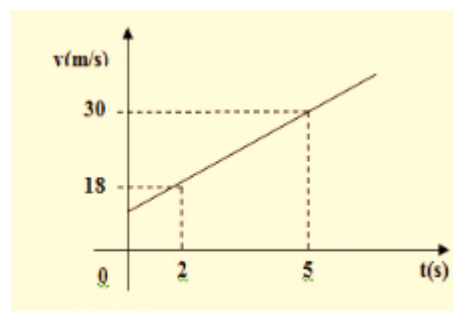
(ESPM-SP) Partindo do repouso, um avião percorre a pista com aceleração constante e alcança 432 km/h, em 20 segundos. Qual o valor da sua aceleração em m/s²?

- a) 3 m/s² b) 4 m/s² c) 5 m/s² d) 6 m/s²

Questão 3

(UNITAU-SP) O gráfico representa a velocidade escalar em função do tempo para o movimento de uma partícula que está posicionada na origem do gráfico no instante t=0. A aceleração escalar e a velocidade escalar inicial valem, respectivamente:

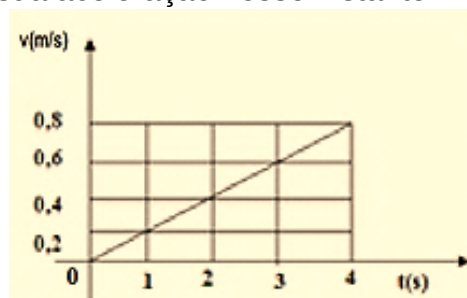
- a) 4 m/s² e 10 m/s
b) 10 m/s² e 4 m/s
c) 2,4 m/s² e 13,2 m/s
d) 4 m/s² e 20m/s
e) 2,0m/s² e 10m/s



Questão 4

(EFOA-MG-Adapt.) A figura mostra o gráfico da velocidade em função do tempo para o movimento de um barco que está deixando o ancoradouro. Qual a velocidade do barco 3 segundo após o início do movimento e sua aceleração nesse instante.

- a) 0,2 m/s e 0,2 m/s²
b) 0,3 m/s e 0,4 m/s²
c) 0,4 m/ e 0,6 m/s²
d) 0,6 m/s e 0,2 m/s²
e) 0,8 m/s e 0,3 m/s²



CONSIDERE O TEXTO PARA RESPONDER AS QUESTÕES 05, 06 e 07.

As posições ocupadas por um veículo que se desloca com MRUV é representada pela equação $S = 4 + 2.t + 3.t^2$ (no SI).

Questão 5

A velocidade escalar do veículo é?

- a) 2 m/s b) 3 m/s c) 2m/s d) 6m/s

Questão 6

Qual é a aceleração escalar do veículo?

- a) 2 m/s² b) 3 m/s² c) 2m/s² d) 6m/s²

Questão 7

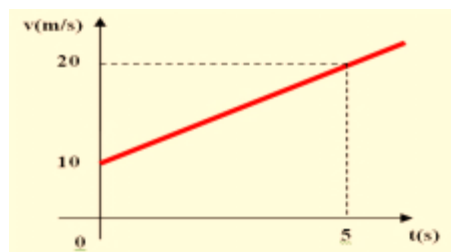
Qual a posição ocupada pelo veículo no instante $t=2$ segundos?

- a) 20 m b) 30 m c) 20 m d) 60 m

Questão 8

(UFPR-PR) A posição inicial para o móvel, que descreve o movimento retilíneo cujo gráfico velocidade em função tempo é representada, vale 5 metros. Qual é a função horária da posição para o movimento considerado?

- a) $S = 10.t + 10.t^2$
 b) $S = 10.t + 5.t^2$
 c) $S = 5 + 10.t + 2,5.t^2$
 d) $S = 5 + 10.t + 5.t^2$

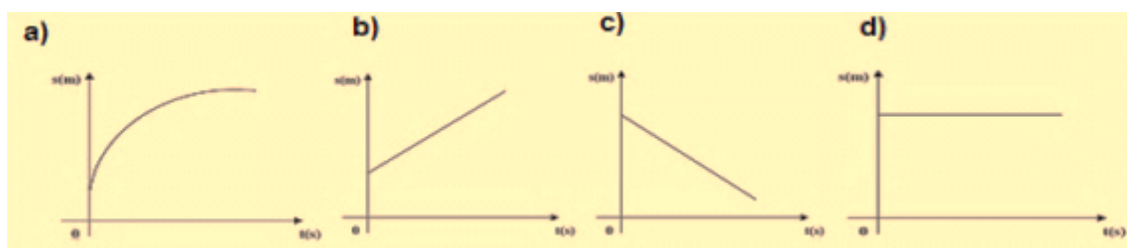


Questão 9

Com base na questão anterior, calcule a distância que o móvel estará 5 segundos após o início do movimento. (Utilize a equação encontrada na questão 08).

Questão10

Os gráficos representam a posição em função do tempo. Circule o gráfico que MELHOR representa um objeto PARADO.



APÊNDICE L - QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

01. Em sua opinião o *Software Modellus* ajudou você nas resoluções dos problemas propostos? Por quê?

02. Você acredita que o uso do computador torna a aula mais interessante? Justifique.

03. Você consegue assimilar com maior facilidade as fórmulas que descrevem as situações quando é utilizado o *Software*? Justifique sua resposta.

04. A Cinemática escalar fica mais fácil ou mais difícil de ser compreendida com a utilização de simulação? Justifique.

05. O que você achou das aulas de Física no laboratório com o uso do *Software Modellus*? Justifique.

06. Como você avalia o *Software Modellus*?

- () Uma ferramenta de difícil manuseio
- () Uma ferramenta de fácil manuseio
- () Uma ferramenta que facilita o aprendizado
- () Uma ferramenta que não ajudou no meu aprendizado

APÊNDICE M – ATIVIDADE 1: GRUPO DE CONTROLE
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

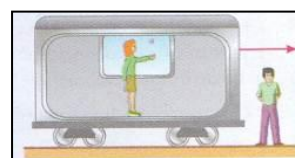
Conteúdo Abordado: Trajetória e Referencial

01. A foto ao lado mostra um avião que se move horizontalmente com velocidade constante, soltando uma série de bombas. Podemos observar que, em relação ao avião, a trajetória das bombas é retilínea e vertical.



Em seu caderno, desenhe a trajetória de uma dessas bombas em relação a um observador fixo.

02. Uma moça, dentro de um vagão de um trem que se move com velocidade constante, joga uma bola para cima. Ela vê a bola subir e voltar a sua mão, descrevendo uma trajetória retilínea e vertical.



Desenhe a trajetória da bola para o observador parado em relação ao solo.

03. Um helicóptero está subindo verticalmente e com velocidade constante (em relação ao solo). Considere o ponto *P* em uma das pás assinalada no desenho.



Desenhe a trajetória desse ponto para:

- a) um observador dentro do helicóptero;
- b) um observador fixo no solo.

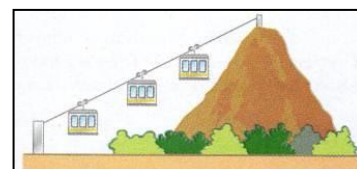
04. Um observador na Terra vê a Lua girar em torno da Terra. No entanto, um observador na Lua não vê a Terra girar em torno da Lua. Por quê?

05. Para cada caso a seguir se o movimento do corpo é de translação, de rotação ou ambos, em **relação ao solo**.

a) automóvel em estrada retilínea:

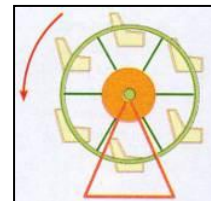


b) teleférico:



06. Uma roda-gigante está em movimento de modo que as gôndolas não oscilem. Tomando a Terra como referencial:

- a) o movimento das gôndolas é de translação ou de rotação?
- b) o movimento da roda é de translação ou de rotação:



07. (FESP-SP) Das afirmações:

- I- uma partícula em movimento em relação a um referencial pode estar em repouso em relação a outro referencial.
- II- A forma da trajetória de uma partícula depende do referencial.
- III- Se a distância entre dois corpos permanece constante, então um está em repouso em relação ao outro.

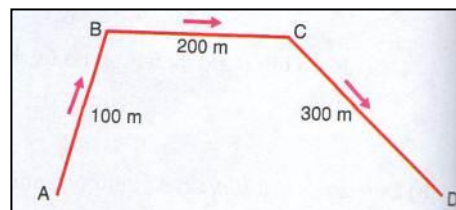
08. (Fund. Carlos Chagas-SP) Para filmar um botão de rosa que desabrocha e transforma-se numa rosa aberta, foram tiradas fotografias de 2 em 2 horas. Essas fotos, projetadas à razão de 24 fotos/segundo, mostraram todo o transcurso acima descrito em 2 segundos. O desabrochar da rosa ocorreu realmente em um número de horas igual a:

- a) 6 b) 12 c) 24 d) 48 e) 96

APÊNDICE N– ATIVIDADE 2: GRUPO DE CONTROLE
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Conteúdo abordado: Tempo Decorrido, Deslocamento e Velocidade Escalar Média.

01. Um veículo percorre a trajetória esquematizada na figura abaixo. Os intervalos de tempo decorridos nos trechos AB, BC, CD são respectivamente:



$\Delta t_1 = 2,0$ s (em AB)

$\Delta t_2 = 5,0$ s (em BC)

$\Delta t_3 = 5,0$ s (em CD)

a) Quanto tempo ele demorou em todo o percurso ABCD e quanto metros percorreu?

b) Qual foi sua velocidade escalar média nesse trecho ABCD?

02. Em um percurso de 1200 metros, um automóvel desenvolveu a velocidade escalar constante de 72 km/h na primeira metade e de 108 km na segunda metade, andando sempre no mesmo sentido. Determine:

a) o intervalo de tempo gasto em cada trecho;

b) a velocidade escalar no percurso inteiro.

03. Numa corrida de automóvel de fórmula 1 o *pole-position* deu uma volta em 1 minuto e 20 segundos. Estimando a sua velocidade escalar média em 216 km/h, qual é, aproximadamente, o comprimento da pista? Trabalhe com todas as grandezas no SI.



04. Na marinha e na Aeronáutica usam-se algumas medidas de distância e de velocidade que não pertencem ao SI. A milha marítima corresponde à distância de 1852 metros. O **nó** é uma unidade de velocidade e corresponde a 1 milha marítima/hora.

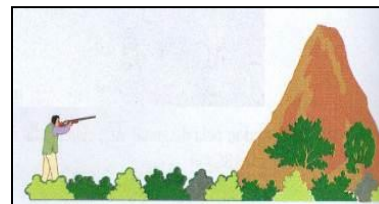


a) Se um navio viaja a uma velocidade escalar média de 20 nós, em quanto tempo percorrerá 185,2 km?

b) Qual é mais rápido: um carro a 100 km/h ou um navio 20 **nós**?

05. Sabe-se que o som tem no ar uma velocidade de propagação de 340 m/s. estando próximo de uma montanha, um caçador dispara sua arma e 2,0 segundos após ouve o eco do tiro. A que distância estava ele da montanha?

Faça o calculo em seu caderno.

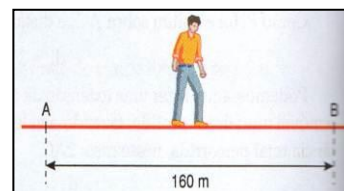


APÊNDICE O – ATIVIDADE 3: GRUPO DE CONTROLE
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Conteúdo abordado: Distância Percorrida, Velocidade Escalar Média e Movimento Uniforme.

01. Em quanto tempo um carro percorre um trecho compreendido entre o quilômetro 72 e o quilômetro 96 de uma estrada, se o fizer com velocidade escalar média de 48 km/h

02. Uma pessoa, em movimento uniforme, dá passos cadenciados de 80 cm. A cada 3 segundo dá dois passos. Considere o percurso AB, com 160 metros de comprimento.



a) Quantos passos ela dá desde A até B?

b) Quanto tempo demorará?

c) Calcule a velocidade escalar média.

03. Um ponto material em movimento retilíneo uniforme percorre a metade de um trecho AB de sua trajetória em 4,0 segundos, com velocidade escalar v . Se a outra metade for percorrida com velocidade escalar de $4v$, ele gastará:

a) 1,0 s b) 2,0s c) 3,0s d) 4,0 s e) 16s

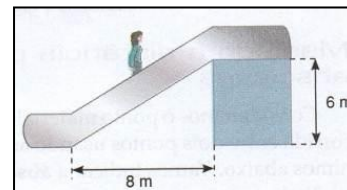
04. Em movimento uniforme retilíneo um ponto material percorre, com velocidade escalar v , uma distância d em um intervalo de tempo T . Reduzindo a $v/3$ a sua velocidade escalar, um intervalo de tempo $2T$, a distância percorrida é:

a) $3d$ b) $2d$ c) $3d/2$ d) $2d/3$ e) $d/3$

05. Suponha que um carro consiga manter velocidade constante na Rodovia Anhanguera, ligando São Paulo a Campinas. Ele consegue percorrer todo o trecho de 90 km e 1 h. Um segundo carro, com velocidade igual a $2/3$ da velocidade do primeiro, em movimento uniforme, faria o trecho de 60 km de São Paulo a Jundiaí em quanto tempo?

a) 20 min b) 30min c) 40 min d) 60 min e) 90 min

06. (Fuvest- SP) Uma escada rolante de 6 m de altura e 8 m de base transporta uma pessoa da base até o topo da escada num intervalo de tempo de 20s. A velocidade média dessa pessoa, em m/s, é:



a) 0,3 b) 0,5 c) 0,7 d) 0,8 e) 1,0

07. (Cesgranrio-Rj) Uma linha de ônibus urbano tem um trajeto de 25 km. Se um ônibus percorre esse trajeto 58 minutos, a sua velocidade média é aproximadamente:

a) 3,4 km/h b) 50 km/h c) 18 km/h d) 110 km/h e) 60 km/h

08. Fund. Carlos Chagas-SP) Qual a velocidade escalar média, em Km/h de uma pessoa que percorre, a pé, 1200 metros em 20 segundos?

09. (Cesgranrio-Rj) Você faz determinado percurso em 2,0 horas, de automóvel, se a sua velocidade média for 75 km/h. Se você fizesse essa viagem a uma velocidade média de 100 km/h, você ganharia:

a) 75 min b) 35 min c) 50 min d) 30min e) 25min

10. Calcule a velocidade escalar média com que um carro percorre cinco voltas em torno de um lago circular, em 10 minutos. Sabe-se que a pista que orla o lago tem raio de 60 metros. Adote $\pi = 3,1$.

11. Numa estrada brasileira o limite de velocidade é de 120 km/h. Um guarda rodoviário usa como referência visual três placas consecutivas de indicação de quilometragem. Assim de posse de um binóculo e de um cronômetro, passa a fiscalizar automóveis que circulam nesse trecho da estrada.

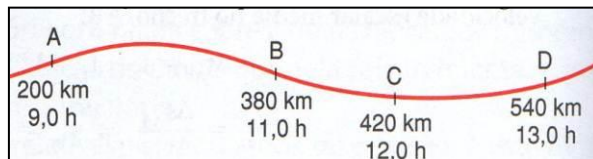


a) Qual é o intervalo de tempo limite (mínimo) para que um carro passe pelas três placas consecutivas sem que seja multado?

b) Um carro vai do km 71 até o km 73 em apenas 45 s. Deveria ser multado?

c) Uma perua vai do km 71 até o km 72 em apenas 32s. Deveria ser multado

12. O desenho ao lado corresponde ao esboço das anotações feitas por um motorista ao longo de uma viagem. Analisando as informações contidas nesse esboço, podemos concluir que a velocidade escalar média desenvolvida pelo motorista entre as cidades *A* e *D* foi:



- a) 90 km/h b) 85 km/h c) 80km/h d) 70 km/h e) 60 km/h

APÊNDICE P – ATIVIDADE 4: GRUPO DE CONTROLE
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Conteúdo Abordado: Velocidade Relativa (Entre Móveis) Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado.

01. O movimento de um carro pode ser representado por meio da equação horária $s = 2,0t - 24$ (no SI). Analise as três proposições abaixo e dê valor verdadeiro (V) ou falso (F):

- I. No instante $t_1 = 5,0$ s a abscissa do móvel é -14 m.
- II. No instante $t_2 = 8,0$ s a abscissa do móvel é zero e o móvel está passando pela origem do eixo das abscissas.
- III. A velocidade escalar média do móvel entre os dois instantes acima é +2,0 m/s.

02. Um veículo de tamanho desprezível percorre uma trajetória e suas posições podem ser determinadas, a cada instante, pela equação horária:

$$s = 1,0 t^2 - 5,0 t + 6,0 \text{ (no SI)}$$

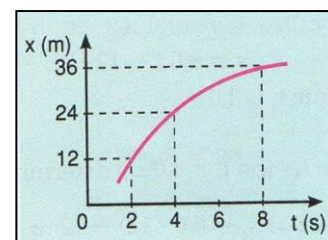
Analise cada uma das três proposições e dê o valor verdadeiro (V) ou falso (F)

- I. Instante $t_1 = 0$ o móvel está passando pelo ponto de abscissa + 6,0m.
- II. No instante $t_2 = 2,0$ o móvel está passando pelo ponto de abscissa zero.
- III. Entre os dois instantes anteriores a velocidade escalar média do veículo é +3,0 m/s.

03. A equação horária da abscissa de um ponto material é $s = 25 - 2,5t$ (no SI). Podemos afirmar que o móvel passa pelo ponto de origem das abscissas no instante:

- a) $t=0$ b) $t=1,0$ s c) $t=2$ s d) $t=3$ s e) $t=10$ s

04. O gráfico abaixo mostra as posições de um ponto material numa trajetória, em função do tempo. Determine a velocidade escalar média entre os instantes $t_1 = 2$ s e $t = 8$ s.

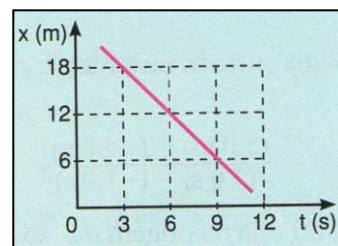


05. O movimento de um ponto material pode ser representado pelo gráfico abaixo. Analise-o e responda:

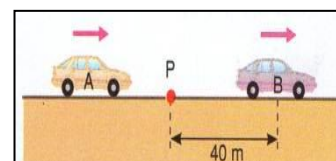
a) Qual é o valor do espaço (abscissa) do ponto material no instante $t_1=3,0s$?

b) Em que instante o móvel passou pelo ponto de abscissa $s_2=6m$?

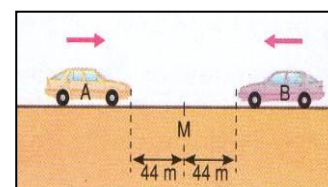
c) Qual é o valor da velocidade escalar média entre os dois instantes anterior?



06. Em $5,0s$ o automóvel A, de velocidade escalar 12 m/s chegará ao ponto P. Em quanto tempo alcançará o carro B, dotado de velocidade escalar $8,0\text{ m/s}$? Considere cada móvel como um ponto material.



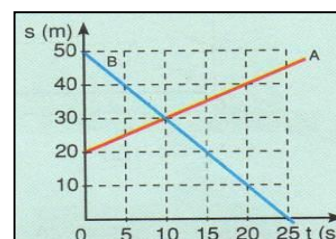
07. A figura representa dois móveis A e B dotados de velocidades de módulos iguais a 10 m/s e 12 m/s , respectivamente. Sabe-se que o encontro deles ocorrerá à esquerda do ponto médio. Considere cada móvel como um ponto material.



a) Determine o intervalo de tempo para que ocorra o encontro.

b) Qual é a distância do ponto de encontro ao ponto médio M?

08. Dois móveis, A e B, percorrem uma mesma trajetória retilínea em sentidos opostos. O diagrama horário de suas posições, na figura ao lado, descreve os seus movimentos. Num determinado instante os dois se cruzam e prosseguem suas viagens.



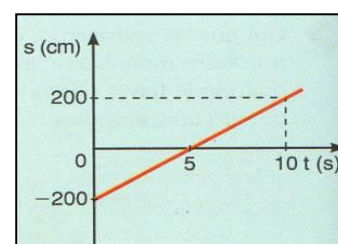
a) Em que instante eles se cruzaram? Qual é a abscissa do local?

b) Decorrido $10s$ do cruzamento, que distância os separa?

c) No instante em que B chega à origem dos espaços, qual é a abscissa de A.

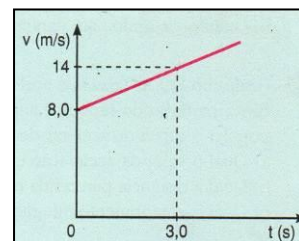
09. (Unitau-SP) O gráfico ao lado mostra como a posição de um corpo varia como o tempo. A velocidade, no instante $t=5s$, vale:

a) zero b) 20 cm/s c) 40 cm/s d) 90 cm/s e) 100 cm/s

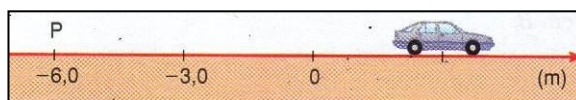


10. O gráfico ao lado mostra a variação de velocidade escalar de um movimento uniformemente variado.

- a) Leia no gráfico a velocidade escalar inicial.
- b) Determine a aceleração escalar.
- c) Classifique o movimento no instante $t=3,0s$



11. Num instante $t=0$ o móvel da figura abaixo passa por P , ponto de abscissa $-6,0$ m, com velocidade escalar $3,0$ m/s. Seu movimento sempre teve aceleração escalar constante igual a $4,0$ m/s².



- a) escreva suas equações horárias.
- b) determine a velocidade escalar no instante $t=1,0$ s.
- c) classifique o movimento no instante $t= 1,0s$.
- d) determine sua abscissa no instante $t= 1,0s$.

ANEXOS

ANEXO A – EMENTÁRIO DO CTIEM
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Curso:	Técnico de nível médio em Informática	Forma:	Integrada
Eixo Tecnológico:	Informação e Comunicação	Período Letivo:	1º ano
Componente:	Física	Carga Horária:	120
Competências			
• Dominar os conceitos relacionados ao estudo dos movimentos; • Construir e interpretar gráficos relacionando grandezas Físicas; • Identificar e aplicar as Leis de Newton ao movimento de translação e ao equilíbrio de partículas; • Definir e aplicar as forças de interação, juntamente com as Leis de Newton na solução de problemas e análise de situações relacionadas à educação no trânsito; • Aplicar as condições de equilíbrio em situações cotidianas; • Aplicar o princípio da conservação da energia mecânica; • Dominar os conceitos, princípios e leis que regem a Mecânica Celeste; • Definir e aplicar os conceitos de pressão e densidade, juntamente com as Leis de Steven, Princípio de Pascal e Arquimedes na solução de problemas e análise de situações; • Aplicar as condições de fluidos em movimentos nas situações cotidianas;			
Base Científica e Tecnológica (Conteúdo)			
UNIDADE I – Cinemática e Dinâmica. • Posição numa trajetória e Referencial; • Velocidade escalar média; • Movimento uniforme (MRU); • Movimento uniformemente variado (MRUV); • Introdução à dinâmica; • Princípio da inércia (primeira lei de Newton); • Princípio fundamental da Dinâmica (segunda lei de Newton); • Princípio da ação-e-reação (terceira lei de Newton); UNIDADE II – Aplicações das leis de Newton • Força peso; • Força normal; • Força de tração;		UNIDADE III – Trabalho e Energia • Introdução ao trabalho; • Trabalho de uma força constante paralela ao deslocamento; • Trabalho de uma força constante não paralela ao deslocamento; • Trabalho de uma força variável; • Trabalho da força peso; • Trabalho da força elástica; • Introdução à energia; • Energia cinética; • Energia potencial gravitacional; • Energia potencial elástica; • Conservação da energia mecânica; • Outras formas de energia	

- Força elástica;
- Força de atrito;
- Empuxo e suas aplicações;
- Princípio de Pascal;

UNIDADE IV – Gravitação Universal e Hidrostática

- Lei de Newton da Gravitação;
- Leis de Kepler;
- Densidade e Pressão;
- Lei de Steven;
- Vasos comunicantes;
- Princípio de Arquimedes;

Bibliografia Básica

BONJORNIO, R. A; BONJORNIO, J.R; BONJORNIO, V.: RAMOS, C. M. **Física Completa**. Vol. Único. 2. ed. São Paulo: FTD, 2001.

SAMPAIO, J.L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física**. v. 1. 2 ed. São Paulo: Atual, 2005.

SAMPAIO, J.L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física**. v. 2. 2 ed. São Paulo: Atual, 2005.

SILVA, C. X; FILHO, B. B. **Coleção Física: aula por aula**. v. 1. 1 ed. São Paulo: FTD, 2010.

SILVA, C. X; FILHO, B. B. **Coleção Física: aula por aula**. v. 2. 1 ed. São Paulo: FTD, 2010.

Bibliografia Complementar

GASPAR, A. **Física**. vol único. São Paulo: Ática, 2000.

RAMALHO, J.F.; NICOLAU, F.G.; TOLEDO, S.A. **Os Fundamentos da Física**. v. 1. São Paulo: Moderna, 2008.

RAMALHO, J.F.; NICOLAU, F.G.; TOLEDO, S.A. **Os Fundamentos da Física**. v. 2. São Paulo: Moderna, 2008.

ANEXO B – TEXTO DE INTRODUÇÃO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Quer
saber?

O que é nanotecnologia e o que ela tem a ver com a nossa vida?

Nanoprojéteis que atacam tumores, mas não intoxicam as células saudáveis. Nanopartículas que atingem um local específico do organismo para administrar com precisão um fármaco. Ficção científica ou realidade? Depois da agricultura, indústria e microeletrônica, a próxima revolução tecnológica já tem nome: nanotecnologia.

Esse novo ramo interdisciplinar do conhecimento humano já é uma realidade palpável e está presente em nosso cotidiano, inclusive em medicamentos e cosméticos. No entanto, seu emprego para a melhoria da saúde humana ainda é motivo de discussão em vários setores da sociedade. E você, leitor, está preparado para a nanotecnologia?

No filme *Querida, encolhi as crianças*, que passou nos cinemas na década de 1990, o cientista Wayne Szalinsky (interpretado pelo ator canadense Rick Moranis) inventa uma máquina que, por acidente, encolhe seus filhos e os do vizinho até o tamanho de insetos. Perdidos no jardim da própria casa, os personagens deparam-se com perigos fantásticos, como tempestades e a ameaça de serem devorados por formigas gigantes e outros “monstros”.

Um novo mundo? Nem tanto. Em ambas as escalas de tamanho (do metro, no caso das crianças no início do filme, e do centímetro, após sua redução accidental), a força gravitacional e a força de atrito predominam.

E se o equipamento estivesse ajustado para reduzi-los ainda mais? Que tal mil vezes mais que o tamanho de um grão de areia? Esse, sim, seria um mundo bem diferente daquele que costumamos vivenciar. Nele, o papel da força de gravidade é praticamente inexistente. Trata-se de um mundo dominado pelas forças de van der Waals, responsáveis, por exemplo, pela capacidade de as lagartas e os insetos andarem pelas paredes. Os personagens do filme estariam em movimento aleatório (também conhecido como movimento browniano), ou seja, eles se chocariam uns com os outros e com qualquer coisa ao redor deles ininterruptamente (e não seria por vontade própria!).

Mas por que isso poderia ocorrer? Porque os personagens teriam sido reduzidos até a escala do nanômetro. Nela, os materiais têm propriedades únicas.

O prefixo “nano” deriva da palavra grega “anão”, correspondendo a um termo técnico usado em qualquer unidade de medida (de comprimento, área, massa, volume etc.) para indicar um bilionésimo dessa unidade. Por exemplo, um nanômetro equivale a um bilionésimo de um metro.

12 756 000 m



0,024 m



0,000 000 001 m
(diâmetro)

A proporção entre a Terra e uma moeda de R\$ 1 é aproximadamente igual à proporção entre uma moeda de R\$ 1 e uma nanopartícula. Isso significa que, se uma moeda fosse colocada no chão e o planeta Terra fosse reduzido até o tamanho da própria moeda, esta última passaria a ter o tamanho de uma nanopartícula.

A miniaturização de pessoas e coisas, como descrita acima, é pura ficção. Mas os fenômenos apresentados são reais. O estudo das propriedades dos materiais na escala do nanômetro é chamado nanociência. Quando esse conhecimento é empregado para a obtenção e o controle de nanomateriais com objetivos práticos e comerciais, é chamado nanotecnologia.

A lista completa das aplicações potenciais da nanotecnologia é vasta e diversificada. Mas, sem dúvida, um de seus maiores impactos na sociedade ocorrerá na área médica. Quando a nanotecnologia é aplicada às ciências da vida, é conhecida como nanobiotecnologia ou nanomedicina.

Fonte: *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, n. 255, v. 43, dez. 2008, p. 26 a 31. Extraído do site: <<http://cienciahoje.uol.com.br/134628>>. Acesso em: 27 jul. 2009.

Fonte: Silva e Filho (2010).

ANEXO C – TEXTO DE INTRODUÇÃO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATÊS MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**Quer
saber?**

Como foi o desenvolvimento da medida do tempo?

No mundo físico, grandezas como dimensões, distâncias ou medidas do tempo sempre desafiaram o homem. Os vestígios e registros históricos indicam que as formas de medir foram evoluindo de acordo com as necessidades sociais de cada época.

Observando algumas regularidades que ocorriam na natureza, como as estações do ano, as fases da Lua e o aparente movimento do Sol, o ser humano passou a associar o movimento dos corpos

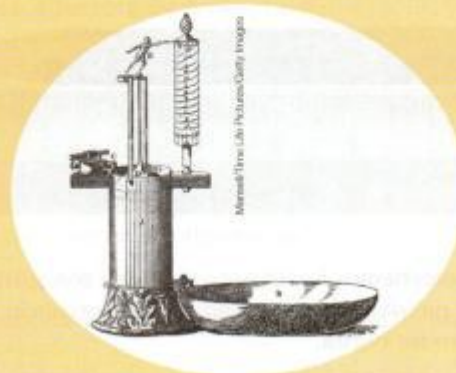
celestes ao decorrer do tempo. É provável que dessa associação tenha surgido um dos primeiros instrumentos para medir o tempo, o relógio de sol, denominado pelos gregos de *gnômon*.

O relógio de sol possibilitou a divisão do dia em horas, com a desvantagem de não poder ser usado sem a luz solar. Surge então o relógio de água, denominado clepsidra. Esse instrumento sofreu modificações técnicas, de forma a permitir uma medição do tempo com maior precisão. Nesse tipo de relógio, o tempo era medido pelo volume de água escoado através de um pequeno orifício de um recipiente menor para um maior que se encontrava em uma altura inferior.

Na impossibilidade de contar com os relógios mecânicos, o homem buscava nos recursos naturais (Sol, água, areia) alternativas para medir o tempo. Assim, além dos relógios de sol e de água, também desenvolveu o relógio de areia, denominado ampulheta. O nome ampulheta deriva de *ampulla*, que significa redoma. Em algumas telas artísticas, a ampulheta foi usada para simbolizar a transitoriedade da vida.

Outro avanço tecnológico, na tentativa de medir o tempo, foi o relógio mecânico. Embora seja difícil precisar o advento do relógio mecânico, nos séculos XVI e XVII, sofisticados modelos eram utilizados nas navegações marítimas. Esses relógios mecânicos tinham sistemas que permitiam que eles não fossem desregulados com o sacolejar das ondas.

Nas primeiras décadas do século XX, com o advento do radar e das telecomunicações, os relógios mecânicos já representavam um recurso tecnológico cuja precisão não era satisfatória e novamente as necessidades da época motivaram a construção dos relógios de quartzo. Com esse novo recurso, foi possível substituir as oscilações mecânicas por oscilações eletrônicas, devido a certas propriedades elétricas dos cristais de quartzo. Esse avanço trouxe uma precisão maior para as medidas de tempo. E, por fim, os relógios atômicos, que usam as ressonâncias dos átomos como parâmetro para medir tempo e frequência, podem superar as deficiências dos osciladores de quartzo. Nesse sentido, a grande vantagem do relógio atômico está na sua reprodutibilidade, isso se considerarmos que todos os átomos de determinado elemento são idênticos, independente do local do Universo.



ANEXO D – TEXTO DE INTRODUÇÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Quer
saber?

Como o beija-flor paira no ar?

Apenas a velocidade das batidas das asas do beija-flor explica as manobras que ele é capaz de fazer no ar?

A rapidez com que um beija-flor bate as asas, com registros de 50 a 80 batidas por segundo, tem papel relevante nas manobras feitas por esse pássaro, porém não é o único fator.

O movimento das asas dos pássaros geralmente se dá para cima e para baixo (direção vertical). No caso do beija-flor, a articulação de suas asas permite que ele se movimente para a frente e para trás (na direção horizontal), descrevendo uma trajetória semelhante a um oito.

Dessa forma, as asas provocam um deslocamento de ar, semelhante a um redemoinho, o que permite que ele paire no ar, na mesma posição, sem necessitar de apoio. Assim, ele pode alcançar seus alimentos com maior facilidade.

A agilidade desse pássaro requer que ele tenha uma boa musculatura. Além disso, necessita de um coração vigoroso, com frequências que variam entre 480 batimentos por minuto em repouso e 1 260 batimentos por minuto em voo.






deslocamento da asa para trás

a asa gira ao chegar atrás

deslocamento da asa para a frente

a asa gira ao chegar à frente

O beija-flor teve sua origem na América do Sul, e hoje há espécies espalhadas em todo o continente. Existem cerca de 300 espécies, conhecidas por muitos outros nomes, como chupa-flor, chupa-mel, colibri, cuitelo, guanambi e pica-flor.

É a menor ave da natureza, e o beija-flor abelha, encontrado em Cuba, é o menor deles, com aproximadamente 6,0 centímetros e 2,0 gramas, segundo o *Guinness*.

Fonte: Silva e Filho (2010).

ANEXO E – EQUAÇÕES ESTATÍSTICAS UTILIZADAS
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

$n_1 = \text{tamanho da amostra 1}; \quad n_2 = \text{tamanho da amostra 2};$ $\bar{X}_1 = \sum X_1 / n_1; \quad \bar{X}_2 = \sum X_2 / n_2;$ $s_{dif} = \sqrt{\left(\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)};$ $t = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / s_{dif};$ $gl = n_1 + n_2 - 2.$	Teste <i>t-Student</i>
a) quando o número de observações for ímpar: $Md = \text{valor da posição } \left(\frac{n+1}{2} \right);$ b) quando o número de observações for par: $Md = \text{média dos valores das posições } \left(\frac{n}{2} \right) \text{ e } \left(\frac{n}{2} + 1 \right).$	Mediana
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}.$	Média Aritmética
$s^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \text{ ou } s^2 = \frac{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 / n}{n - 1}.$	Variância
$s = \sqrt{s^2}.$	Desvio Padrão
$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}}.$	Erro Padrão
$CV = \frac{s}{\bar{X}} \times 100.$	Coefficiente de Variação (%)
$Z = \frac{CV_1 - CV_2}{\sqrt{\left(\frac{V_p^2}{n_1 - 1} + \frac{V_p^2}{n_2 - 1} \right) (0.5 + V_p^2)}}; \quad V_p^2 = \frac{(n_1 - 1)CV_1 + (n_2 - 1)CV_2}{n_1 + n_2 - 2};$ $p\text{-valor} = 2 \times (1 - \Phi(z)).$	Coefficiente de Variação

Fonte: Software BioEstat, 5.0.