



Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão
Instituto de Física e Química
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



USO DO *MODELLUS* NO ENSINO DAS LEIS DE KEPLER

ELITON DONIZETE DE SOUZA

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

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro

Catalão - GO

Fevereiro – 2016

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

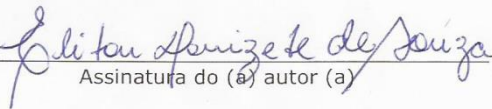
Nome completo do autor: Eliton Donizete de Souza

Título do trabalho: USO DO *MODELLUS* NO ENSINO DAS LEIS DE KEPLER

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento **SIM** **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (s) autor (a)

Data: 30 / 09 / 2016

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

USO DO *MODELLUS* NO ENSINO DAS LEIS DE KEPLER

ELITON DONIZETE DE SOUZA

Orientador

Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro

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

Aprovada por:

Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro

Prof. Dr. Wagner Wilson Furtado

Prof. Dr. Eduardo Sérgio de Souza

Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha

Catalão – GO

Fevereiro, 2016

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Donizete de Souza, Eliton
Uso do Modellus no Ensino das Leis de Kepler [manuscrito] / Eliton
Donizete de Souza. - 2016.
xi, 60 f.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Regional
Catalão, Programa de Pós-Graduação em Física, Catalão, 2016.
Bibliografia. Apêndice.
Inclui fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Modellus. 2. modelagem. 3. simulação. 4. Ensino de Física. I.
Alexandre de Castro, Paulo, orient. II. Título.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física



Relatório de Defesa de Dissertação
Candidato: **Eliton Donizete de Souza**

Aos 16/02/2016 às 14:00 horas, realizou-se na Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão a Defesa de Dissertação de Mestrado sob o título: “**Estudo Comparativo do Processo de Ensino-Aprendizagem de Ciências Utilizando Modells**” apresentada pelo candidato: **Eliton Donizete de Souza**. Ao final dos trabalhos a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

Participantes da Banca:	Função	Instituição
Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro	Presidente	UFG – Catalão
Prof. Dr. Wagner Wilson Furtado	Titular	UFG - Goiânia
Prof. Dr. Eduardo Sérgio de Souza	Titular	UFG - Catalão
Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha	Titular	UFG - Catalão

Resultado Final: APROVADO

Parecer da Comissão Julgadora:

APROVADO COM SUGESTÕES DE APRIMORAMENTO DO TRABALHO.

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar eu Michelle Aparecida Machado representante do Programa de Pós Graduação em Ensino de Física lavrei o presente relatório que será assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.

Paulo A. de Castro
Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro

Wagner Wilson Furtado
Prof. Dr. Wagner Wilson Furtado

Eduardo Sérgio de Souza
Prof. Dr. Eduardo Sérgio de Souza

Jalles Franco Ribeiro da Cunha
Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha

Michelle Aparecida Machado
Representante do PPG Michelle Aparecida Machado

() Não houve alteração no título. (X) Houve. O novo título passa a ser:

Uso de Modells no ensino das leis de Kepler

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Universidade Federal de Goiás
Regional Catalão – Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário – CEP: 75.704-020
Fone: (64) 3441-5393

Dedico esta dissertação a minha filha Danielle a minha Mãe Anezina e a minha esposa Vilma.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter-me dado essa oportunidade e a perseverança nos momentos mais difíceis ao longo do curso.

A minha filha que sempre me incentivou a fazer este mestrado.

A minha esposa, que teve a paciência e compreensão de minha ausência de casa nas sextas e sábados durante o tempo que tive que cursar as disciplinas.

Agradeço imensamente ao Prof. Paulo Alexandre de Castro inicialmente por me aceitar como seu orientando e cito mais: por ter me ajudado na escolha do tema a ser desenvolvido nessa dissertação, pela paciência e dedicação que teve comigo ao longo de todo o mestrado, por me atender de imediato sempre que precisava de algo relacionado a este trabalho.

Agradeço aos meus colegas de turma que muito me ajudaram ao longo do curso e que sempre me faziam estar motivado.

Agradeço a todos os (as) professores (as), sejam eles (as), desde o primário até os professores do mestrado, pois sem a ajuda de todos eles não seria possível ter chegado aonde cheguei.

Agradeço aos meus alunos do ensino médio do ano de 2015 que participaram no desenvolvimento deste trabalho, pois sem eles não seria possível o levantamento dos dados e conseqüentemente a geração das informações úteis para confirmação das hipóteses no qual se baseia esta dissertação.

Agradeço também a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa no período do mestrado e a SBF (Sociedade Brasileira de Física) pelo suporte e gestão do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), pois sem ela nada disso seria possível.

RESUMO

USO DO *MODELLUS* NO ENSINO DAS LEIS DE KEPLER

Eliton Donizete de Souza

Orientador:

Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro

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

O objetivo desta dissertação foi o de fazer um estudo comparativo entre dois métodos de ensino de física para ensinar o tópico/assunto de Leis de Kepler. O primeiro método utilizado foi o tradicional quadro/giz, e o segundo foi um método complementar (alternativo/inovador) em que se utilizou o programa de modelagem e simulação *Modellus*, para auxiliar os alunos na busca de saneamento das suas dificuldades, a fim de que esses pudessem aprender efetivamente, por exemplo, as trajetórias e movimentos dos planetas/satélites etc.. Para tanto, uma pesquisa foi desenvolvida fazendo uso de oito turmas de 3º ano do ensino médio, de uma escola estadual de Uberlândia-MG. Inicialmente foram ministradas aulas, para todas as turmas, das Leis de Kepler pelo método tradicional quadro/giz e em seguida a aplicou-se um teste para verificação de aprendizagem, na sequência foi ministrada, também para todas as turmas, uma aula também do assunto Leis de Kepler, mas utilizando os programas criados no *Modellus* e então um segundo teste foi aplicado. Após esta sequência de atividades aplicou-se um questionário para investigar o grau de satisfação dos alunos quanto ao método alternativo/inovador de ensino. Da análise dos dados coletados dos dois testes e o do questionário, foi possível verificar que houve uma melhoria efetiva no rendimento dos alunos após o uso do método alternativo/inovador.

Palavras-chave: *Modellus*, modelagem, simulação, Ensino de Física.

Catalão - Go

Fevereiro, 2016

ABSTRACT

USING *MODELLUS* TO TEACH THE LAWS OF KEPLER

Eliton Donizete de Souza

Advisor: Prof. Dr. Paulo Alexandre de Castro

Master's degree dissertation submitted to Graduate Program of the Federal University of Goiás - Regional Catalão in the National Professional Master Course of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's Degree in Physics Teaching .

The goal of this work was to make a comparative study between two physical education methods to teach the topic / subject of Kepler's Laws. The first method used was the traditional blackboard / chalk, and the second was a complementary method (alternative / innovative) which the modeling and simulation program *Modellus* was used to assist students in clarifying their doubts in order to learn affectively, for example, the paths and movements of the planets / satellites, etc. For this purpose, a research study was developed making use of eight 3rd year high school classes in a state school in Uberlândia- MG. Initially, some lessons were taught to all classes about Kepler's Laws by the traditional method blackboard/chalk and then an exam was given for learning verification. Another class with the subject of Kepler's Laws was taught, to all classes too, but now using the created programs in *Modellus* and then a second exam was given. After this sequence of activities, a questionnaire was given to investigate the degree of student's acceptance regarding the alternative/innovative teaching method. The analysis of the collected data from both exams and the questionnaire showed that there was a significant improvement in student's achievement after using the alternative / innovative method.

Keywords: *Modellus* , modeling , simulation, Physics Teaching .

Catalão-Go

February, 2016

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1-Tabela com as notas dos alunos obtidas no teste 1 e teste 2 das turmas 3° G, 3° H e 3° I	23
Tabela 5.2-Tabela com as notas dos alunos obtidas no teste 1 e teste 2 das turmas 3°J, 3° K e 3° L	27
Tabela 5.3-Tabela com as notas dos alunos obtidas no teste 1 e teste 2 das turmas 3°M e 3° N	30
Tabela 5.4-Tabela com o total de cada item Likert da escala Likert da turma 3° G.....	32
Tabela 5.5-Tabela com o total de cada item Likert da escala Likert da turma 3° H.....	33
Tabela 5.6-Tabela com o total de cada item Likert da escala Likert da turma 3° I.....	34
Tabela 5.7-Tabela com o total de cada item Likert da escala Likert da turma 3° J.....	36
Tabela 5.8-Tabela com o total de cada item Likert da escala Likert da turma 3° K.....	37
Tabela 5.9-Tabela com o total de cada item Likert da escala Likert da turma 3° L.....	38
Tabela 5.10-Tabela com o total de cada item Likert da escala Likert da turma 3° M.....	39
Tabela 5.11-Tabela com o total de cada item Likert da escala Likert da turma 3° N.....	40
Tabela 5.12-Tabela das discrepâncias de Notas	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - TELA CAPTURADA DA PÁGINA DE ABERTURA DO <i>MODELLUS</i> 2.5.....	14
FIGURA 2 – PÁGINA PRINCIPAL DO <i>MODELLUS</i> E SUAS SUB-JANELAS	14
FIGURA 3 – MAPA CONCEITUAL COM AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO <i>MODELLUS</i>	17
FIGURA 4.1 – O PROGRAMA LEI_2.MDL EM EXECUÇÃO	19
FIGURA 4.2 – O PROGRAMA TERRA_LUA_2SAT.MDL EM EXECUÇÃO	19
FIGURA 4.3 – O PROGRAMA LEI_1 EM EXECUÇÃO	20
FIGURA 4.4 – O AUTOR DURANTE UMA EXPLICAÇÃO	20
FIGURA 5.1 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3º G	24
FIGURA 5.2 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3º H	25
FIGURA 5.3 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3º I	26
FIGURA 5.4 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3º J	27
FIGURA 5.5 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3º K	28
FIGURA 5.6 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3º L	29
FIGURA 5.7 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3º M.....	31
FIGURA 5.8 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3º N	31
FIGURA 5.9 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ÍTEM LIKERT DA TURMA 3º G.....	33
FIGURA 5.10 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ÍTEM LIKERT DA TURMA 3º H.....	34
FIGURA 5.11 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ÍTEM LIKERT DA TURMA 3º I.....	35
FIGURA 5.12 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ÍTEM LIKERT DA TURMA 3º J.....	36
FIGURA 5.13 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ÍTEM LIKERT DA TURMA 3º K.....	37

FIGURA 5.14 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ÍTEM LIKERT DA TURMA 3° L.....	39
FIGURA 5.15 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ÍTEM LIKERT DA TURMA 3° M.....	40
FIGURA 5.16 – GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ÍTEM LIKERT DA TURMA 3° N.....	41

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Introdução.....	1
Capítulo 2 - Ensino de Física utilizando <i>Modellus</i>	6
Capítulo 3 - <i>Modellus</i>	12
3.1 - Estrutura do <i>Modellus</i>	13
3.2 - Características do <i>Modellus</i>	15
Capítulo 4 - Metodologia.....	18
4.1 – Processo de Ensino Tradicional Quadro/giz Aula Dialogada	19
4.2 - Processo de ensino com o emprego do <i>Modellus</i>	19
4.3 – Questionário Investigativo de Satisfação	20
Capítulo 5 - Resultados e Discussões.....	22
5.1 Resultados dos gráficos e tabelas (Base de Dados: Pré-Teste e Pós-Teste).....	22
5.1.1 Gráficos e Tabelas das turmas 3ºG, 3ºH e 3ºI.....	23
5.1.2 Gráficos e Tabelas das turmas 3ºJ, 3ºK e 3ºL.....	26
5.1.3 Gráficos e Tabelas das turmas 3ºM e 3ºN	29
5.2 Resultados dos gráficos e tabelas (Base de Dados: Questionário de Satisfação).....	32
Capítulo 6 - Considerações Finais.....	44
Referências	46
Apêndice	49
Apêndice 1 - Teste -1 (Aplicado logo após as aulas de Gravitação Universal utilizando quadro/giz) ..	50
Apêndice 2 - Teste – 2 (Aplicado logo após as aulas de Gravitação Universal utilizando o projetor multimídia e os programas desenvolvidos no <i>Modellus</i>).....	54
Apêndice 3 – Questionário Investigativo de Satisfação.....	58

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A crescente desmotivação dos alunos pelo ensino, e em especial pelas disciplinas de ciências (física, matemática, química etc.), com implicações no respectivo baixo aproveitamento/baixa eficiência nas avaliações, tem preocupado os estudiosos na área da aprendizagem e por mais que se estude o assunto, a cada ano que passa este problema se agrava.

Trabalhando há mais de dezesseis anos como professor no ensino de física, tem sido possível perceber um aumento gradativo de desinteresse por parte dos alunos pelos estudos de física ao longo desses anos. Alguns trabalhos buscam soluções para entender este problema de desinteresse do aluno na aprendizagem de Física, como o de (CLEMENT ET AL., 2014) que estudou o nível de motivação dos alunos utilizando a escala Likert com a pergunta inicial: “Porque eu faço as atividades nas aulas de física?”, possibilitando conclusões como:

[...] torna-se possível conhecer e compreender características importantes dos diferentes níveis de regulação do comportamento dos estudantes para efetuarem as atividades nas aulas. A partir do conhecimento destes dados será possível elaborar proposições didático-pedagógicas efetivas para a promoção da motivação autônoma em sala de aula. (CLEMENT AT AL., 2014).

Se a cada ano que passa se agrava ainda mais a desmotivação dos alunos na aprendizagem de física, quase que imediatamente na cabeça dos alunos, pais e gestores do ensino surgem perguntas como: “De quem é a culpa?” “dos professores?”, “dos alunos?”, “das instituições de ensino?”, “das políticas educacionais do governo?” ou a resposta seria uma combinação de todos esses agentes? A resposta à primeira pergunta tem se mostrado complexa, pois na maioria das vezes cada parte tem sua parcela de culpa. Vamos levantar alguns fatores de responsabilidade/culpabilidade do lado dos professores e alunos. Pelo lado dos professores alguns fatores influenciam a sua responsabilidade/culpabilidade como:

- Muitos deles não se atualizam em novas práticas pedagógicas, ora por negligência, ora por falta de tempo e oportunidades oferecidas a ele por parte das instituições onde lecionam;
- Muitos professores por acomodação adotam as mesmas metodologias de ensino as quais foram sujeitos enquanto estudantes;

- Muitos professores não fazem uso das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) que poderiam enriquecer conteúdo e o modo visual das aulas ministradas, proporcionando assim um novo modo de se comunicar com os alunos.

Já pelo lado dos estudantes alguns fatores colaboram para a sua culpabilidade no desinteresse nos estudos de física:

- Uma má formação matemática nos primeiros anos de ensino;
- O aluno não interage com o professor ou com os colegas por medo ou vergonha.
- Falta de responsabilidade no que diz respeito a estudar o conteúdo a ele ensinado no período extraclasse.

O problema do desinteresse dos alunos existe, e o que é mais preocupante é um problema que envolve muitas variáveis, e como tal, é complexo e exige tempo e grandes esforços para se resolver. Visto que, o problema não está centrado apenas nos alunos, mas também nos professores, nas instituições de ensino e nos processos educacionais vigentes. Assim, cabe aos professores buscarem praticas pedagógicas inovadoras, e muitas vezes até mesmo ousadas, e em ter coragem e disposição de, uma vez detectada as dificuldades/problemas, pensar e desenvolver um conjunto de práticas pedagógicas e atividades para minimizá-las ou se possível saná-las.

Aliado aos vários outros fatores de desinteresse apontados por alunos que cursam disciplinas de Física, são apontadas o fato de ela ser uma disciplina repleta de fórmulas matemáticas e conceitos abstratos que, na maioria das vezes, envolvem processos dinâmicos, ou seja, conceitos ligados a movimentos, como por exemplo, o estudo de gravitação universal, tendo o aluno, portanto de interpretar algo sem observar ou mesmo ver um dado estado físico sem movimento. O estado de movimento de um dado objeto a ser observado é de fundamental importância para a compreensão do observador ao objeto descrito. Os métodos tradicionais de ensino são frequentemente apontados como uma das possíveis dificuldades na interpretação dos movimentos dos corpos. Algumas alternativas aos métodos tradicionais estão frequentemente ligadas/associadas às Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs).

Esse trabalho teve como proposta verificar se é possível minimizar (e o quanto) o problema das dificuldades dos alunos em não compreender alguns conceitos, ou partes deles, relacionados ao tópico gravitação universal, em particular as Leis de Kepler, causados por vezes, pela capacidade de não se poder realizar experiências em laboratórios que comprovem ou demonstrem movimentos dos corpos previstos pela teoria. Foram realizadas aulas com auxílio de um computador e projetor multimídia utilizando o software livre *Modellus*, que será apresentado no capítulo 3, como uma ferramenta computacional para simular os movimentos orbitais dos planetas/satélites, dando assim oportunidade ao aluno de ver e compreender melhor os aspectos dinâmicos da representação dos fenômenos físicos envolvidos na gravitação universal.

Ao se utilizar o *Modellus* como uma ferramenta complementar ao ensino de gravitação universal para minimizar as dificuldades dos alunos em entender os movimentos orbitais dos planetas/satélites, foi lançada a seguinte hipótese geral para essa dissertação:

Programas de modelagem matemática e que realizam animações visuais, são ferramentas didáticas, juntamente com as aulas teóricas, capazes de causarem uma melhoria no estudo de gravitação universal promovendo uma maior disposição e capacidade de interpretação dos movimentos dos corpos celestes ou satélites artificiais.

O objetivo geral dessa dissertação para a verificação da hipótese é a criação e aplicação de quatro programas com caráter exploratório, **Lei_1.mdl** que aborda conceitos relacionados com a Primeira Lei de Kepler, **Lei_2.mdl** que aborda conceitos relacionados com a Segunda Lei de Kepler, **Lei_3.mdl** e **Terra_Lua_e_2Sat.mdl** ambos abordam conceitos da Terceira Lei de Kepler, criados no software de modelagem e simulação *Modellus*, para ajudar os alunos enfrentarem os problemas encontrados no estudo da gravitação universal.

Com o intuito de se alcançar o objetivo geral do trabalho apresentou-se os seguintes objetivos específicos:

- Criar e aplicar um teste (Teste 1) para avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos depois uma abordagem teórica (quadro-giz) do conteúdo de gravitação universal para se detectar as deficiências dos alunos.

- Ministrar aulas práticas utilizando projetor multimídia e aplicar os quatro programas criados no *Modellus* explorando suas características para sanar/diminuir as deficiências dos alunos detectadas no Teste 1.
- Criar e aplicar um segundo teste (Teste 2) para avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos depois de terem visto as aulas desenvolvidas no *Modellus*.

Nessa dissertação adotou-se uma metodologia que contempla dois processos de ensino-aprendizagem, no primeiro processo uma aula tradicional foi ministrada para mostrar aos alunos os conceitos, leis e fórmulas no estudo da gravitação universal tópico: leis de Kepler, e então foi aplicado um teste para verificação da aprendizagem, com os resultados deste teste em mãos, foram observadas as deficiências e lacunas deixadas pelo método tradicional. Para complementação de aprendizagem, um segundo processo foi adotado, onde foi realizada uma aula na sala de informática, em que foi utilizado um projetor multimídia e utilizando quatro programas que desenvolvidos no *Modellus* simulavam por meio de animações os mesmos tópicos apresentados na aula tradicional. Logo após esta aula com a utilização do *Modellus*, um segundo teste foi aplicado para fins de comparação e verificação de melhoras na aprendizagem entre os dois processos de aprendizagem.

Buscou-se mostrar neste trabalho que o uso do *Modellus* pode ser um complemento/auxiliar ao ensino-aprendizagem de física, visto que o processo tradicional ‘quadro e giz’ ainda é/será necessário para o aprendizado do aluno e é importante lembrar que se pode aprender física com uso associado do *Modellus* e não do uso exclusivo dele.

Esta dissertação foi estruturada em cinco capítulos e dispostos na seguinte ordem:

- Capítulo 1 – Introdução, onde são abordados os temas relacionados às dificuldades dos professores e alunos quanto ao ensino e a aprendizagem de física; apresentar o objetivo geral e específico da pesquisa realizada e formular a hipótese geral; apresentar a estrutura/organização do presente trabalho.

- Capítulo 2 – Ensino de Física utilizando *Modellus*, onde foi feita a revisão da literatura buscando na internet dissertações e artigos de revistas de pesquisas da área de ensino de ciências os relatos envolvendo a aplicação do *Modellus* e que contribuíram para a melhoria da aprendizagem no estudo de física, química e matemática para o ensino médio e superior.
- Capítulo 3 – *Modellus*, este capítulo mostra as características do software *Modellus* de criar e explorar modelos matemáticos capazes de realizar animações na tela do computador e seus ambientes úteis para o ensino de física.
- Capítulo 4 – Metodologia, este capítulo apresenta a metodologia empregada; o local e os participantes da pesquisa e os instrumento de recolha de dados.
- Capítulo 5 – Resultados e Discussões, este capítulo apresenta os resultados quantitativos e qualitativos da pesquisa por meio uma estatística mostrada por gráficos e tabelas; relatos dos participantes.
- Capítulo 6 – Considerações Finais, baseado nos resultados obtidos na pesquisa é feito um diagnóstico do aproveitamento do software *Modellus* para uma melhora no ensino-aprendizagem de física; utilização de trabalhos futuros com o *Modellus* em outras áreas do ensino de ciências.

No pós-texto estão as referencias bibliográficas, e o apêndice.

CAPÍTULO 2 - ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO *MODELLUS*

Neste capítulo foi feita a revisão da literatura com base em dissertações e artigos de revistas de pesquisas da área de ensino de ciências, que tratam de assuntos correlatos, envolvendo a aplicação do programa *Modellus* e que estudaram a contribuição desse programa para a melhoria da aprendizagem no estudo de áreas da física, química e matemática nos ensinos médio e superior.

Da área da química encontramos o artigo apresentado na RENOTE: revista novas tecnologias na educação. Vol. 6, n. 2 (2008), 10 f., 2008 de COSTA E PASSERINO (2008), com o título: *Uma proposta pedagógica para o uso da modelagem computacional no curso de licenciatura em química do CEFET Campos*. O público alvo deste trabalho foi 13 alunos do curso de Licenciatura em Química do CEFET Campos-RJ, o *Modellus* foi utilizado para investigar a contribuição da simulação e modelagem computacional no processo de ensino-aprendizagem do tema: gases reais. Visto que o modelo do gás ideal nem sempre atende algumas características para um determinado sistema gasoso, algumas equações que descrevem os gases reais são criadas através da utilização de dados empíricos para se corrigir a discrepância do modelo do gás ideal. O *Modellus* é capaz de modelar, simular e interpretar estas equações tornando-se uma ferramenta útil para o estudo dos gases ideais. Para se atingir a proposta deste trabalho foi realizado um pré-teste diagnósticos com os alunos, em seguida os alunos trabalharam com o *Modellus* realizando simulações com as equações dos gases e suas representações gráficas, em seguida foi aplicado para os alunos um pós-teste com as mesmas questões do pré-teste. Os resultados comparativos entre o pré-teste e o pós-teste mostraram evidências no aumento da compreensão dos alunos dos conceitos e das representações matemáticas dos modelos estudados dos gases reais e ideais.

Novamente na área da química encontramos o artigo apresentado no XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, p. 1-4, 2005 de BALEN E NETZ (2005), com o título: *Utilizando a modelagem e a simulação computacional no estudo do comportamento dos gases*, neste trabalho o *Modellus* serviu para criar uma modelagem e simulação computacional que auxiliou estudantes universitários na aprendizagem de processos físico-químicos como a compreensão de conceitos associados ao modelo de gás ideal e na sua comparação com o comportamento dos gases reais e também

identificar características das propriedades microscópicas e macroscópicas de um sistema gasoso. Os estudantes foram divididos em dois grupos, o primeiro grupo composto de 46 alunos tiveram atividades computacionais de modelagem e simulação orientada por um tutorial, enquanto o segundo grupo composto por 30 outros alunos teve apenas aula expositiva e dialogada. Os dois grupos foram submetidos a um pré-teste e a um pós-teste sendo que o grupo que teve as atividades com modelagem e simulação computacional se sobressaiu na compreensão dos conceitos de gás ideal e gás real, diferença essa verificada por análise estatística.

Na mecânica, uma subárea da física, encontramos a Dissertação entregue ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática - Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande em 2011, dissertação de DE FIGUEIREDO MELO (2011), com o título: *O software Modellus e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem do movimento retilíneo uniforme e do movimento uniforme variado*, nesta dissertação a autora desenvolveu atividades exploratórias com um grupo alvo de 12 alunos de 1º ano do ensino médio de uma escola pública de Campina Grande, na Paraíba, utilizando o *Modellus* para criar modelos matemáticos, simulações e animações dos movimentos MRU e MRUV, criando assim experimentos virtuais que preenchem a falta de experiências de laboratórios não vistas no ensino fundamental e ensino médio por falta de recursos ou não existência de laboratórios, tais atividades promoveram uma maior motivação dos alunos para aprender as fórmulas, funções e gráficos dos movimentos MRU e MRUV.

Ainda na mecânica encontramos a Dissertação entregue ao Mestrado da Universidade Federal de São Carlos - Centro de Ciências Exatas em 2015, dissertação de BARSOTTI (2015), com o título: *Uso de ferramentas tecnológicas no ensino de física para o ensino médio: Modelagem matemática a partir do software Modellus*, nesta dissertação foi realizada com o estudo de caso com 21 alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola particular da cidade de Rio Claro no interior de São Paulo, onde foi utilizado o software *Modellus 4.01* para realizar modelagens matemáticas e simulações no estudo dos movimentos MRU e MRUV, a autora não se preocupou somente no aspecto de melhoria no processo de aprendizagem de física para os tópicos escolhidos, mas também com a viabilidade ou não do uso de ferramenta computacional com modelagem matemática no ensino médio, uma vez que poucos são os registros/relatos encontrados de sua utilização efetiva em sala de aula. Na dissertação verifica-se, por meio de comparações entre os resultados dos questionários diagnósticos

e avaliativos dos conceitos trabalhados e relatos dos alunos participantes, que houve uma melhora na aprendizagem dos conteúdos estudados.

Na óptica, outra subárea da física, encontramos a Dissertação entregue ao Mestrado Interunidades em Ensino de Ciências – área de concentração – ensino de Física da Universidade de São Paulo em 2015 de OLIVEIRA (2009), com o título: *O software Modellus e sua possibilidade para desafiar as concepções de senso comum em óptica*, nesta dissertação a autora utiliza o *Modellus* para o estudo de formação de imagens nos espelhos côncavos, a pesquisa foi realizada com alunos do primeiro ano de licenciatura em Física de uma faculdade particular. Este trabalho visou minimizar as dificuldades dos estudantes no ensino de óptica, em particular na formação de imagens nos espelhos côncavos e mudar as barreiras conceituais apontadas nas concepções de senso comum, para tal foram criadas simulações onde os estudantes se confrontavam com situações onde estes não eram capazes de explicar por completo um determinado fenômeno físico baseado nas suas concepções prévias acerca do assunto. As simulações criadas tentaram mostrar aos estudantes dois aspectos importantes na formação das imagens: a importância de se conhecer a posição do observador para ver a imagem formada e o local onde as imagens são formadas sendo estas duas características concepções de senso comum motivos de erros na interpretação da formação das imagens nos espelhos.

Na área da Matemática, com uma contribuição/parcela da Física, encontramos o trabalho publicado a Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 6, n. 3, p. 38-53, 2015 de SOARES E CATARINO (2015), com o título de: *Modelação e Simulação do enchimento de recipientes usando Modellus*, neste trabalho o *Modellus 4.01* foi utilizado para criar modelos de como seriam o enchimento de recipientes de diferentes formatos e que mostram gráficos e representações em 3D de como as alturas das superfícies livres de um líquido evoluem no tempo. Do ponto de vista da Matemática o trabalho pode ser relacionado com o estudo da geometria plana e espacial e de conceitos de derivadas, já do ponto de vista da Física o trabalho mostra conceitos qualitativos e quantitativos no estudo de vazão de líquidos. Portanto este estudo pode contemplar professores de física e matemática que buscam inovar suas formas de apresentarem seus conteúdos utilizando o computador como mediador no processo de ensino-aprendizagem.

No eletromagnetismo, outra subárea da física, encontramos a Dissertação entregue ao Mestrado Integrado Profissional em Computação Aplicada - MPCOMP e da Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, 2012 de ALBUQUERQUE (2012), com o título: *Uso da ferramenta computacional “Modellus” como auxiliar na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos no estudo de circuitos elétricos RL e RC*. Nesta dissertação foi realizado um estudo com 22 alunos do curso Técnico Integrado de Eletrotécnica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Ceará – IFCE/Campus Fortaleza, o *Modellus* foi utilizado para realizar simulações computacionais com a intenção de solucionar problemas das dificuldades dos alunos no estudo de análise transitória em circuitos RL e RC, pela ausência de laboratório de eletricidade especializado. O estudo mostrou por meio de testes de verificação uma melhora dos alunos no entendimento das análises de transientes em circuitos RL e RC.

Ainda no estudo do eletromagnetismo encontramos a Dissertação de Mestrado em Ciências - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005 de DORNELES (2005), com o título: *Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus*, o público alvo deste trabalho foi um grupo de 193 alunos de engenharia da UFRGS onde se utilizou do *Modellus* para realizar simulações e modelagens computacionais para estudar circuitos elétricos, com o objetivo de resolver ou minimizar as dificuldades dos alunos em compreender conceitos físicos como: corrente elétrica, potencial elétrico, resistência elétrica e circuitos RLC. Esse estudo mostrou, por meio de análises estatísticas, um aumento no desempenho dos alunos quanto à superação das suas dificuldades na aprendizagem do estudo de circuitos elétricos.

Novamente, no estudo da mecânica encontramos o trabalho publicado a Revista Sitientibus – Série Ciências Físicas, v.2, p. 56-67, Dezembro, 2006 SANTOS (2006), com o título: *Modellus: Animações Interativas Mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio*, o público alvo deste trabalho foi um grupo de 91 estudantes do 1º ao 3º do ensino médio do Colégio Militar de Salvador-BA, onde foi utilizado o *Modellus* para criar um ambiente virtual de aprendizagem de forma a promover uma educação interdisciplinar, participativa e contextualizada e então se criou quatro atividades computacionais modelando-se os seguintes tópicos no ensino de física: Lançamento Horizontal, Queda Livre, Pêndulo Simples e Conservação da

Energia. E então explorando as características das animações do *Modellus*, que dão um caráter de punho dinâmico as atividades, os alunos puderam explorar as variáveis que dependiam do tempo vendo suas representações e valores de maneira analógica e/ou digital ou por meio de gráficos e tabelas e durante as animações os alunos puderam visualizar as trajetórias dos objetos e fizeram uma análise vetorial. Este trabalho mostrou que a criação de laboratórios virtuais podem promover um aumento na aprendizagem dos alunos nos estudos de Física e aumentar os seus interesses por esta disciplina.

No estudo da Matemática aplicada à Biologia encontramos o trabalho publicado na RENOTE, v. 10, n. 3, em Dezembro de 2012 (BRUNET ET AL., 2012), com o título de: *Dinâmica de Populações, Modelo de Lotka-Volterra e Tecnologias: Análise de um Projeto Interdisciplinar*, este trabalho envolveu quatro professores e seis alunos no estudo de modelos matemáticos sobre a dinâmica de populações no âmbito da ecologia. Para se estudar um ecossistema em equilíbrio é preciso conhecer como a dinâmica de suas populações se desenvolve, e estes estudos são importantes para a ecologia. Baseado em um modelo matemático chamado de Lotka-Volterra é possível ver como um sistema presa-predador de duas espécies onde uma espécie, o predador, determina a abundância da outra, a presa. O *Modellus* foi utilizado para implantar o modelo adotado para o estudo das populações. Relatos de alunos participantes da pesquisa mostram satisfação em conhecer uma ferramenta como o *Modellus* que é capaz de interagir com varias disciplinas e conteúdos.

Sabemos das dificuldades, ainda nos dias atuais, em relação às políticas públicas nas escolas das diversas redes em ensino. Isto pode ser verificado principalmente pela falta de laboratórios para as aulas, nas escolas municipais e públicas. Essa falta de laboratórios de física e conseqüentemente a ausência de atividades experimentais nas escolas públicas juntamente com a não utilização da tecnologia (computador) como recursos didáticos é uma das lacunas no processo ensino-aprendizagem de física.

É ponto pacífico que a física é uma disciplina que se utiliza de modelos matemáticos e estes modelos são repletos de conceitos, equações, fórmulas e cálculos para descrever/interpretar os fenômenos físicos naturais, ou não, e que em grande parte tratam, ou envolvem processos dinâmicos.

No ensino das disciplinas de física do ensino médio, o método tradicional é de aulas expositivas, utilizando quadro/giz. Nesse método o professor apresenta os conceitos de forma estática aos alunos e estes precisam pensar, resolver problemas e perceber a dinâmica/movimentos dos fenômenos físicos.

E foi pensando nas dificuldades encontradas nas escolas, nos modelos empregados no estudo da física e na dificuldade dos alunos em entender os conceitos físicos que este trabalho busca mostrar uma alternativa no processo de ensino-aprendizagem em ciências utilizando o *Modellus* como um elo que irá atender as dificuldades das escolas no que diz respeito à falta de laboratórios e quanto ao uso de computadores como recurso didático, pois com ele é possível criar programas com simulações/animações que atendem a quase todos os tópicos da física criando assim laboratórios virtuais.

Quanto às dificuldades dos alunos, o *Modellus* se mostra capaz de dar uma visão dinâmica para os fenômenos físicos por meio das animações construídas a partir dos modelos estudados, com isso o aluno não ficará mais preso a uma visão estática dos conceitos físicos a ele apresentado. Quanto ao estudo dos modelos na física, o *Modellus* pode explorar múltiplas representações do objeto a ser estudado sob diferentes perspectivas como: gráficos, vetores e animações o que possibilitará melhorias na criação e fixação de modelos mentais apropriados.

CAPÍTULO 3 - *MODELLUS*

Criado pelo grupo do Prof. Vítor Duarte Teodoro da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, o *Modellus* é um software gratuito, utilizado em diversos países, capaz de criar e explorar modelos matemáticos de forma interativa voltada para o ensino e aprendizagem de Matemática, Física e Química, permitindo a alunos e professores, de ensino médio e superior, realizarem experiências com modelos matemáticos definidos desde funções, derivadas, equações diferenciais e equação de diferença, podendo interpretá-los, não só em termos de cálculos, também através das simulações visuais com animações, gráficos, tabelas, vídeos e fotografias, as quais possibilitam vislumbrar a dinâmica do sistema envolvido.

Como modelo matemático entende-se uma representação particular, que nem sempre é uma explicação, que utiliza funções ou figuras geométricas, na tentativa de descrever, compreender ou interpretar um determinado problema matemático ou fenômeno físico. Ao se formular um modelo, busca-se a análise de sua solução e então é possível tomar decisões, compreender e fazer previsões no desenvolvimento de um fenômeno. Com o *Modellus* é possível criar, analisar e simular modelos a partir de situações reais, ou seja, observações de fenômenos físicos dando a oportunidade para os professores mostrarem a aplicabilidade desses modelos em diversos contextos da física. Ao se estudar/criar um modelo Físico é importante ver e analisar seu desenvolvimento temporal, nada melhor do que uma animação para atingir este objetivo, o *Modellus* é uma ferramenta de modelagem que foi criado com esta característica original capaz de dar um caráter dinâmico a objetos associados ao modelo criado, e esta opinião é compartilhada com os criadores do *Modellus*, segundo (TEODORO, 2009):

A possibilidade de ver ou construir animações é a característica mais original do *Modellus*. Uma animação é, muitas vezes, uma forma de testar a “lógica” de um modelo. Se a animação “funciona”, então é provável que o modelo esteja correto! Uma animação construída com base num modelo é, assim, uma forma de concretizar esse modelo (TEODORO, 2009).

Com o *Modellus* é possível criar um ambiente virtual simulando um experimento com animação de algum tópico da Física, bastando para tal uma modelagem matemática apropriada para a teoria do assunto a ser abordado, com a vantagem de se poder ver mais de uma animação em uma única tela e isso é possível modificando as condições iniciais e/ou parâmetros do modelo. Diante disso podemos criar laboratórios virtuais de

alta portabilidade, ou seja, todo ambiente ou sala de aula que suporte um computador/notebook e um projetor multimídia pode ser usado como laboratório, resolvendo assim para a maioria das escolas públicas o problema da ausência ou inexistência de laboratórios de física no ambiente escolar. E ao se abordar essas atividades virtuais por meio de experimentos o professor tem a chance de simular várias situações de um fenômeno físico com os alunos, explorando vários conceitos matemáticos na medida em que os alunos vão assimilando gradativamente o modelo utilizado e estabelecendo relações entre os conceitos físicos do experimento.

3.1 - ESTRUTURA DO *MODELLUS*

Nessa dissertação a versão escolhida do *Modellus* foi a 2.5¹ conforme mostra a figura 1. A sua instalação para essa versão do *Modellus*, assim como tutoriais e alguns aplicativos/programa podem ser baixados da página pessoal do Prof. Romero Tavares da Silva (um dos divulgadores do *Modellus* no Brasil) no *site* da Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Física. Para se criar um modelo matemático e ver animações no *Modellus* é possível ver mais detalhes em AGUIAR (2005).

Ao se iniciar o *Modellus*, uma tela principal é mostrada e esta janela contém as seguintes sub-janelas: Controle, Animação, Modelo, Notas, Condições iniciais e Tabela, como mostra a figura 2.

¹ O idioma do programa é o português do Brasil. É importante informar que o *Modellus* 2.5 pode ser executado diretamente do *pendrive*, ou do disco rígido de um computador de mesa e/ou notebook não havendo a necessidade de sua instalação.

Figura 1 – Tela capturada da página de abertura do *Modellus* 2.5.

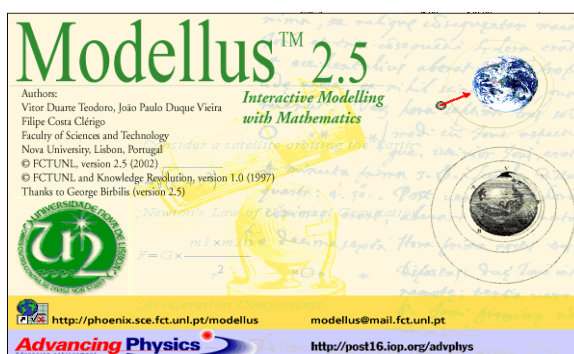
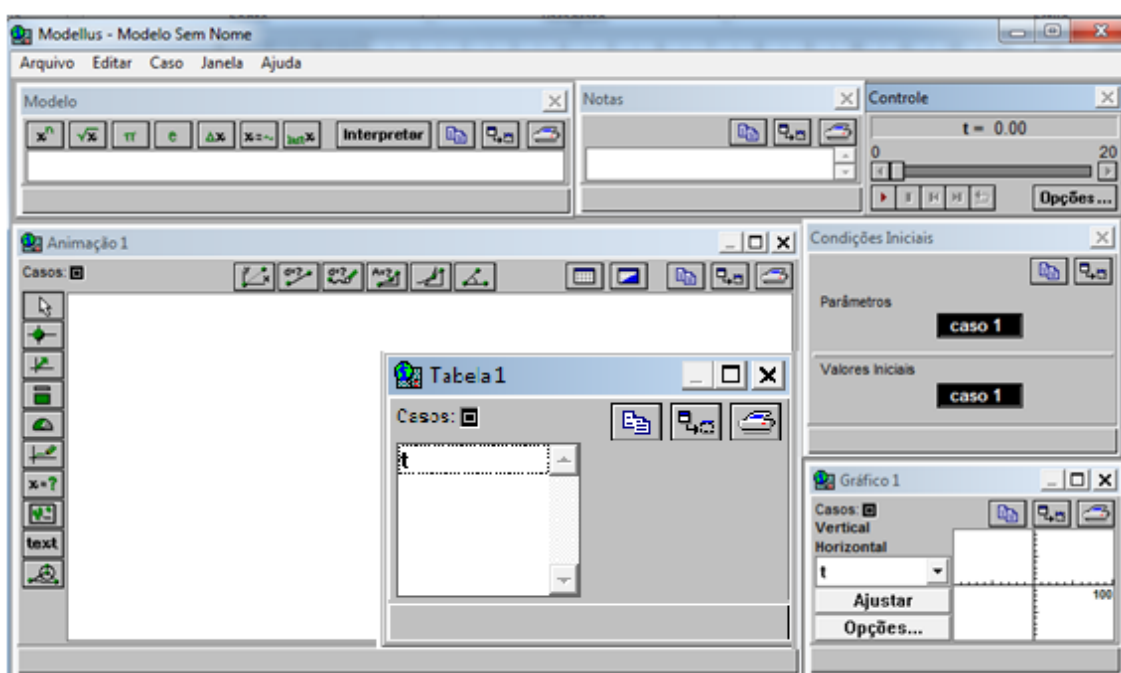


Figura 2: Página principal do *Modellus* e suas sub-janelas.



A seguir é especificada a função de cada uma das janelas.

- Janela **Controle**: Usada para executar a simulação baseada em seu modelo.
- Janela **Animação**: Onde são criadas as animações associadas ao modelo. Também permite a inserção de figuras, fotos e vídeos.
- Janela **Modelo**: Onde você escreve o modelo matemático que deseja estudar.
- Janela **Notas**: Para escrever comentários sobre o modelo e a simulação.
- Janela **Condições Iniciais**: Onde os parâmetros e condições iniciais são especificados. Ela só é aberta quando o modelo possui parâmetros ou condições iniciais “livres”.

- Janela **Tabela**: Mostra tabelas numéricas de todas as quantidades utilizadas no modelo.
- Janela **Gráfico**: Para fazer gráficos das quantidades definidas no modelo.

Atualmente o *Modellus* encontra-se na versão 4.1, que é uma versão onde estão preservados praticamente todos os comandos para ativação das janelas e a forma como fazer e executar as modelagens, porém nesta versão é mais versátil em alguns aspectos na hora de criar as animações, gráficos e tabelas, pois algumas janelas de diálogo, nas quais servem para definir as características de um objeto, gráfico ou tabela, foram substituídas por ícones que favorecem muito a interface entre os usuários e o *Modellus*. Outra característica desta versão é a possibilidade de se trabalhar com mais de duas janelas de condições iniciais para um mesmo modelo matemático escolhido, na versão 2.5 só se pode trabalhar com no máximo com duas janelas de condições iniciais escolhendo-se Caso 1 ou Caso 2 onde se podem escolher os parâmetros e valores iniciais dos modelos criados. Para a versão 4.01 é possível se trabalhar com mais de duas janelas de condições iniciais escolhendo-se até 10 dessas janelas de condições iniciais, ampliando assim as possibilidades de se mostrar em uma mesma tela de animação várias situações para um mesmo modelo, mas com parâmetros e valores iniciais diferentes.

3.2 - CARACTERÍSTICAS DO *MODELLUS*

Um dos papéis fundamentais de um educador no processo ensino-aprendizagem dos estudos de Ciências da Natureza e Matemática é adotar métodos ativos e iterativos que levam o aluno a desenvolver algumas competências e habilidades que podem ser verificadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (MEC, 2000) como:

- Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos.
- Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar parâmetros relevantes, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.

- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.

O *Modellus* sendo um software de caráter exploratório é capaz de auxiliar no processo de aprendizagem interagindo na cognição dos alunos, ou seja, no seu processo de aquisição do conhecimento que se dá através da percepção, da atenção, associação, memória, raciocínio, juízo, imaginação, pensamento linguagem e ação. Dentre as características essenciais do *Modellus* e que atende as necessidades dos alunos nos estudos de Ciências da Natureza e Matemática destaca-se:

- Durante a modelagem de funções ou equações diferenciais o aluno não precisa conhecer/usar uma linguagem de programação, a sintaxe usada é a mesma utilizada ao se escrever um modelo no papel, sendo o suficiente conhecer o simbolismo matemático.
- Facilidade em criar animações, para tanto basta criar o modelo matemático, associar a um objeto uma imagem ou vetor e atribuir uma propriedade como tamanho ou posição.
- Podem-se manipular os objetos e/ou quantidades físicas relacionadas a um modelo diretamente na tela através dos cursores ou por meio de mudança de parâmetros durante uma animação.
- Facilidade na construção de tabelas e gráficos, os quais mostram os quantitativos das variáveis envolvidas no modelo escolhido.
- Associação de vetores aos objetos, possibilitando assim durante uma animação ver a dinâmica vetorial de uma determinada grandeza física.
- A simultaneidade na representação de um objeto em estudo na tela de animação por meio de gráficos, vetores, medidores analógicos, medidores digitais e equações.
- Permite medir (ângulos, distâncias, áreas, coordenadas, derivadas) de quantidades físicas representadas na tela sob a forma de gráficos, fotografias

CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA

Neste capítulo apresentaremos a maneira de como foram conduzidos os trabalhos, ou seja, a metodologia empregada com o intuito de se atingir a hipótese geral desta dissertação. O público alvo desta pesquisa foram alunos do ensino médio do 3º ano das turmas 3º G, 3º H, 3º I, 3º J, 3º K, 3º L, 3º M e 3º N, turno matutino, de uma tradicional escola estadual de Uberlândia-MG.

Foi aplicado aos alunos, que participaram dessa pesquisa, o Teste 1 - Pré-teste (Apêndice 1), o Teste 2 - Pós-teste (Apêndice 2), além de um questionário investigativo de satisfação (Apêndice 3) para avaliar a percepção dos alunos sobre os dois tipos de aulas ministrados, o primeiro tipo sendo a aula tradicional quadro/giz e o segundo tipo sendo aulas ministradas utilizando o *Modellus* como ferramenta auxiliar ao processo tradicional. Os dados dos testes e do questionário foram analisados num estudo comparativo entre os dois processos de ensino-aprendizagem.

Com os dados recolhidos no pré-teste no pós-teste e no questionário, foram construídas tabelas e gráficos para auxiliar as análises do estudo estatístico comparativo entre a aprendizagem antes da utilização do *Modellus*, avaliado pelo pré-teste e a aprendizagem depois da aplicação do *Modellus*, avaliado pelo pós-teste.

A sequência de atividades, aplicada aos alunos, foi dividida em três etapas: primeira etapa – Processo de Ensino Tradicional Quadro/Giz (aula dialogada), segunda etapa – Processo de ensino com o emprego do *Modellus*, e a terceira etapa – Questionário Investigativo de Satisfação.

Em busca de um equilíbrio entre dois processos: o primeiro sendo o processo tradicional de ensino-aprendizagem de física e o segundo sendo um processo onde o computador é utilizado para executar simulações de fenômenos físicos. É importante que se busque uma alternativa de ensino onde o aluno possa primeiramente, ver/ouvir do professor, os conceitos, apresentação e explicação das leis e fórmulas de uma teoria de uma forma tradicional, mas que estes ensinamentos possam ser complementados com o auxílio de um computador e um programa de modelagem ou simulação, para dar aos alunos uma visão dinâmica dos processos envolvidos nesse tema.

4.1 – PROCESSO DE ENSINO TRADICIONAL QUADRO/GIZ AULA

DIALOGADA

Com o objetivo de comparar o rendimento e até mesmo um melhor entendimento de um dos tópicos/temas da física (da ementa do 3º ano do ensino médio), a gravitação universal, especificamente as Leis de Kepler, foi ministrada uma aula de 50 minutos sobre o tema, utilizando-se o método tradicional de quadro/giz com aula dialogada. Na aula seguinte foi aplicado, durante 50 minutos, um teste avaliativo, ao qual passaremos a nos referir como sendo o **teste 1** – (Apêndice-1), no qual foram abordadas questões, quantitativas e qualitativas, relacionadas ao tópico/tema estudado.

De posse dos resultados deste teste, foi possível detectar as deficiências dos alunos como: equívoco no entendimento de alguns conceitos, mau uso das fórmulas e interpretação errônea dos movimentos e trajetórias dos planetas/satélites. Os alunos não tiveram acesso aos resultados e nem a folha das questões do **teste 1** após a sua execução.

4.2 - PROCESSO DE ENSINO COM O EMPREGO DO *MODELLUS*

Na aula seguinte após a aplicação do teste 1, os alunos foram levados à sala de informática, onde assistiram a uma aula (também dialogada) na qual foi utilizado um projetor multimídia, um computador, e o *Modellus* com a utilização dos programas de simulação Lei_1.mdl, Lei_2.mdl, Lei_3.mdl, Terra_Lua_e_2Sat.mdl, programas estes que fazem parte do produto educacional associado ao trabalho desenvolvido nessa dissertação, disponíveis no site (<https://sites.google.com/site/elitonsite>), nos quais abordavam os mesmos temas apresentados na aula tradicional quadro/giz. Imagens/figuras dessa aula podem ser vistas nas figuras 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4, abaixo.

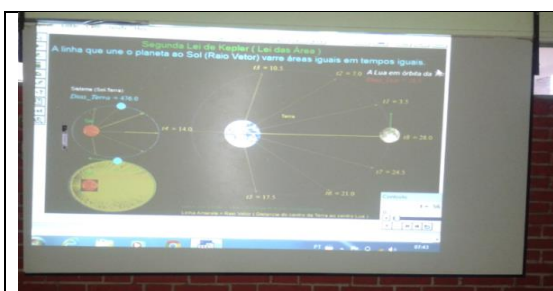


Figura 4.1: O programa Lei_2.mdl em execução.

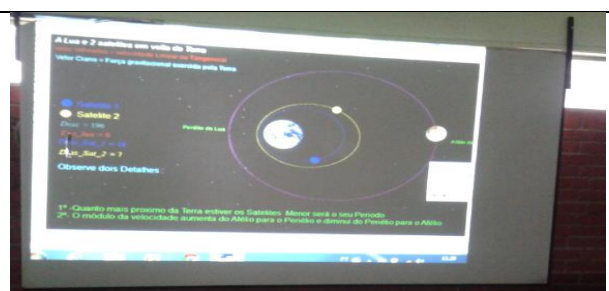


Figura 4.2: O programa Terra_Lua_e_2Sat.mdl

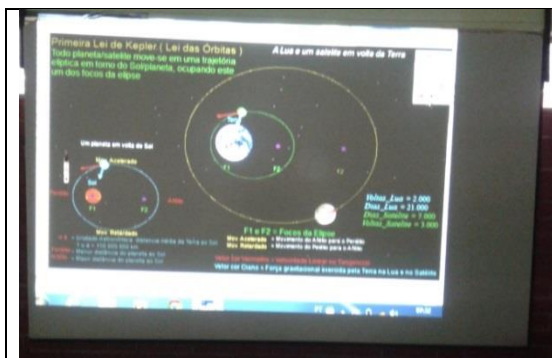


Figura 4.3: O programa Lei_1.mdl em execução.



Figura 4.4: O autor durante uma explicação.

O diferencial desta aula dialogada com o auxílio do *Modellus* em relação a uma aula tradicional dialogada está no fato de que estas aulas foram ministradas com o auxílio de um roteiro, que acompanha o produto educacional desta dissertação, sendo que a execução de cada programa pode ser interrompida a qualquer instante para que observações sejam feitas nas trajetórias e movimentos dos planetas/satélites, sendo até mesmo possível a mudança dos parâmetros de entrada dos programas para que as saídas/resultados sejam modificadas.

Então na aula seguinte, da aula ministrada utilizando o *Modellus*, um segundo teste avaliativo ao qual passaremos a nos referir como sendo o **teste 2** – (apêndice-2) foi aplicado aos alunos, semelhante ao **teste 1**, também com duração de 50 minutos, porém com dados/informações diferentes no que diz respeito às teorias a eles apresentadas, com o objetivo de evitar um enviesamento na coleta dos dados.

4.3 – QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO DE SATISFAÇÃO

Ao final da totalização das notas do **teste 2** os alunos tiveram acesso aos resultados e aos **testes 1 e 2** e em seguida devolveram estes testes, os quais se encontram com o autor dessa dissertação para fins de comprovação de documentos.

Logo após a divulgação dos resultados para os alunos foi aplicado, a estes, um questionário investigativo (Apêndice 3) utilizando a escala psicométrica Likert (PARO,2012), que é uma escala amplamente usada para se obter o nível de

concordância ou discordância com uma declaração dada, a fim de detectar a satisfação ou não dos alunos no que diz respeito à aplicação de um método diferente na abordagem do tópico de física escolhido, no caso gravitação universal.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já registrado no capítulo anterior (Capítulo 4 – Metodologia), foram aplicados dois testes aos sujeitos da pesquisa (alunos do ensino médio do 3º ano das turmas 3ºG, 3ºH, 3ºI, 3ºJ, 3ºK, 3ºL, 3ºM e 3ºN, turno matutino, de uma tradicional escola estadual de Uberlândia-MG). Os testes aplicados foram os seguintes: **teste 1** (pré-teste) e o **teste 2** (pós-teste). Além dos testes foi aplicado também um questionário (investigativo de satisfação) para avaliar a percepção dos alunos sobre os dois tipos de aulas ministrados.

Neste capítulo apresentamos os resultados quantitativos do pré-teste e do pós-teste por meio de tabelas e gráficos de linha, os quais mostram o desempenho/aproveitamento individual de cada aluno dentro de cada uma das turmas analisadas e também são mostrados os resultados quantitativos por meio de tabelas e gráficos de barra da pesquisa, de caráter qualitativa, onde foi utilizada a escala psicométrica Likert para se obter o nível de concordância ou discordância com uma declaração dada, com o intuito de detectar a satisfação ou não dos alunos no que diz respeito à aplicação do *Modellus* para o estudo da gravitação universal.

Os resultados quantitativos extraídos da estatística dos gráficos e tabelas deram auxílio às análises do estudo comparativo entre a aprendizagem antes da utilização do *Modellus*, avaliado pelo pré-teste e a aprendizagem depois da aplicação do *Modellus*, avaliado pelo pós-teste e questionário.

A seguir são apresentadas análises, por meio das tabelas e gráficos, obtidos dos resultados do pré-teste e do pós-teste para cada turma.

5.1 RESULTADOS DOS GRÁFICOS E TABELAS (BASE DE DADOS: PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE)

As tabelas 5.1, 5.2 e 5.3, apresentadas a seguir mostram um comparativo entre as notas obtidas de 0 a 10, pelos alunos no teste 1 (antes) e teste 2 (depois), sendo que “antes” e “depois” referem-se aos testes aplicados respectivamente antes e depois da utilização do *Modellus*. Nas tabelas 5.1, 5.2 e 5.3, que seguem abaixo, é possível

verificar que estão faltando alguns números que dariam uma sequência numérica na coluna **Alunos**, tal ocorrido se deve ao fato de que alguns alunos faltaram na aula do dia da aplicação do teste 1 ou do teste 2 ou em ambos, então estes foram retirados da estatística utilizada por conveniência para efeito de comparação.

5.1.1 GRÁFICOS E TABELAS DAS TURMAS 3ºG, 3ºH E 3ºI

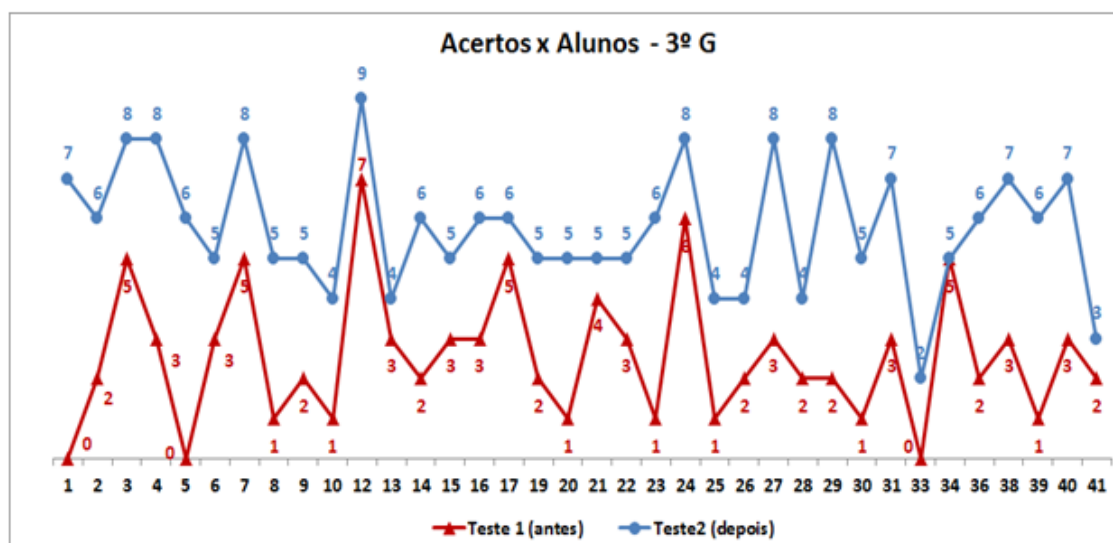
Como pode ser verificado na tabela 5.1, na turma 3ºG estão faltando os alunos 11, 18, 32, 35 e 37, na turma 3ºH estão faltando os alunos 5, 23, 24, 28 e 35 e na turma 3ºI estão faltando os alunos 2, 11, 17, 22, 28, 31, 32 e 34.

TABELA 5.1 - TABELA COM AS NOTAS DOS ALUNOS OBTIDAS NO TESTE 1 E TESTE 2 DAS TURMAS 3ºG, 3ºH E 3ºI

3 G			3 H			3 I		
36 Alunos			34 Alunos			31 Alunos		
Aluno	Nota	Nota	Aluno	Nota	Nota	Aluno	Nota	Nota
	Teste 1 (antes)	Teste2 (depois)		Teste 1 (antes)	Teste2 (depois)		Teste 1 (antes)	Teste2 (depois)
1	0	7	1	1	5	1	4	3
2	2	6	2	3	8	3	3	4
3	5	8	3	3	7	4	3	3
4	3	8	4	4	6	5	2	3
5	0	6	6	2	8	6	1	5
6	3	5	7	1	4	7	0	4
7	5	8	8	2	6	8	2	4
8	1	5	9	1	7	9	0	3
9	2	5	10	3	4	10	3	2
10	1	4	11	1	6	12	0	2
12	7	9	12	1	7	13	3	3
13	3	4	13	4	8	14	0	6
14	2	6	14	2	8	15	1	5
15	3	5	15	5	5	16	0	6
16	3	6	16	2	4	18	0	2
17	5	6	17	3	3	19	2	3
19	2	5	18	3	7	20	3	6
20	1	5	19	3	8	21	2	6
21	4	5	20	1	6	23	3	3
22	3	5	21	5	7	24	2	3
23	1	6	22	7	10	25	2	4
24	6	8	25	0	4	26	3	5
25	1	4	26	1	6	27	4	4
26	2	4	27	1	5	29	4	2
27	3	8	29	5	7	30	0	4
28	2	4	30	2	3	33	2	1
29	2	8	31	4	7	35	0	4
30	1	5	32	1	6	36	2	6
31	3	7	33	4	6	37	2	3
33	0	2	34	2	7	38	2	4
34	5	5	36	2	3	39	2	4
36	2	6	37	4	5	Media	1,84	3,77
38	3	7	38	1	5			
39	1	6	39	3	4			
40	3	7	Media	2,56	5,94			
41	2	3						
Media	2,56	5,78						

Fonte: Elaborada pelo autor.

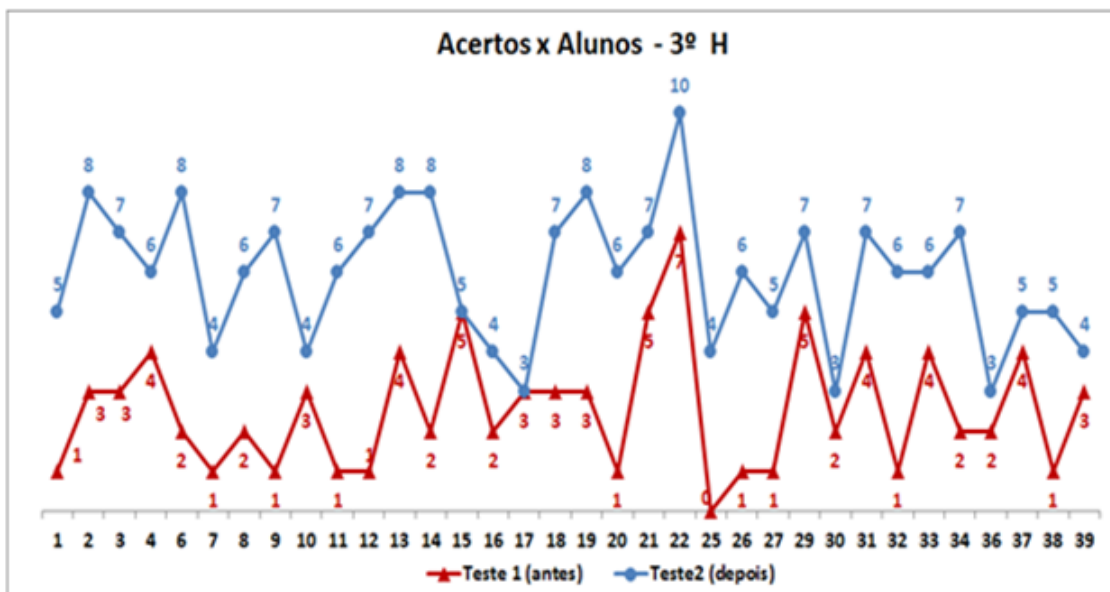
Figura 5.1 - Gráfico com o comparativo do número de acertos no teste 1 e teste 2 da turma do 3ºG.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma do 3ºG (vide figura 5.1), nota-se uma crescente mudança nos valores das notas do teste 1 para o teste 2, com destaque para os alunos números 1 e 5 que obtiveram 0 (zero) no teste 1 e atingiram nota 7 e 6 respectivamente (algo que pode ser considerado um avanço) no teste 2, podemos verificar que nessa turma houve uma melhora visível no aproveitamento (processo de aprendizagem) nos conteúdos de física com o uso do *Modellus*.

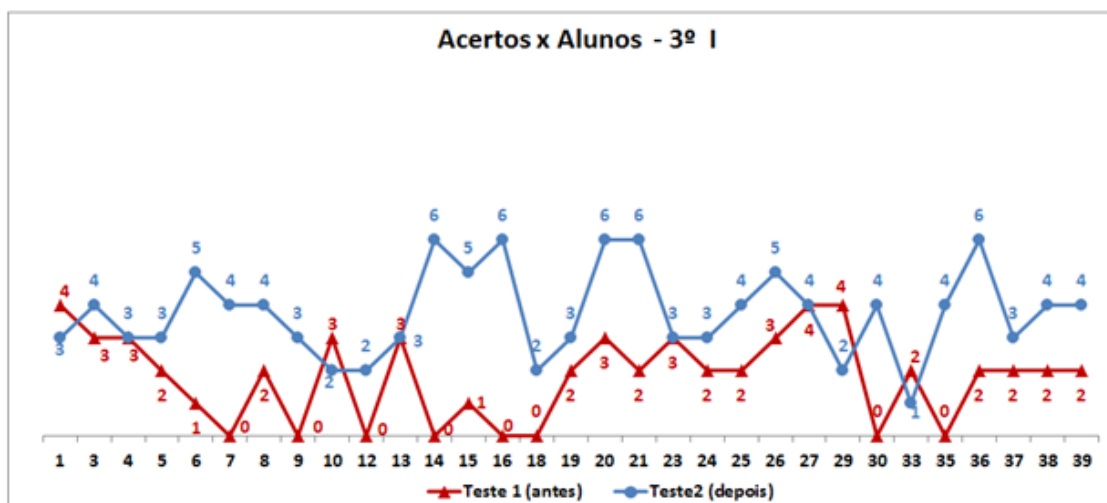
FIGURA 5.2 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3ºH.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3ºH (vide figura 5.2) nota-se uma crescente mudança nos valores das notas do teste 1 para o teste 2, com destaque para o número 25 que obteve 0(zero) no teste 1 e atingiu nota 4 (algo que pode ser considerado um avanço) no teste 2, podemos dizer que nesta turma houve uma efetiva aprendizagem nos conteúdos de física com o uso do *Modellus*.

FIGURA 5.3 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3ºI.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3ºI (vide figura 5.3) notamos também no geral uma crescente mudança nos valores das notas do teste 1 para o teste 2, com destaque para os números 7, 9, 12, 14, 16, 18, 30 e 35 que obtiveram 0(zero) no teste 1 e atingiram nota 4, 3, 2, 6, 6, 2, 4, 4 respectivamente (algo que pode ser considerado um avanço) no teste 2. Já para os números 1, 10, 29 e 33 houve um decréscimo de nota do teste 1 para o teste 2 mas esta discrepância não retrata a realidade da maioria das demais notas. Pode-se dizer que nesta turma também houve melhora na aprendizagem nos conteúdos de física com o uso do *Modellus*.

5.1.2 GRÁFICOS E TABELAS DAS TURMAS 3ºJ, 3ºK E 3ºL

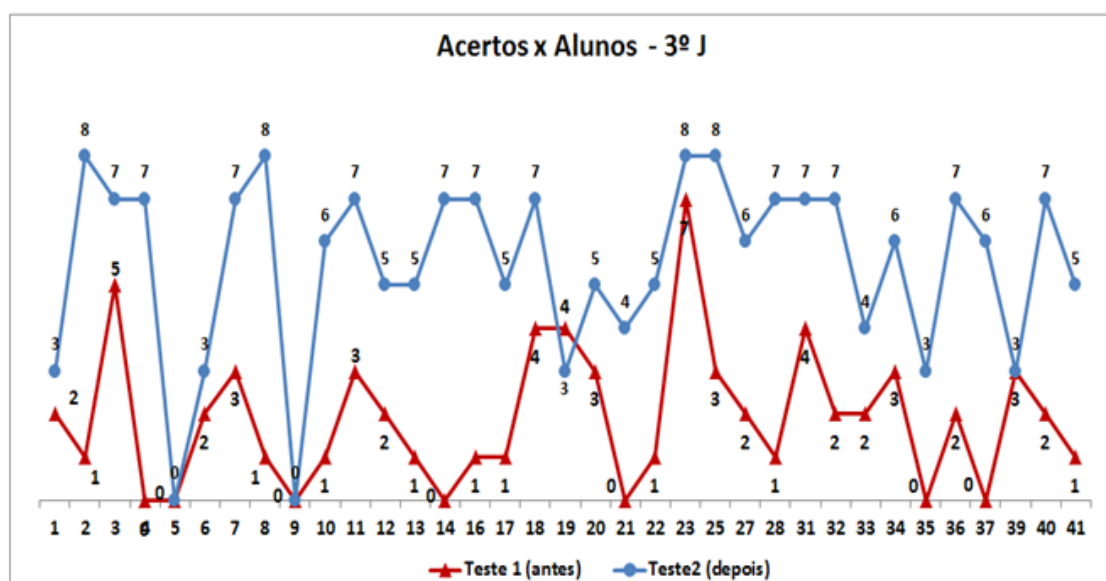
Como pode ser verificado na tabela 5.2, na turma 3ºJ estão faltando os alunos 15, 24, 26, 29, 30 e 38 na turma 3ºK estão faltando os alunos 12, 14, 15, 19, 22, 30 e 36 e na turma 3ºL estão faltando os alunos 6, 12, 14, 17, 34, 37 e 40.

TABELA 5.2 - TABELA COM AS NOTAS DOS ALUNOS OBTIDAS NO TESTE 1 E TESTE 2 DAS TURMAS 3ºJ, 3ºK E 3ºL.

3 J			3 K			3 L		
35 Alunos			30 Alunos			34 Alunos		
Aluno	Nota	Nota	Aluno	Nota	Nota	Aluno	Nota	Nota
	Teste 1 (antes)	Teste2 (depois)		Teste 1 (antes)	Teste2 (depois)		Teste 1 (antes)	Teste2 (depois)
1	2	3	1	2	5	1	7	4
2	1	8	2	6	8	2	6	4
3	5	7	3	3	6	3	3	1
4	0	7	4	2	4	4	5	3
5	0	0	5	3	4	5	3	8
6	2	3	6	0	3	7	7	1
7	3	7	7	5	8	8	3	7
8	1	8	8	4	6	9	7	7
9	0	0	9	4	5	10	6	5
10	1	6	10	4	4	11	3	4
11	3	7	11	1	8	13	1	2
12	2	5	13	5	3	15	6	3
13	1	5	16	6	8	16	4	8
14	0	7	17	4	4	18	3	4
16	1	7	18	6	7	19	3	2
17	1	5	20	3	4	20	3	3
18	4	7	21	4	5	21	2	5
19	4	3	23	2	5	22	3	2
20	3	5	24	6	8	23	1	1
21	0	4	25	2	3	24	3	6
22	1	5	26	5	6	25	3	4
23	7	8	27	1	4	26	1	6
25	3	8	28	3	4	27	3	8
27	2	6	29	6	8	28	1	5
28	1	7	31	5	5	29	3	5
31	4	7	32	3	3	30	6	7
32	2	7	33	6	7	31	3	8
33	2	4	34	4	5	32	6	8
34	3	6	35	5	6	33	2	6
35	0	3	37	3	8	35	3	3
36	2	7				36	4	3
37	0	6				38	2	3
39	3	3				39	2	8
40	2	7				41	3	3
41	1	5						
Media	1,91	5,51	Media	3,77	5,47	Media	3,56	4,62

Fonte: Elaborada pelo autor.

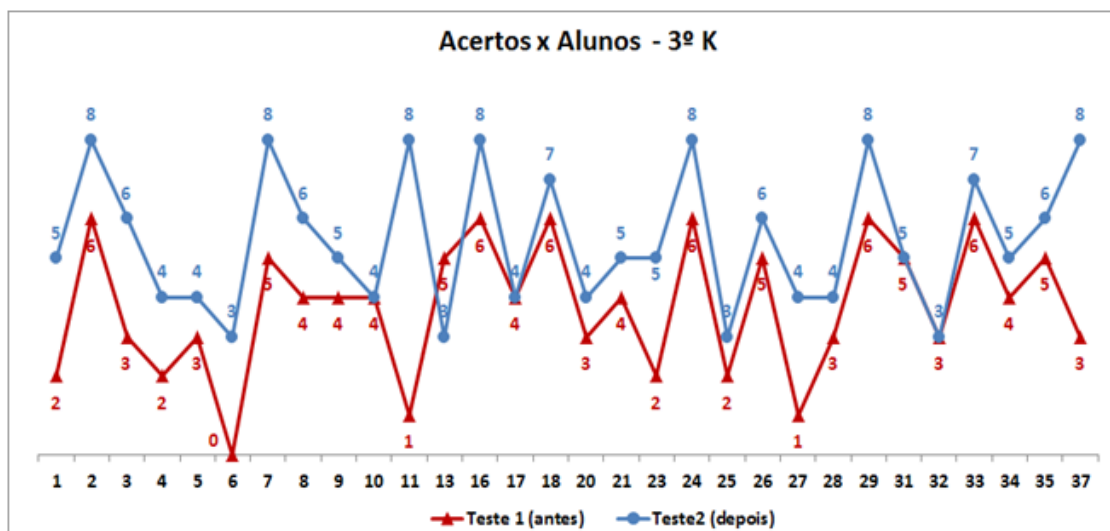
FIGURA 5.4 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3ºJ.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3ºJ (vide figura 5.4) notamos uma crescente mudança nos valores das notas do teste1 para o teste 2, com destaque para os números 4, 14, 21, 35 e 37 que obtiveram 0(zero) no teste 1 e atingiram nota 7, 7, 4, 3 e 6 respectivamente (algo que pode ser considerado um avanço) no teste 2. Já para o número 19 houve um decréscimo de nota do teste 1 para o teste 2 mas esta discrepância também não retrata a realidade da maioria das demais notas. Quanto aos números 5 e 9 foi verificado que suas notas antes e depois da aplicação do *Modellus* permaneceram 0 (zero). Foi verificado que nesta turma também houve uma melhora na aprendizagem dos conteúdos de física com o uso do *Modellus*.

FIGURA 5.5 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3ºK.

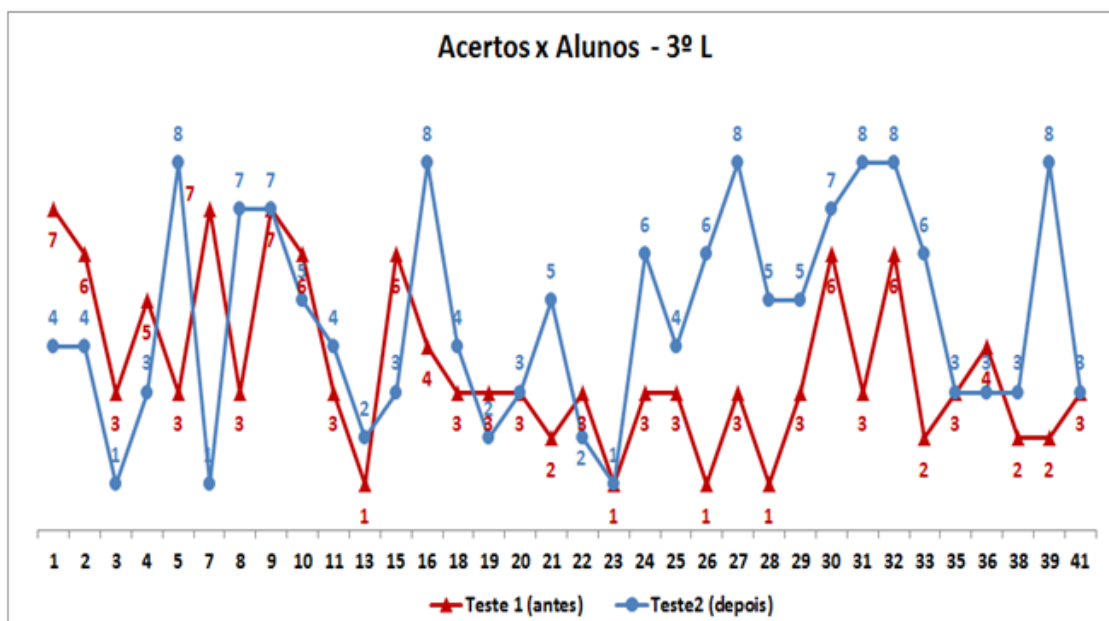


Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3ºK (vide figura 5.5) nota-se uma crescente mudança nos valores das notas do teste1 para o teste 2, com destaque para os números 6 que obteve 0(zero) no teste 1 e atingiu nota 3 (algo que pode ser considerado um avanço) no teste 2. Já para o número 13 houve um decréscimo de nota do teste 1 para o teste 2 tal discrepância não

retrata a realidade da maioria das demais notas. Pode-se dizer que nesta turma também houve uma melhora na aprendizagem nos conteúdos de física com o uso do *Modellus*.

FIGURA 5.6 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3ºL.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3ºL (vide figura 5.6) nota-se uma crescente mudança nos valores das notas do teste 1 para o teste 2, com destaque para os números 1, 2, 3, 4, 7, 10, 15, 19, 22 e 36 que tiveram um decréscimo de nota do teste 1 para o teste 2 mas esta discrepância também não retrata a realidade da maioria das demais notas. Pode-se dizer que nesta turma também houve melhora, mas com baixo desempenho, na aprendizagem nos conteúdos de física com o uso do *Modellus*.

5.1.3 GRÁFICOS E TABELAS DAS TURMAS 3ºM E 3ºN

Como pode ser verificado na tabela 5.3, na turma 3ºM estão faltando os alunos 6, 24, 27, 29, 30 e 37, na turma 3ºN estão faltando os alunos 11, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 29, 30, 33, 36, 37 e 39.

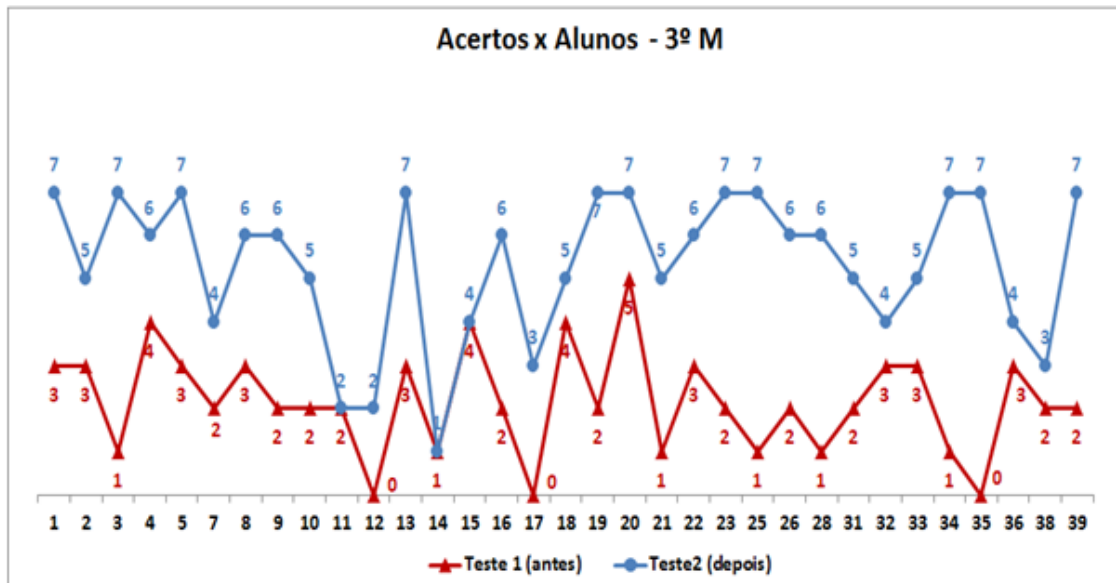
TABELA 5.3 - TABELA COM AS NOTAS DOS ALUNOS OBTIDAS NO TESTE 1 E TESTE 2 DAS TURMAS 3ºM E 3ºN.

3 M		
33 Alunos		
Aluno	Nota	Nota
	Teste 1 (antes)	Teste2 (depois)
1	3	7
2	3	5
3	1	7
4	4	6
5	3	7
7	2	4
8	3	6
9	2	6
10	2	5
11	2	2
12	0	2
13	3	7
14	1	1
15	4	4
16	2	6
17	0	3
18	4	5
19	2	7
20	5	7
21	1	5
22	3	6
23	2	7
25	1	7
26	2	6
28	1	6
31	2	5
32	3	4
33	3	5
34	1	7
35	0	7
36	3	4
38	2	3
39	2	7
Media	2,18	5,33

3 N		
25 Alunos		
Aluno	Nota	Nota
	Teste 1 (antes)	Teste2 (depois)
1	1	3
2	1	4
3	4	6
4	3	4
5	1	4
6	2	3
7	1	4
8	2	4
9	1	5
10	0	6
13	3	7
18	1	3
19	3	6
21	7	7
22	4	2
25	4	6
26	2	4
27	3	2
28	1	6
31	2	5
32	0	2
34	5	2
35	3	5
38	3	5
40	4	7
Media	2,44	4,48

Fonte: Elaborada pelo autor.

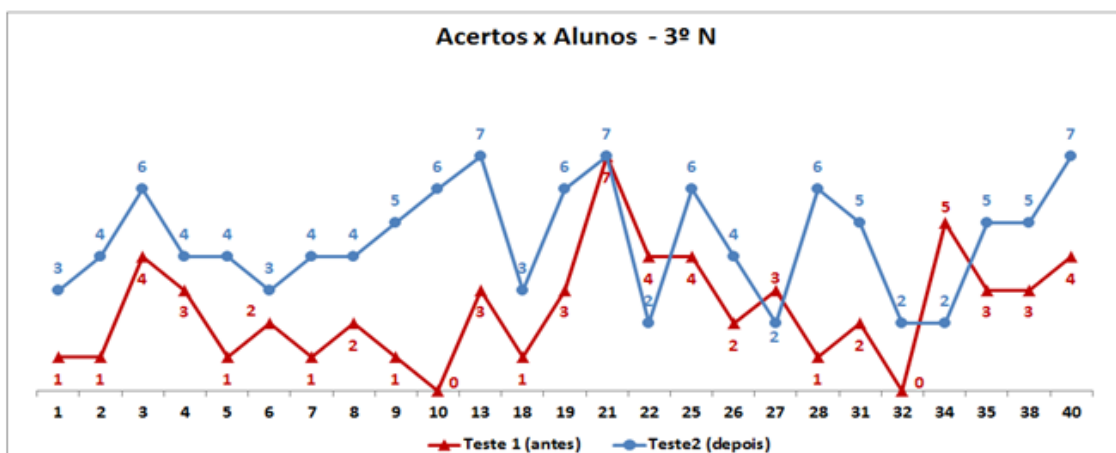
FIGURA 5.7 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3ºM.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3ºM (vide figura 5.7) nota-se uma crescente mudança nos valores das notas do teste 1 para o teste 2, com destaque para os números 12, 17 e 35 que obtiveram 0(zero) no teste 1 e atingiram nota 2, 3 e 7 respectivamente (algo que pode ser considerado um avanço) no teste 2. Pode-se dizer que nesta turma houve uma melhora na aprendizagem nos conteúdos de física com o uso do *Modellus*.

FIGURA 5.8 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DO NÚMERO DE ACERTOS NO TESTE 1 E TESTE 2 DA TURMA DO 3ºN.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3ºN (vide figura 5.8) nota-se uma crescente mudança nos valores das notas do teste 1 para o teste 2, com destaque para os números 10 e 32 que obtiveram 0(zero) no teste 1 e atingiram notas 6 e 2 respectivamente (algo que pode ser considerado um avanço) no teste 2. Já para o número 27 e 34 houve um decréscimo de nota do teste 1 para o teste 2 mas esta discrepância também não retrata a realidade da maioria das demais notas. Podemos dizer que nesta turma também houve uma melhora na aprendizagem nos conteúdos de física com o uso do *Modellus*.

A seguir faremos uma análise geral de todas as tabelas e gráficos obtidos dos resultados do questionário de satisfação (vide anexo-2) usando a escala Likert. Para a análise dos dados da escala foi utilizado como critério de avaliação do grau de satisfação dos alunos a moda, ou seja, a resposta mais frequente de cada item Likert.

5.2 RESULTADOS DOS GRÁFICOS E TABELAS (BASE DE DADOS:

QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO)

TABELA 5.4 - TABELA COM O TOTAL DE CADA ITEM PARA A ESCALA LIKERT DA TURMA 3º G

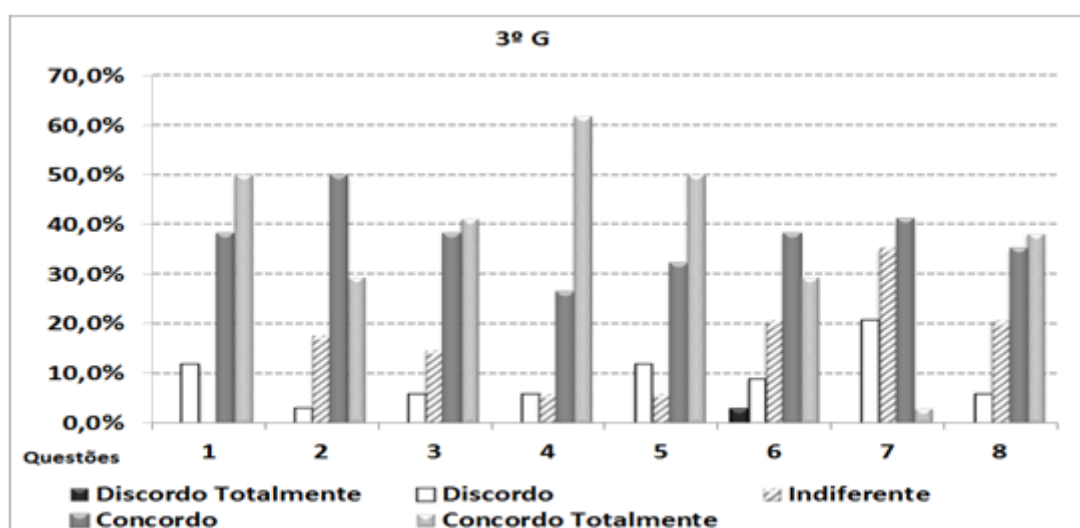
Valores absolutos

3 G					
34 Alunos					
Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente
1		4		13	17
2		1	6	17	10
3		2	5	13	14
4		2	2	9	21
5		4	2	11	17
6	1	3	7	13	10
7		7	12	14	1
8		2	7	12	13
Total	1	25	41	102	103

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3º G (vide tabela 5.4) 34 alunos responderam ao questionário onde se observa maior número de respostas para o item Likert *Concordo Totalmente* com 103 respostas para as oito questões que compõem a escala.

FIGURA 5.9-GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ITEM LIKERT DA TURMA 3º G.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3º G (vide figura 5.9) observa-se que para cada pergunta houve uma maior concordância para os itens da Likert “*Concordo Totalmente*” e “*Concordo*”, o que demonstra um grau satisfatório a aplicação do *Modellus* como um processo ao ensino de física.

TABELA 5.5 - TABELA COM O TOTAL DE CADA ITEM PARA A ESCALA LIKERT DA TURMA 3º H

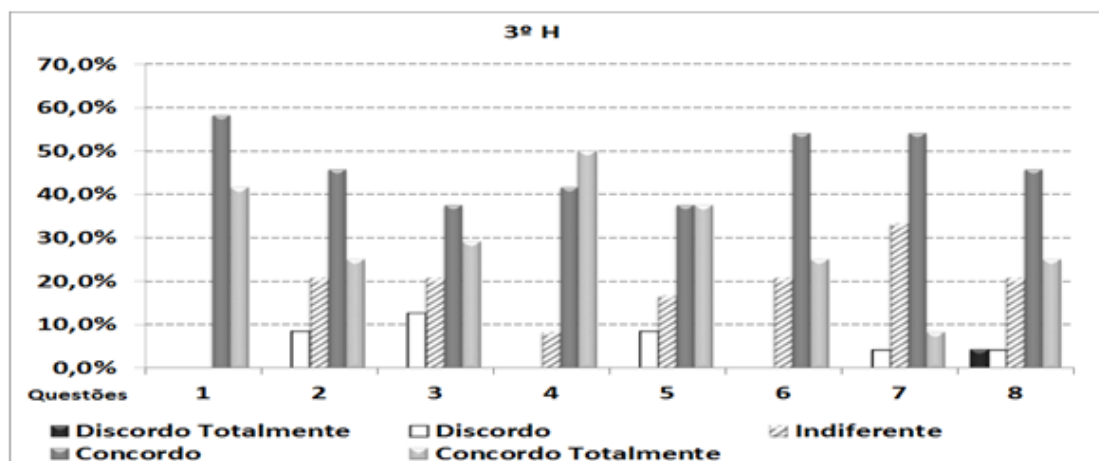
Valores absolutos

3 H					
24 Alunos					
Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente
1				14	10
2		2	5	11	6
3		3	5	9	7
4			2	10	12
5		2	4	9	9
6			5	13	6
7		1	8	13	2
8	1	1	5	11	6
Total	1	9	34	90	58

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3º H (vide tabela 5.5) 24 alunos responderam ao questionário onde se observa maior número de respostas para o item Likert *Concordo* com 90 respostas para as oito questões que compõem a escala.

FIGURA 5.10 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ITEM LIKERT DA TURMA 3º H.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3º H (vide figura 5.10) observa-se que para cada pergunta houve uma maior concordância para os itens da Likert *Concordo Totalmente e Concordo*, o que demonstra um grau satisfatório a aplicação do *Modellus* como um processo ao ensino de física.

TABELA 5.6 - TABELA COM O TOTAL DE CADA ITEM PARA A ESCALA LIKERT DA TURMA 3º I.

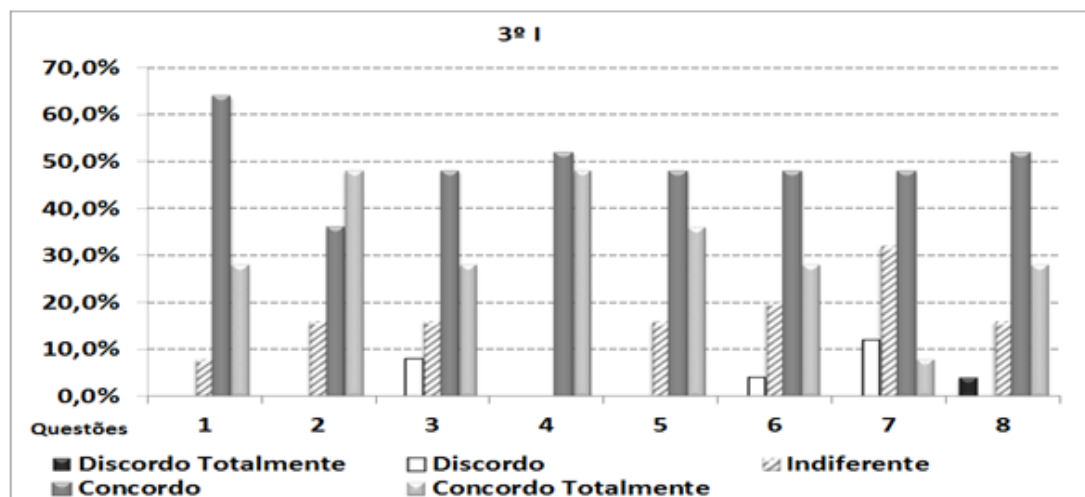
Valores absolutos

3 I					
25 Alunos					
Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente
1			2	16	7
2			4	9	12
3		2	4	12	7
4				13	12
5			4	12	9
6		1	5	12	7
7		3	8	12	2
8	1		4	13	7
Total	1	6	31	99	63

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3º I (vide tabela 5.6) 25 alunos responderam ao questionário onde se observa maior número de respostas para o item Likert *Concordo* com 99 respostas para as oito questões que compõem a escala.

FIGURA 5.11 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ITEM LIKERT DA TURMA 3º I.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a turma 3º I (vide figura 5.11) observa-se que para cada pergunta houve uma maior concordância para os itens da Likert *Concordo Totalmente e Concordo*, o que demonstra um grau satisfatório a aplicação do *Modellus* como um processo ao ensino de física.

TABELA 5.7 - TABELA COM O TOTAL DE CADA ITEM PARA A ESCALA LIKERT DA TURMA 3º J.

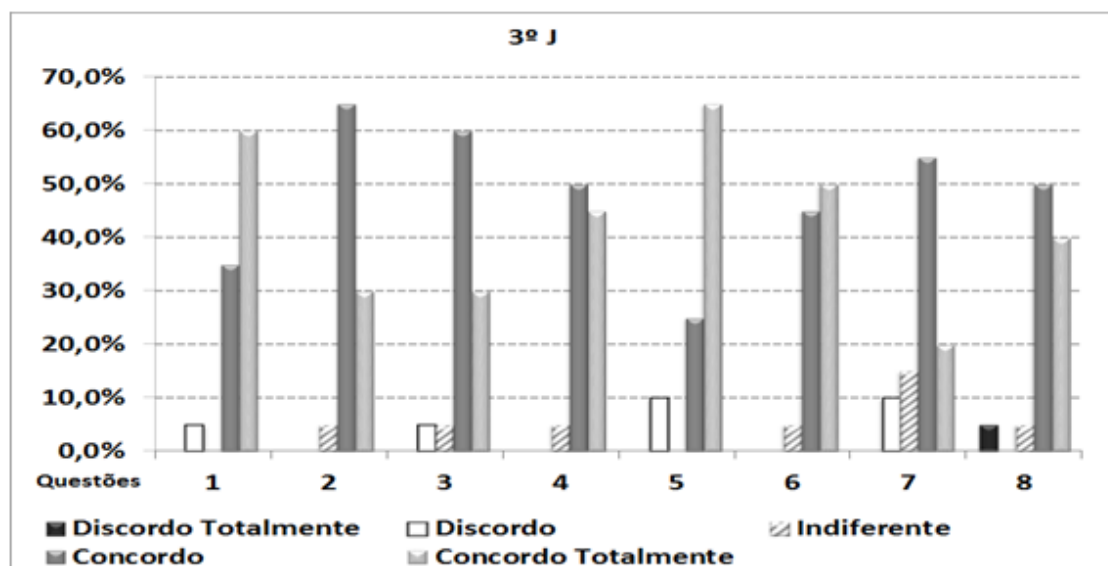
Valores absolutos

3 J					
20 Alunos					
Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente
1		1		7	12
2			1	13	6
3		1	1	12	6
4			1	10	9
5		2		5	13
6			1	9	10
7		2	3	11	4
8	1		1	10	8
Total	1	6	8	77	68

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3º J (vide tabela 5.7) 20 alunos responderam ao questionário onde se observa maior número de respostas para o item Likert “Concordo” com 77 respostas para as oito questões que compõem a escala.

FIGURA 5.12 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ITEM LIKERT DA TURMA 3º J.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a turma 3º J (vide figura 5.12) observa-se que para cada pergunta houve uma maior concordância para os itens da Likert “Concordo Totalmente” e “Concordo”, o que

demonstra um grau satisfatório a aplicação do *Modellus* como um processo ao ensino de física.

TABELA 5.8 - TABELA COM O TOTAL DE CADA ITEM PARA A ESCALA LIKERT DA TURMA 3º K.

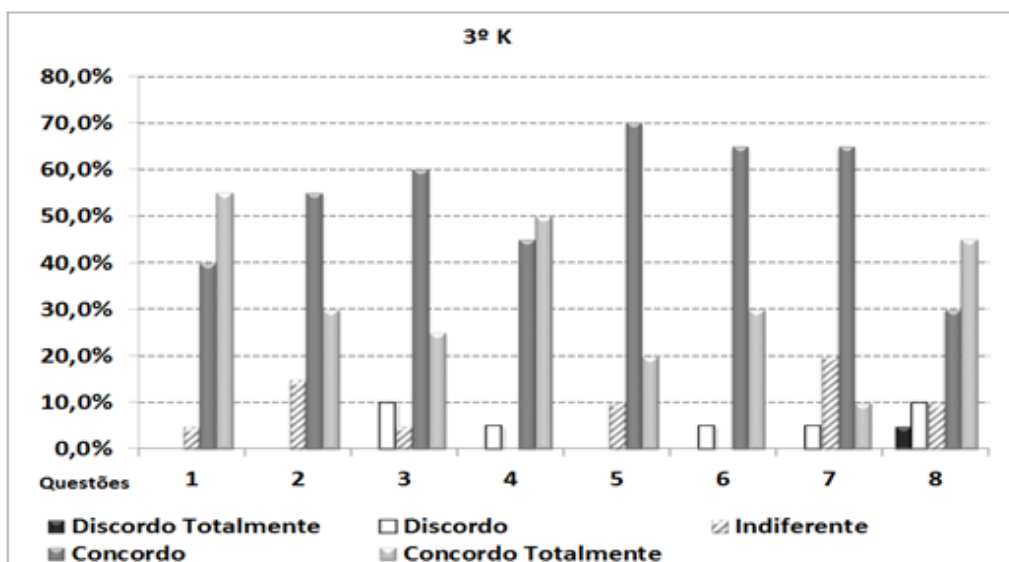
Valores absolutos

3 K					
20 Alunos					
Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente
1			1	8	11
2			3	11	6
3		2	1	12	5
4		1		9	10
5			2	14	4
6		1		13	6
7		1	4	13	2
8	1	2	2	6	9
Total	1	7	13	86	53

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3º K (vide tabela 5.8) 20 alunos responderam ao questionário onde se observa maior número de respostas para o item Likert “Concordo” com 86 respostas para as oito questões que compõem a escala.

FIGURA 5.13 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ITEM LIKERT DA TURMA 3º K.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3° K (vide figura 5.13) observa-se que para cada pergunta houve uma maior concordância para os itens da Likert “*Concordo Totalmente*” e “*Concordo*”, o que demonstra um grau satisfatório a aplicação do *Modellus* como um processo ao ensino de física.

TABELA 5.9 - TABELA COM O TOTAL DE CADA ITEM PARA A ESCALA LIKERT DA TURMA 3° L.

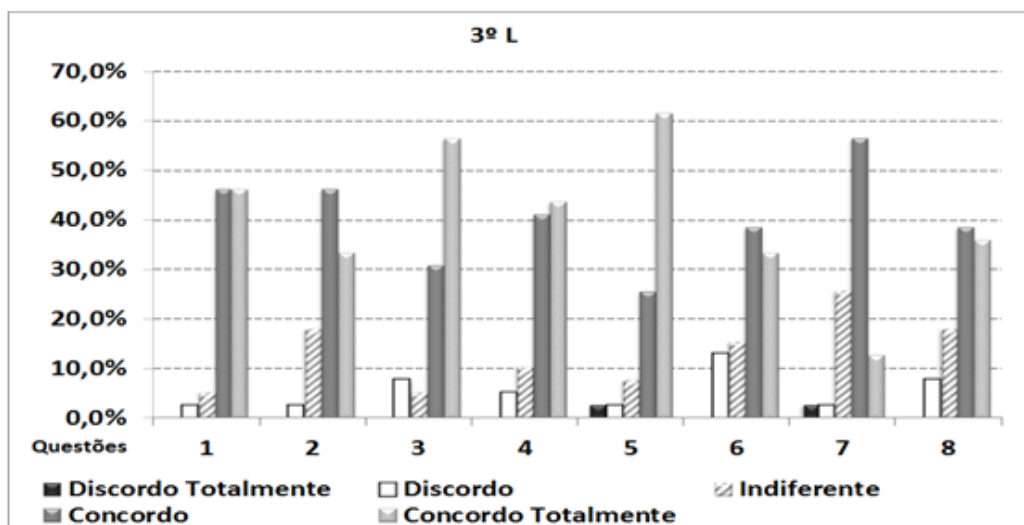
Valores absolutos

3 L					
39 Alunos					
Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente
1		1	2	18	18
2		1	7	18	13
3		3	2	12	22
4		2	4	16	17
5	1	1	3	10	24
6		5	6	15	13
7	1	1	10	22	5
8		3	7	15	14
Total	2	17	41	126	126

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3° L (vide tabela 5.9) 39 alunos responderam ao questionário onde se observa maior número de respostas para os itens Likert “*Concordo*” e “*Concordo Totalmente*” se igualaram com 126 respostas cada para as oito questões que compõem a escala.

FIGURA 5.14 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ITEM LIKERT DA TURMA 3º L.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a turma 3º L (vide figura 5.14) observa-se que para cada pergunta houve uma maior concordância para os itens da Likert “*Concordo Totalmente*” e “*Concordo*”, o que demonstra um grau satisfatório a aplicação do *Modellus* como um processo ao ensino de física.

TABELA 5.10-TABELA COM O TOTAL DE CADA ITEM PARA A ESCALA LIKERT DA TURMA 3º M.

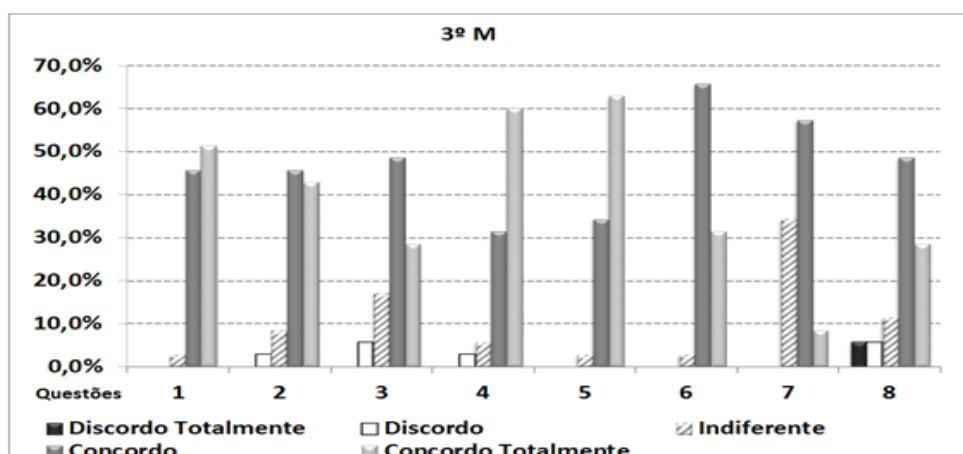
Valores absolutos

3 M					
35 Alunos					
Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente
1			1	16	18
2		1	3	16	15
3		2	6	17	10
4		1	2	11	21
5			1	12	22
6			1	23	11
7			12	20	3
8	2	2	4	17	10
Total	2	6	30	132	110

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3º M (vide tabela 5.10) 35 alunos responderam ao questionário onde se observa maior número de respostas para o item Likert “*Concordo*” com 132 respostas cada para as oito questões que compõem a escala.

FIGURA 5.15 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ITEM LIKERT DA TURMA 3º M.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a turma 3º M (vide figura 5.15) observa-se que para cada pergunta houve uma maior concordância para os itens da Likert “*Concordo Totalmente*” e “*Concordo*”, o que demonstra um grau satisfatório a aplicação do *Modellus* como um processo ao ensino de física.

TABELA 5.11 - TABELA COM O TOTAL DE CADA ITEM PARA A ESCALA LIKERT DA TURMA 3º N.

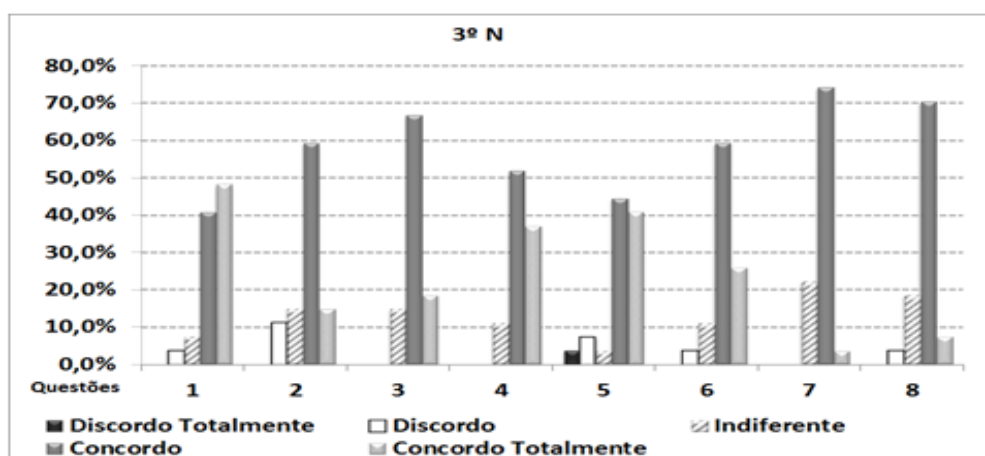
Valores absolutos

3 N					
27 Alunos					
Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente
1		1	2	11	13
2		3	4	16	4
3			4	18	5
4			3	14	10
5	1	2	1	12	11
6		1	3	16	7
7			6	20	1
8		1	5	19	2
Total	1	8	28	126	53

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3º M (vide tabela 5.11) 27 alunos responderam ao questionário onde se observa maior número de respostas para o item Likert “*Concordo*” com 126 respostas cada para as oito questões que compõem a escala.

FIGURA 5.16 - GRÁFICO COM O COMPARATIVO DE CADA ITEM LIKERT DA TURMA 3° N.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a turma 3° N (vide figura 5.16) observa-se que para cada pergunta houve uma maior concordância para os itens da Likert “*Concordo Totalmente*” e “*Concordo*”, o que demonstra um grau satisfatório a aplicação do *Modellus* como um processo ao ensino de física.

A seguir alguns comentários feitos pelos alunos logo após a aula onde foi utilizado o *Modellus* como recurso didático, nos quais demonstram a satisfação e insatisfação para alguns, de terem conhecido um método novo para se aprender física diferente do tradicional quadro/giz.

Turma 3 G

Aluno G1: “Acho que foi excelente, desperta muito interesse”.

Aluno G2: “Quando foi utilizado o data show ficou muito mais fácil entender como tudo acontecia, até porque dava para ver como tudo funciona”.

Aluno G3: “Concordo que despertou meu interesse por física”.

Aluno G4: “Acho que a aula que foi apresentada no Modellus nos trás mais interesse e por isso fica mais agradável.”.

Aluno G5: “Desperta interesse quando a aula é criativa”.

Aluno G6: “Quando a aula foi dada em sala de aula, o entendimento era um pouco mais difícil, já com o datashow foi fácil interpretar”.

Turma 3 J

Aluno J1: “A física é sempre desagradável.”

Turma 3 I

Aluno I1: “Foi a aula que eu entendi alguma coisa no ano de 2015.”

Aluno I2: “Não, independentemente da dinâmica da aula, será difícil a compreensão da matéria.”

Turma 3 K

Aluno K1: “Adote isso sim como modo de apresentar a matéria, pois fica muito lúcido a aprendizagem, os gráficos e desenhos ficam mais legíveis”.

Turma 3 L

Aluno L1: “Professor foi muito bom para meu entendimento a aula no data show, faça mais aulas assim, obrigada”.

Aluno L2 : “Consegui entender a matéria após esta aula”.

Turma 3 M

Aluno M1: “Com o software Modellus ficou mais claro e ilustrativo para o aprendizado da matéria em questão e despertou-me um maior interesse a respeito”.

Aluno M2: “Considero você um ótimo professor, porem estudar física é muito complicado e não consigo aprender nada e acho que nada ou ninguém vai conseguir fazer eu entender.”

Foi verificado que os resultados extraídos dos gráficos e tabelas das turmas alvo desta pesquisa, demonstraram que no geral houve uma melhoria na aprendizagem dos alunos no ensino de física quando a eles foram apresentado/expostos a um processo inovador (uso do *Modellus*) o qual despertou na maioria uma maior atenção aos conceitos ensinados, fato comprovado pela melhora das notas obtidas no pós-teste

quando comparadas com as notas do pré-teste corroborados pela pesquisa qualitativa, com o uso da escala Likert.

Em contra partida pôde-se verificar que, para algumas turmas, houve discrepâncias em algumas notas individuais/pontuais dos alunos nas quais mostraram um decréscimo de suas notas do teste 1 para o teste 2, verificadas nas turmas 3°I, 3°J, 3°K, 3°L e 3°N.

A tabela 5.12 mostra as turmas onde houve a queda nas notas (entre o teste 1 e o teste 2) e os percentuais de alunos os quais suas notas sofreram decréscimo. A porcentagem destes alunos é pequena quando comparado com o total de alunos da sala. Um dos motivos para os baixos rendimentos destes alunos pode ser um desinteresse total ao aprendizado de física, fato que pode ser verificado nos relatos de alguns deles, mostrados anteriormente como, por exemplo, os relatos dos *Alunos J1, I2 e M2*.

Tabela 5.12 – Tabela das discrepâncias de notas

Turma	Total de Alunos	Total de Alunos com Decréscimo de Notas	Porcentagem
3° I	31	5	16,12 %
3° J	35	2	5,71 %
3° K	30	1	3,33 %
3° L	34	10	29,41 %
3° N	25	3	12 %
Total	155	21	13,5%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Do exposto deste capítulo podemos verificar que o uso do *Modellus* como complemento no ensino ao ensino tradicional de física quadro/giz foi capaz de promover nos alunos um aumento de suas capacidades de interpretação dos movimentos dos planetas/satélites e uma maior disposição à aprendizagem no ensino de ciências.

CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa e a aplicação das atividades em sala de aula foi possível verificar que a aprendizagem do estudo da gravitação universal, especificamente o tópico *Leis de Kepler*, que trata das trajetórias e dinâmicas dos movimentos dos corpos celestes, apresenta um grau de abstração elevado, além de ser necessário que os alunos saibam os conceitos, a dinâmica de emprego das equações e fórmulas, bem como visualizem abstratamente os movimentos dos planetas/satélites preconizados pela teoria.

A essa dificuldade dos alunos em compreender esse tópico da física, se soma o fato da ausência de um laboratório, ainda que seja virtual/*online*, que possa ser utilizado para demonstrações dos movimentos e trajetórias desses corpos, sendo que geralmente esses movimentos são observados por meio de telescópios. Há de se lembrar de ainda que, mesmo com a utilização desse tipo de instrumento há/haverá certa dificuldade de se perceber, em curto prazo, os movimentos dos astros aparentes/visíveis no céu, além do mais é preciso que a escola possua este instrumento, sendo que seu uso é restrito a aulas noturnas e sob boas condições climáticas.

Buscando soluções para contornar esses problemas foi utilizado o programa computacional *Modellus*, que é capaz de modelar, simular e criar animações gráficas, sendo o seu uso, uma alternativa complementar ao ensino tradicional quadro/giz, no auxílio aos alunos a adquirirem uma visão dinâmica dos movimentos orbitais dos corpos celestes.

Valendo-se do programa *Modellus* foram criados os programas *Lei_1.mdl*, *Lei_2.mdl*, *Lei_3.mdl*, *Terra_Lua_e_2Sat.mdl*, disponíveis no site (<https://sites.google.com/site/elitonsite>) que possibilitaram os alunos a compreenderem e resolverem os problemas encontrados no estudo da Gravitação Universal.

A estatística extraída dos dados do pré-teste, pós- teste e questionário de satisfação mostrou uma diferença significativa no desempenho dos alunos, comprovando (ao menos nas turmas nas quais aulas utilizando o *Modellus* foram utilizadas) a eficácia da metodologia utilizada no ensino aprendizagem, promovendo a satisfação em conhecerem uma ferramenta capaz de simular os movimentos dos planetas/satélites.

Baseado nos resultados obtidos nessa dissertação pretende-se desenvolver trabalhos futuros de criação de novos programas com a utilização do *Modellus*, além dos contidos no produto educacional associado a esta dissertação, para os diversos ramos da física no intuito de ampliar e melhorar assim a qualidade do processo de ensino aprendizagem em ciências.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. E. **Informática para o ensino de física: O Modellus. Material didático.** Centro de Educação Superior a Distância do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

Albuquerque, F. M. P. DE. **Uso da ferramenta computacional “Modellus” como auxiliar na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos no estudo de circuitos elétricos RL e RC.** 2012.133 f. Dissertação Mestrado Integrado Profissional em Computação Aplicada - MPCOMP e da Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, 2012.

Balen, O; Netz, P. A. **Utilizando a modelagem e a simulação computacional no estudo do comportamento dos gases.** XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, p. 1-4, 2005.

Barsotti, D.C. **Uso de Ferramentas Tecnológicas no Ensino de Física para o Ensino Médio: Modelagem Matemática a partir do Software Modellus.** 2015. 90f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de São Carlos-Centro de Ciências Exatas. São Carlos. 2015

Brunet, A. R. G. et al. Dinâmica de Populações, Modelo de Lotka-Volterra e Tecnologias: Análise de um Projeto Interdisciplinar. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**, v. 10, n. 3. Dezembro, 2012.

Clement, L. et al. **Motivação autônoma de estudantes de física: evidências de validade de uma escala.** Psicologia Escolar e Educacional, 2014.

Costa, R.G; Passerino, L. M. Uma proposta pedagógica para o uso da modelagem computacional no curso de licenciatura em química do Cefet Campos. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**. Vol. 6, n. 2 (2008), 10 f., 2008.

De Figueredo Melo, R.B. **O software Modellus e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem do movimento retilíneo uniforme e do movimento retilíneo uniforme variado**. 2011.107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grade. 2011.

Dorneles, P. F. T. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MEC. Ministério da Educação. PCNEM – **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, 2000. Disponível em <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 10/set/2015.

Oliveira, A. B. **O software Modellus e sua possibilidade para desafiar as concepções de senso comum em óptica**. 2009. Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências área de concentração – Ensino de Física da USP, Dissertação de Mestrado. São Paulo.2009.

Paro, B. A escala Likert–Coisas que todo pesquisador deveria saber. **Net Quest**, 2012.

SANTOS, G. H.; ALVES, L.; MORET, M.A. Modellus: Animações Interativas Mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. **Revista Sitientibus – Série Ciências Físicas**, v.2, p. 56-67, Dezembro, 2006.

Site UFPB; Modellus; Disponível em
<<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/port/modellus.htm>>. Acesso em: 01/set/2015.

SOARES, A. A.; CATARINO, P. M. M. C. Modelação e Simulação do enchimento de recipientes usando o Modellus. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, n. 3, p. 38-53, 2015.

TEODORO, V.D. (2009), “**Modellus: Uma ferramenta computacional para criar e explorar modelos matemáticos.** Disponível em
<<http://modellus.fct.unl.pt/file.php?file=/1/papers/Modellus%20Informat.PDF>>. Acesso em: 15/set/2015.

Apêndice

Apêndice 1 - Teste -1 (Aplicado logo após as aulas de Gravitação Universal utilizando quadro/giz)

OBSERVAÇÃO: As questões 1, 3 e 8 deverão conter os cálculos realizados para as suas resoluções.

Questão 1 - O módulo da força de atração gravitacional entre duas pequenas esferas de massa m , iguais, cujos centros estão separados por uma distância d , é F . Substituindo uma das esferas por outra de massa $2m$ e reduzindo a separação entre os centros das esferas para $d/2$, resulta uma força gravitacional de módulo igual a?

- a) $8.F$ b) $4.F$ c) $F/4$ d) $F/8$ e) $2.F$

Questão 2 – Assinalar abaixo a opção com a afirmação verdadeira sobre “A lei da gravitação universal de Newton”:

- a) os corpos se atraem na razão inversa de suas massas e na razão direta do quadrado de suas distâncias;
- b) os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado de suas distâncias;
- c) os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa de suas distâncias;
- d) os corpos se atraem na razão inversa de suas massas e na razão direta de suas distâncias;
- e) os corpos se atraem na razão direta do quadrado de suas massas na razão direta de suas distâncias.

Questão 3 - A força gravitacional entre um satélite e a Terra é F . Se a massa desse satélite fosse quadruplicada e a distância entre o satélite e o centro da Terra aumentasse duas vezes, o valor da força gravitacional será de:

- a) $F/4$ b) $F/2$ c) $3F/4$ d) F e) $2F$

Questão 4 - Um planeta descreve uma órbita em torno do Sol no sentido anti-horário (vide figura 4-A). Ao longo de sua trajetória, esse planeta ocupa cinco posições diferentes **P1, P2, P3, P4, P5** em que estão representados os vetores velocidade linear (V) e a força gravitacional (F) atuando no planeta. Pergunta-se, em qual das posições **P1, P2, P3, P4, P5** os vetores V e F estão corretamente representados?

- a) Na posição P1 b) Na posição P2 c) Na posição P3 d) Na posição P4 e) Na posição P5

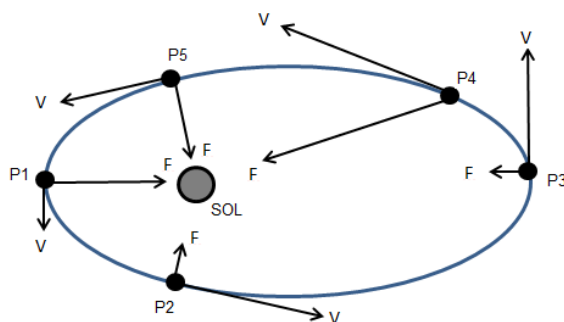
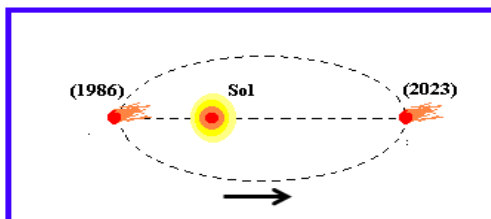


FIGURA 4-A

Questão 5 - Se considerarmos que a órbita da Terra em torno do Sol seja uma circunferência de raio R e que V e G sejam, respectivamente, o módulo da velocidade orbital da Terra e a constante de gravitação universal, então a massa do Sol será dada por:

- a) $R \cdot V^2 / G$ b) $G \cdot 2 \cdot V / R$ c) $V^2 / R \cdot G$ d) $R \cdot G / V^2$ e) $2 \cdot V / R G$

Questão 6 - O cometa de Halley atingiu, em 1986, sua posição mais próxima do Sol e no ano de 2023, atingirá sua posição mais afastada do Sol.



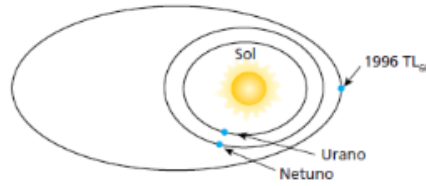
Quanto ao cometa Halley, assinale a opção correta:

- a) Entre 1986 e 2023 o cometa terá movimento uniforme;
- b) Entre 1986 e 2023 a força gravitacional que o Sol aplica no cometa será centrípeta e o seu valor estará aumentando;
- c) No ano de 2023 a velocidade linear do cometa será mínima enquanto que força gravitacional sobre ele será máxima;
- d) No ano de 2041 o cometa terá um movimento acelerado;
- e) Entre 1986 e 2023 o movimento do cometa será acelerado.

Questão 7 - Observe o gabarito com a resolução de uma cruzadinha temática em uma revista de passatempo.

HORIZONTAIS

1. Força presente na trajetória circular.



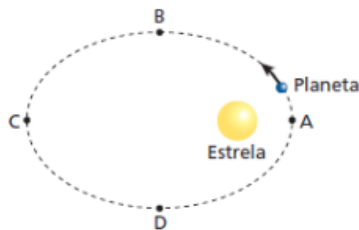
Com base na questão 9, e na figura acima, leia as afirmações abaixo:

- I.** Essas órbitas são elípticas, estando o Sol em um dos focos dessas elipses.
- II.** Os três astros representados executam movimento uniforme em torno do Sol, cada um com um valor de velocidade diferente dos outros.
- III.** Dentre os astros representados, quem gasta menos tempo para completar uma volta em torno do Sol é Urano.

Referente às afirmações (acima) **I**, **II** e **III** temos que:

- a) todas as afirmativas são corretas.
- b) todas as afirmativas são incorretas.
- c) apenas as afirmativas **I** e **II** são corretas.
- d) apenas as afirmativas **II** e **III** são corretas.
- e) apenas as afirmativas **I** e **III** são corretas.

Questão 10 - Um planeta descreve trajetória elíptica em torno de uma estrela que ocupa um dos focos da elipse, conforme indica a figura abaixo. Os pontos **A** e **C** estão situados sobre o eixo maior da elipse e os pontos **B** e **D**, sobre o eixo menor:



Se t_{AB} (tempo necessário para o Planeta ir do ponto **A** até o ponto **B**) e t_{BC} (tempo necessário para o Planeta ir do ponto **B** até o ponto **C**) forem os intervalos de tempo para o planeta percorrer os respectivos arcos de elipse, e se F_A e F_B forem, respectivamente, as forças resultantes sobre o planeta nos pontos **A** e **B**, pode-se afirmar que:

- a) $t_{AB} < t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da estrela;
- b) $t_{AB} < t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da elipse;
- c) $t_{AB} = t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da estrela;
- d) $t_{AB} = t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da elipse;
- e) $t_{AB} > t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da estrela

Apêndice 2 - Teste – 2 (Aplicado logo após as aulas de Gravitação Universal utilizando o projetor multimídia e os programas desenvolvidos no Modellus)

OBSERVAÇÃO: As questões 1, 3 e 8 deverão conter os cálculos realizados para as suas resoluções.

Questão 1 - O módulo da força de atração gravitacional entre duas pequenas esferas de massa m , iguais, cujos centros estão separados por uma distância d , é F . Substituindo uma das esferas por outra de massa $2m$ e aumentando a separação entre os centros das esferas para $2d$, resulta uma força gravitacional de módulo igual a?

- a) $8.F$ b) $4.F$ c) $F/2$ d) $F/8$ e) $2.F$

Questão 2 – Assinalar abaixo a opção com a afirmação verdadeira sobre “A lei da gravitação universal de Newton”:

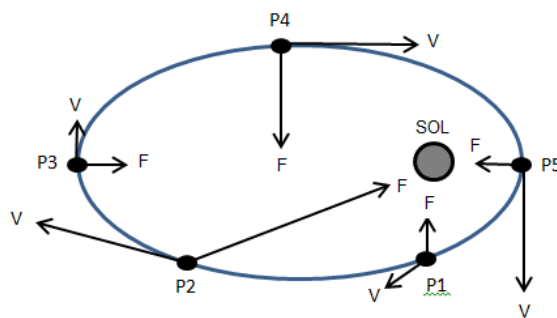
- a) os corpos se atraem na razão inversa de suas massas e na razão direta do quadrado de suas distâncias;
- b) os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa de suas distâncias;
- c) os corpos se atraem na razão direta do quadrado de suas massas na razão direta de suas distâncias.
- d) os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado de suas distâncias;
- e) os corpos se atraem na razão inversa de suas massas e na razão direta de suas distâncias;

3 - A força gravitacional entre um satélite e a Terra é F . Se a massa desse satélite fosse dobrada e a distância entre o satélite e o centro da Terra aumentasse duas vezes, o valor da força gravitacional será de:

- a) $F/4$ b) $F/2$ c) $3F/4$ d) F e) $2F$

Questão 4 - Um planeta descreve uma órbita em torno do Sol no sentido horário. Ao longo de sua trajetória, esse planeta ocupa cinco posições diferentes **P1, P2, P3, P4, P5** em que estão representados os vetores velocidade linear (V) e a força gravitacional (F) atuando no planeta. Pergunta-se, em qual das posições **P1, P2, P3, P4, P5** os vetores V e F estão corretamente representados?

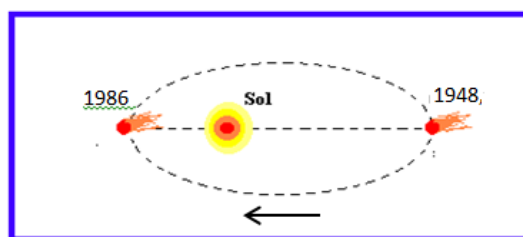
- a) Na posição P1 b) Na posição P2 c) Na posição P3 d) Na posição P4 e) Na posição P5



Questão 5 – A força \mathbf{F} que o Sol atrai a Terra é chamada força gravitacional, sendo M_T a massa da Terra, M_S a massa do Sol, G a constante de gravitação universal e d a distância do Sol até a Terra, então a massa do Sol será dada por:

- a) $F \cdot d^2 / M_T \cdot G$ b) $F \cdot G / d^2 \cdot M_T$ c) $M_T \cdot G / F \cdot d^2$ d) $F \cdot M_T / G \cdot d^2$ e) $d^2 \cdot G / F \cdot M_T$

Questão 6 - O cometa de Halley atingiu, em 1948, sua posição mais distante do Sol e no ano de 1986, atingiu sua posição mais próxima do Sol.



Quanto ao cometa Halley, assinale a opção correta:

- a) Entre 1948 e 1986 o cometa terá movimento uniforme;
- b) Entre 1948 e 1986 a força gravitacional que o Sol exerceu no cometa foi do tipo centrípeta e o seu valor aumentou o módulo durante este intervalo de tempo.
- c) No ano de 2016 a velocidade linear do cometa será mínima enquanto que força gravitacional sobre ele será máxima;
- d) No ano de 2016 o cometa terá um movimento acelerado;
- e) Entre 1948 e 1986 o movimento do cometa foi retardado.

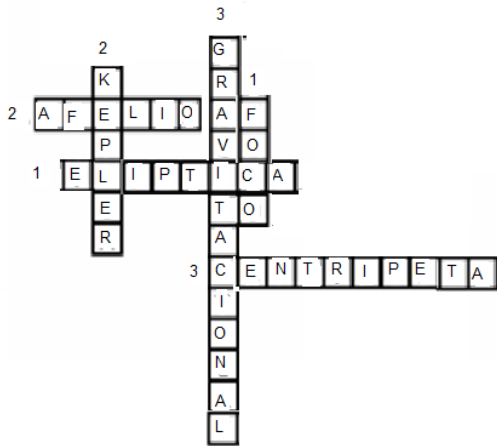
Questão 7 - Observe o gabarito com a resolução de uma cruzadinha temática em uma revista de passatempo.

HORIZONTAIS

1. Órbita que um planeta descreve em torno do Sol.
2. Ponto mais próximo ao Sol no movimento de translação da Terra.
3. Força presente na trajetória circular.

VERTICAIS

1. Lugar geométrico ocupado pelo Sol na trajetória planetária.
2. Astrônomo alemão adepto ao heliocentrismo.
3. Atração do Sol sobre os planetas.



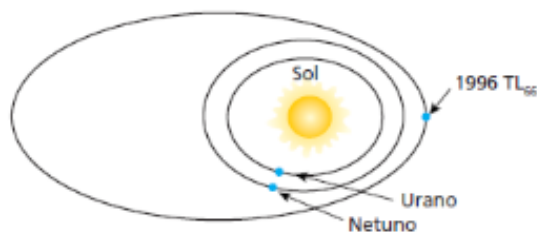
Um leitor, indignado com o "furo" na elaboração e revisão da cruzadinha, em uma carta aos editores, destacou, baseando-se nas leis da Gravitação e da Mecânica Clássica, a ocorrência de erro:

- a) na horizontal 2, apenas;
- b) na horizontal 1, apenas;
- c) nas verticais 1 e 2, apenas;
- d) nas horizontais 1 e 3, apenas;
- e) na horizontal 3 e na vertical 3, apenas.

Questão 8 - Curiosamente, no sistema solar, os planetas mais afastados do Sol são os que têm maior quantidade de satélites naturais, principalmente os de maior massa, como Júpiter e Saturno, cada um com mais de 60 satélites naturais. Considere 2 (dois) satélites **A** e **B** de Júpiter. O satélite **A** dista **R** do centro de Júpiter e o satélite **B** dista **2R** do mesmo centro. Se **B** demora **4.n** dias terrestres para completar uma volta em torno de Júpiter, o número de dias terrestres em que **A** completa uma volta em torno do mesmo planeta é?

- a) $n\sqrt{2}$ b) n c) $n\sqrt{3}$ d) $2.n$ e) $4.n$

Questão 9 - A figura abaixo representa o Sol, três astros celestes e suas respectivas órbitas em torno do Sol: Urano, Netuno e o objeto nomeado/batizado de **1996TL66**, descoberto na década de 1990.



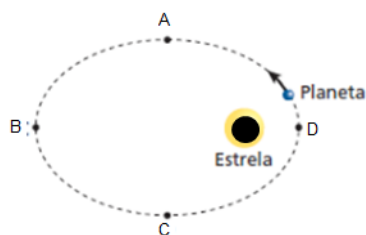
Com base na questão 9, e na figura acima, leia as afirmações abaixo:

- I** - Apenas a órbita do corpo **1996TL66** pode ser elipse.
- II** - Os três astros representados executam movimento uniforme em torno do Sol, cada um com um valor de velocidade diferente dos outros.
- III** - Dentre os astros representados, quem gasta mais tempo para completar uma volta em torno do Sol é Urano.

Referente às afirmações (acima) **I**, **II** e **III** temos que:

- a) todas as afirmativas são corretas;
- b) todas as afirmativas são incorretas;
- c) apenas as afirmativas **I** e **II** são corretas;
- d) apenas as afirmativas **II** e **III** são corretas;
- e) apenas as afirmativas **I** e **III** são corretas.

Questão 10 - Um planeta descreve trajetória elíptica em torno de uma estrela que ocupa um dos focos da elipse, conforme indica a figura abaixo. Os pontos **A** e **C** estão situados sobre o eixo maior da elipse e os pontos **B** e **D**, sobre o eixo menor:



Se t_{AB} (tempo necessário para o Planeta ir do ponto **A** até o ponto **B**) e t_{BC} (tempo necessário para o Planeta ir do ponto **B** até o ponto **C**) forem os intervalos de tempo para o planeta percorrer os respectivos arcos de elipse, e se F_A e F_B forem, respectivamente, as forças resultantes sobre o planeta nos pontos **A** e **B**, pode-se afirmar que:

- a) $t_{AB} > t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da estrela;
- b) $t_{AB} < t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da estrela;
- c) $t_{AB} = t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da estrela;
- d) $t_{AB} = t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da elipse;
- e) $t_{AB} > t_{BC}$ e que F_A e F_B apontam para o centro da elipse.

Apêndice 3 – Questionário Investigativo de Satisfação

Questionário

Com base no desenvolvimento das aulas ministradas de gravitação universal, as quais os conteúdos foram apresentados a vocês alunos através de dois métodos de ensino-aprendizagem, uma utilizando quadro e pincel e a outra por meio de projetor multimídia fazendo uso do software **Modellus**, peço a vocês que respondam com toda sinceridade às questões abaixo marcando apenas uma alternativa que melhor satisfaça a sua opinião.

1 – Você achou que a aula de gravitação universal utilizando o software **Modellus** apresentada no Datashow possibilitou a você um maior entendimento da matéria?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

2 – Fazendo um comparativo entre a aula de gravitação universal quando foi exposta no quadro e pincel e a aula apresentada utilizando o programa desenvolvido no software **Modellus**, você acha que foi melhor para o seu entendimento do conteúdo a aula apresentada no **Modellus**?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

3 – Você acha que os conteúdos que hoje você está estudando seriam melhores explicados se fossem apresentados como foram apresentados os conteúdos de gravitação universal (utilizando o software **Modellus**)?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

4 – Quando as aulas de gravitação universal foram apresentadas a você pelo professor, utilizando o software **Modellus**, fizeram você enxergar a dinâmica dos movimentos dos

planetas ou satélites, melhor do que quando a aula foi exposta utilizando-se do quadro e pincel?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

5 – Em sua opinião mais aulas deveriam ser desenvolvidas utilizando o software **Modellus**? Você acha que isto despertaria um maior interesse nas aulas de física?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

6 – Quando você assistiu à aula de gravitação universal exposta utilizando-se do software **Modellus** você se sentiu mais motivado e capaz de entender a dinâmica do movimento dos satélites ou planetas e a física utilizada para explicar esses movimentos ?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

7 – Você acha que o conteúdo apresentado de gravitação universal utilizando-se do software **Modellus** que lhe foi apresentado despertou um interesse que você precisava para gostar de física?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

8 – Ao assistir a aula sobre gravitação universal com o uso do software **Modellus**, isso te despertou para o fato de que o estudo de física pode se tornar mais agradável quando este for apresentado de uma forma diferente da tradicional? Ou seja, utilizando-se quadro e pincel e quadro?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente