



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

JOEL DOS SANTOS GODINHO

O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DA FÍSICA: *Software* Modellus aplicado a
resolução de exercícios no ensino médio.

**PALMAS - TO
Junho/2015**

JOEL DOS SANTOS GODINHO

O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DA FÍSICA: *Software* Modellus aplicado a resolução de exercícios no ensino médio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Palmas, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Física, sob a orientação do Professor MSc. Ademar Paulo Júnior.

PALMAS - TO
Abril /2015

Godinho, Joel Dos Santos

O Uso De Simuladores No Ensino Da Física / Joel Dos Santos Godinho. Palmas, 2015
91 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura Física) - Instituto Federal de
Educação do Tocantins, Palmas, 2015.

Orientador (a): Prof. Ademar Paulo Júnior.

1. Educação 2. Software. I. Título



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: O uso de simuladores no ensino da Física

AUTOR: Joel dos Santos Godinho

ORIENTADOR: Prof. Msc. Ademar Paulo Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Palmas*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Física.

Aprovada em ____/____/____.

*Prof. Msc. Ademar Paulo Júnior
IFTO - Campus Palmas
Presidente/orientador*

*Prof. Esp. Francisco Romero de Araújo Nogueira
IFTO - Campus Palmas*

*Prof. Alexsandro Messias Cruz Duarte
Colégio da Polícia Militar de Palmas*

Á minha família: principalmente minha mãe Lucília Dos Santos Godinho, fonte de inspiração e propulsora dos primeiros passos em direção ao mundo do conhecimento e meu Pai Jose Teixeira Godinho pela força de vontade e dedicação, meus Irmão Josué e Samuel, minha filha Shamyra, minha namorada Cleide, enfim todos amigos e familiares que de forma direta ou indireta contribuíram para essa caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força e coragem para prosseguir em mais uma etapa da minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Ademar, pela orientação, paciência e dedicação na elaboração deste trabalho.

Ao IFTO, por me oferecer a oportunidade de cursar física mesmo estando distante dos grandes centros.

Aos demais professores que tive o prazer de conhecer ao longo do Curso de Física.

A todos os meus amigos pelos momentos de convívio, apoio e incentivo. A todos que, de alguma forma, me ajudaram a vencer este desafio.

Aos meus companheiros de estudos e correções, Mázio e Prof. Gustavo, que contribuíram e muito para êxito deste TCC.

A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.

Albert Einstein

RESUMO

GODINHO, Joel dos Santos. O uso de simuladores no ensino da física: *Software* Modellus aplicado a resolução de exercícios no ensino médio. 2015. 92f. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, *Campus* Palmas, Palmas -TO, 2015.

Ao proceder à análise de como tecnologias podem fornecer elementos para uma aprendizagem significativa no processo formativo dos alunos, a nossa pesquisa tem como objetivos elaborar e aplicar ferramentas de simulações, utilizando-se o programa “Modellus”, com intuito de auxiliar os discentes na assimilação dos conteúdos trabalhados no ensino médio. Os pressupostos para esta pesquisa surgiram da constatação feita pelo autor das dificuldades encontradas pelos alunos em compreender os fenômenos físicos e as representações gráficas desses. Utilizou-se o *software* “Modellus”, trabalhando como referencial a concepção da teoria proposta por atalhos do construtivismo; como suporte teórico metodológico, elegemos o paradigma da aprendizagem significativa de David Ausubel, que tem como ideia central os processos pelos quais se formam os novos conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz através de conhecimentos prévios. Aplicou-se um questionário de opinião a 60 alunos do ensino médio do IFTO, Campus Palmas. As primeiras questões tratavam-se da grande área a aprendizagem (ensino de Física) totalizando 6 questões e as outras 4 foram especificamente sobre Modellus e sua eficácia. Baseado nos dados colhidos constatou-se que a avaliação do *software* foi positiva mostrando grande potencial para análises dos fenômenos e construção de gráficos principalmente para as turmas de primeiros anos, nas turmas de segundo e terceiro ano ensino médio mostra-se muito eficaz na visualização de transformações gasosas ideias e processo mentais como interação entre cargas. A representação de gráficos em funções do tempo vai sendo construído simultaneamente aliado ao movimento dos objetos havendo ainda, possibilidade de alterar os parâmetros. Com auxílio do Modellus ao aluno adquiriu assimilação dos conteúdos promovendo uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Aprendizagem; significativa; Educação; Software.

ABSTRACT

GODINHO, Joel. The use of simulators in the physics teaching: *Software* applied Modellus the resolution of exercises in the teaching medium. 2015. 92f. Work of Conclusion of Course. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, *Campus* Palmas, Palmas -TO, 2015.

I aim at of the research it was to elaborate and to apply tools of simulations, being used the program " Modellus ", with intention of aiding the discentes in the assimilation of the contents worked in the medium teaching. The presuppositions for this research appeared of the verification done by the author of the difficulties found by the students in understanding the physical phenomena and the graphic representations of those. The *software* " was used Modellus ", working as referencial the conception of the theory proposed by shortcuts of the constructivism; as methodological theoretical support, we chose the paradigm of David Ausubel's significant learning, that has as central idea the processes for the which are formed the new concepts in the apprentice's cognitive structure through previous knowledge. An opinion questionnaire was applied 60 students of the medium teaching of IFTO, Campus Palmas. The first of the 10 subjects are joined of the great area the learning totaling 6 subjects and the other ones 4 they were specifically about Modellus and your effectiveness. Based on the picked data it was verified that the evaluation of the *software* was positive showing great potential for you analyze mainly of the phenomena and construction of graphs for the groups of first years, in the second groups and third year medium teaching is shown very effective in the visualization of transformations gaseous ideas and mental process as interaction among loads. The representation of graphs in functions of the time being built ally simultaneously to the movement of the object and the possibility of you alter them I aid the student assimilation of the contents promoting a significant learning.

Keywords: Learning; significant; Education; computer science.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Simulação executada apenas com equações matemática encontradas. ...	31
Figura 2: modelagem depois de respeitado as condições do fenômeno.....	31
Figura 3: Transformação isotérmica.	32
Figura 4: Aplicações dos conceitos físicos.	Erro! Indicador não definido. 33
Figura 5: comportamento vetorial do campo.	34
Figura 6: Nova configuração do vetor resultante.....	35
Figura 7: Interações entre cargas.....	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: questão 1	37
Gráfico 2: questão 1	37
Gráfico 3: questão 1	37
Gráfico 4: questão 2	38
Gráfico 5: questão 2	38
Gráfico 6: questão 2	38
Gráfico 7: questão 3	39
Gráfico 8: questão 3	39
Gráfico 9: questão 3	39
Gráfico 10: questão 4	40
Gráfico 11: questão 4	40
Gráfico 12: questão 4	40
Gráfico 13: questão 5 e 6	41
Gráfico 14: questão 5 e 6	41
Gráfico 15: questão 5 e 6	41
Gráfico 16: questão 1 Modellus	42
Gráfico 17: questão 1 Modellus	42
Gráfico 18: questão 1 Modellus	42
Gráfico 19: questão 2 Modellus	43
Gráfico 20: questão 2 Modellus	43
Gráfico 21: questão 2 Modellus	43
Gráfico 22: questão 3 Modellus	44
Gráfico 23: questão 3 Modellus	44
Gráfico 24: questão 3 Modellus	44
Gráfico 25: questão 4 Modellus	45
Gráfico 26: questão 4 Modellus	45
Gráfico 27: questão 4 Modellus	46

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO I - TEORIAS DE APRENDIZAGEM E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	15
1.1 Behaviorismo	15
1.2 Construtivismo	16
1.3 Teoria da Aprendizagem Significativa.	17
CAPÍTULO II - USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA E OS PCNS.....	20
2.1 Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)	20
2.1.1 TICs e PCNEM	20
CAPÍTULO III - MODELAGEM E SIMULAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	22
3.1 Modelagem e Simulações	22
3.1.1 Simulações	22
3.1.2 Modelagem.....	22
3.2 Modelagens Computacionais.	23
3.2.1 <i>Softwares</i> para modelagens.....	24
3.3 Modellus.	25
CAPÍTULO IV - METODOLOGIA	27
CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
CONSIDERAÇÕES.....	47
BIBLIOGRAFIA	49
Apêndice I	50
Apêndice II	76
ANEXO I.....	78
ANEXO II.....	89

INTRODUÇÃO

No Brasil existem inúmeras pesquisas voltadas para utilização do Modellus no processo ensino e aprendizagem. Mas, alguns pesquisadores se destacam quanto a pesquisa do *software* desenvolvido por Vitor Teodoro. Os trabalhos científicos publicados no âmbito desta linha de pesquisa envolvendo simulação e modelagem computacionais, destacam-se: Moreira M. A. e Eliane Ângela Veit (2004); Vitor Teodoro (2002); Veit e Araújo, em diversas publicações discutem a importância da modelagem no ensino e aprendizagem de Física em conexão com os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM).

Tomou-se como referencial a concepção da teoria proposta por atalhos do construtivismo; como suporte teórico metodológico, elegemos o paradigma da aprendizagem significativa de David Ausubel, que tem como ideia central os processos pelos quais se formam os novos conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz através de conhecimentos prévios.

Ao proceder à análise de como tecnologias podem fornecer elementos para uma aprendizagem significativa no processo formativo dos alunos, a nossa pesquisa partiu dos seguintes pressupostos:

a) para se utilizar novas tecnologias é preciso, inicialmente, realizar estudos sobre as tecnologias existentes e, a partir daí, planejar qual delas melhor se adequa ao processo de ensino e aprendizagem de Física. Tais como permita tirar das equações matemáticas os fenômenos físicos que eles presenciaram ou conhecem do seu convívio social e relacioná-las ao Problema;

b) identificar qual tecnologia é mais eficiente no diagnóstico dos parâmetros envolvidos em cada fenômeno através das equações, a importância para a ocorrência desse. Principalmente quando vem expresso em representações gráficas e os alunos precisam retirar deles funções matemáticas que descrevam os Fenômenos. Especialmente por tratar-se de um curso de ensino médio, e haver uma deficiência na álgebra envolvida no problema e não conseguirem entender o real significado do gráfico, resultando em memorização de fórmulas sem significado.

O primeiro pressuposto decorre dos preceitos “explícitos nos parâmetros curriculares nacionais”, onde se pode afirmar que “Física é um conhecimento que

permite elaborar modelos [...] desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias” conforme determina os PCNs (parâmetros curriculares nacionais). Sendo assim, entende-se que somente aulas expositivas e livros não podem suprir todos os recursos necessários a um bom entendimento dos fenômenos físicos, o que para Veit, necessita da utilização de uma ferramenta complementar para alcançar tais preceitos.

O segundo pressuposto baseia-se na premissa de que devemos escolher uma ferramenta que consiga, através do seu console, oferecer aos alunos opções como: gráficos, tabelas e modelo matemático envolvido em cada fenômeno e ainda consiga dar movimento a esse. O *Modellus* por ser Gratuito e fácil de manusear como entende Moreira 2004, a melhor opção encontrada para facilitar o processo ensino e aprendizagem, foi o uso de *softwares* simuladores para alcançar os objetivos.

Percebeu-se, em se tratando de Ensino de Física os PCNs preconiza que não existem soluções prontas, únicas e simples e que esse é um desafio a ser enfrentado pelos educadores de cada escola, cada realidade social.

Em vista disso, alguns questionamentos nortearam a investigação: Quais tecnologias estão disponíveis para auxílio do processo ensino e aprendizagem? Como tecnologias favorecem uma aprendizagem significativa? Como elas se encaixam nas propostas curriculares e pedagógicas? Como se dá a integralização das tecnologias e a realidade do aluno?

Este trabalho tem como finalidade analisar a utilização de novas tecnologias no processo ensino e aprendizagem de Física e como elas podem ser utilizadas para oferecer aos alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFTO), Campus Palmas uma aprendizagem significativa conforme defendia David Ausubel.

O presente estudo examinou o uso de tecnologias como computadores, filmes, *softwares* e outros que tem auxiliado os professores de Física a obter, êxito na tarefa de ensinar ciências da natureza a alunos do ensino médio.

Tenta-se então provar que a articulação entre aula teórico-conceitual, resolução de exercícios e modelagem utilizando o simulador *Modellus*, pode proporcionar a aprendizagem significativa. Promovendo um conhecimento contextualizado da realidade dos alunos com a visualização do fenômeno estudado, colocado em movimento, como imaginado nos problemas através das equações estudadas nas aulas teóricas conceituais.

A partir das considerações mencionadas, este trabalho teve como objetivo: aplicar simulações nos dias das aulas de resolução de exercício aos alunos do IFTO *Campus* Palmas e analisar como os alunos se comportam diante da novidade que será apresentada. Observa-se o que realmente entenderam por meio de um questionário de opinião onde os alunos avaliarão o potencial do *software* em ligar os fenômenos as equações matemáticas, manipular as incógnitas durante a simulação e geração de gráficos instantâneos. Explorar e utilizar os recursos oferecidos pelo programa de modo a despertar nos discentes o interesse pelo assunto.

A escolha do Modellus como objeto de estudo se deu pelos mesmos motivos defendidos pelos autores de várias pesquisas voltadas ao uso de simuladores no ensino da física Araújo, Veit e Moreira em pesquisa sobre a Modelagens desenvolvidas com Utilização do Modellus que afirmam “destaca-se por permitir que estudantes e professores façam experimentos conceituais utilizando modelos matemáticos definidos a partir de funções, derivadas, taxas de variação, equações diferenciais”

Com a finalidade de facilitar a exposição da pesquisa, esta monografia está organizada em seis partes, com cinco capítulos subdivididos em seções.

O primeiro capítulo trata da revisão de literatura, com o objetivo de refletir sobre característica das teorias behaviorista, cognitivista e Humanista, na qual está a teoria de Ausubel de aprendizagem significativa. Definindo como ela está estruturada.

O segundo capítulo apresenta Uso de tecnologias de informação (TICs) e comunicação no ensino de Física e os PCNs. Aborda-se algumas pesquisas do uso de TICs no processo ensino e aprendizagem e como utilizá-las para alcançar as metas definidas no PCNs.

A contextualização histórica dos fatos que traduzem como a Modelagem e simulação no ensino de Física foi realizada é discutida no terceiro capítulo. Buscamos explicar o que é modelagem e o que são simulações. Depois disso, fala-se, com base em pesquisas recentes que a apliquem, como ela pode ser inserida no ensino de Física bem como alguns de seus resultados. Apontamos alguns dos principais *softwares* para simulação didática. Dedicamos uma seção para falar especificamente sobre o Modellus pois ele é o personagem central da pesquisa na busca da aprendizagem significativa.

No quarto capítulo indica-se a proposta metodológica escolhida para esta pesquisa, bem como a justificativa para sua aplicação. Baseou-se em uma visão

inovadora para instrumentalização técnica com intuito de fornecer conhecimento científico de modo a interpretar a realidade da pesquisa no que tange o processo ensino e aprendizagem e suas inovações para alcançá-lo. As seções deste capítulo descrevem a escolha metodológica da investigação, o contexto, os objetivos, o histórico da pesquisa e, por fim, os procedimentos de coleta, seleção, análise e interpretação de dados.

No quinto capítulo, estão as análises e discussão dos dados, onde procura-se responder às perguntas que nortearam esta pesquisa. As respostas encontradas contribuíram para análise do objetivo principal da pesquisa, que é aplicação do uso de *software* e como pode proporcionar a aprendizagem significativa, aos alunos do ensino médio, no IFTO – Campus Palmas. Inicialmente são apresentadas as informações referentes as turmas de ensino médio. Posteriormente apresenta-se as modelagens aplicadas e discute-se os dados obtidos a partir da aplicação de questionários de opinião aos discentes para uma avaliação de como esses (estudantes) encararam o uso de simuladores no ensino de física.

Concluindo, apresenta-se as considerações finais a respeito da pesquisa desenvolvida e dos resultados obtidos, bem como reflexões acerca do objeto investigado, suas aplicações e contribuições. Tal seção exprime as contribuições que espera-se ter deixado por meio da realização desta pesquisa. Apresenta-se ainda tutorial de simulações desenvolvidas em diversos tópicos da física. Dispostos em Apêndice que servirá como base para que os interessados em pesquisar sobre este assunto tenham um ponto para iniciar sua pesquisa, principalmente para turmas de 2º e 3º ano do ensino médio onde geralmente são mais difíceis de serem modeladas e encontradas.

CAPITULO I - TEORIAS DE APRENDIZAGEM E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O livro teorias de aprendizagem do professor Moreira figura como a principal ferramenta na construção do referencial teórico desta pesquisa, visto que o autor faz um apanhado geral das teorias de aprendizagem utilizadas para desenvolver nossa pesquisa. Moreira [1] afirma “De um modo Geral, uma Teoria é uma tentativa humana de sistematizar uma área de conhecimento, uma maneira particular de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problemas” destacando em sua obra que teoria de aprendizagem é uma construção humana de interpretar a área do conhecimento que é chamada de aprendizagem.

A literatura nos ensina que as teorias de aprendizagem se encontram balizadas em três filosofias: a comportamentalista (behaviorismo), a humanista e a cognitiva (construtivista). Nas próximas seções apresentaremos uma breve discussão dos principais aspectos do behaviorismo e construtivismo.

1.1 Behaviorismo

O behaviorismo foi proposto por John B. Watson sendo que ele cunhou o termo preocupado em demonstrar de forma clara os aspectos observáveis do comportamento; seu maior objetivo era chegar a leis que relacionassem estímulos, respostas e consequências (boas, más ou neutras).

Burrhus Frederic Skinner, um dos maiores estudiosos da teoria behaviorista, influenciou muitos psicólogos em todo o mundo como uma linha de estudo conhecida por behaviorismo radical. Termo definido por ele mesmo sendo a base da corrente skinneriana na formulação do comportamento operante. Sendo sua contribuição para a aprendizagem assim, definida por Moreira:

Talvez, a mais clara manifestação de comportamentalismo de Skinner no ensino em sala tenha sido a ênfase na definição operacional de objetivos. O ensino era organizado a partir de objetivos claramente definidos, precisamente definidos, que explicitavam com exatidão aquilo que o aluno deveria ser capaz de fazer, e sob quais condições, após receber a instrução corresponde. Moreira[1] pg. 62

1.2 Construtivismo

Jean William Fritz Piaget figura como pioneiro do enfoque construtivista que estuda a cognição humana. Segundo Moreira [1] apesar de não ser a única visão da teoria construtivista, o maior objetivo de Piaget está em evidenciar a aprendizagem como dependente da maturação mental e física, visto como dependente do desenvolvimento biológico, apesar de que, é um erro cometido por muitos estudiosos, tentar restringir a aprendizagem somente a fatores biológicos usando sua teoria construtivista. Segundo o autor, é tentar minimizar a vasta obra de Piaget.

Moreira, em [1] ainda afirma que a “teoria de Piaget não é propriamente uma teoria de aprendizagem e sim uma teoria de desenvolvimento mental”. Concordando com Piaget que “só há aprendizagem quando há acomodação tendo a mente como uma estrutura (cognitiva) tende-se a funcionar em equilíbrio, aumentando, permanentemente, seu grau de organização interna e de adaptação ao meio”. Em [1], entende-se que no que concerne ao ensino, “Piaget argumenta também que as supostas aptidões diferenciadas dos **bons alunos** [...] consistem principalmente na sua capacidade de adaptação ao tipo de ensino fornecido”. (Grifo do autor)

De acordo com [1], o professor e pesquisador soviético Lev S. Vygotsky, contemporâneo de Piaget “define que a asserção dos processos mentais superiores do indivíduo precisa estar balizada em três pilares” [1]: pensamento, linguagem e comportamento volitivo e que desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais. Para Vygotsky “A zona de desenvolvimento proximal é definida como a distância entre o nível de desenvolvimento real [...] e seu desenvolvimento potencial”.

A de Zona de Desenvolvimento Proximal relaciona se com a diferença entre o que a criança consegue realizar sozinha e aquilo que, embora não consiga realizar sozinha, é capaz de aprender e fazer com a ajuda de uma pessoa mais experiente (adulto, criança mais velha ou professor, tutor, monitor), contribuindo ainda na relação que estabelece entre pensamento e a linguagem. Sendo entendido em [1] que

Para Vygotsky, o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige [...] o papel fundamental do professor como mediador na aquisição de significado contextualmente aceitos, o indispensável intercambio de significado entre professor e aluno dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, a origem social das funções

mentais superiores, a linguagem, como o mais importante sistema de signos para desenvolvimento cognitivo. [1]

1.3 Teoria da Aprendizagem Significativa.

Com base em estudos dos autores supracitados e a leitura do livro **Aprendizagem significativa (a teoria de David Ausubel)** [2], podemos chegar ao entendimento que cognitivismo “é o processo através do qual o mundo de significados tem origem”. Os autores, deixam claro que “Ausubel (1968) é um representante do cognitivismo e como tal, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo um ponto de vista cognitivista embora reconheça a importância da experiência afetiva”, sendo assim, rejeita a premissa de estímulo e resposta do behaviorismo, ele preocupa-se com mecanismo interno da “mente humana”.

Percebe-se então, baseado na literatura que utilizamos, que os cognitivistas sustentam que aprendizagem por material significativo é, por excelência, “um mecanismo humano para adquirir e reter conhecimento” [2] entendendo ainda que “a aprendizagem significativa processa quando um material novo, ideias e informações que apresentam estrutura lógica e essa habilidade possibilitam a aquisição, retenção e capacita o aluno a adquirir significados” [2].

Na teoria de Ausubel, os subsunçores são (ideia-âncora) “Ideia (conceito ou proposição) mais ampla, que funciona como subordinador de outros conceitos na estrutura cognitiva e como ancoradouro no processo de assimilação”. Sendo de fácil percepção a afirmação dos autores de que o conceito mais importante na teoria de Ausubel é o de “aprendizagem significativa” e que só pode haver aprendizagem significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva de forma não arbitrária.

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo da nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico, a qual Ausubel define como conceitos Subsunçores[2]

Em [2], os autores apresentam uma definição de Organizador prévio como sendo “material introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, porem em nível mais alto de generalidade, exclusividade e abstração”. Eles também defendem que Ausubel recomenda usar os Organizadores prévio para ancorar a nova

aprendizagem, ocorrendo assim, o desenvolvimento de conceitos subsunçores para facilitar a aprendizagem. Assim, “a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deve saber [...] ou seja, organizadores prévios são uteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como ‘ponte cognitivas’.”

Para [3], aprendizagem cognitiva é aquela que resulta no armazenamento de informações na mente do ser que aprende, ou seja, há uma integração e organização dos conteúdos na estrutura cognitiva do indivíduo.

O conhecimento é significativo por definição. É o produto de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura do conhecimento deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos. [3]

Ainda segundo [3], entendemos que “a assimilação de conceitos é facilitada quando se parte de idéias mais gerais (o todo), mais inclusivas, para ideias mais específicas (as partes), menos inclusivas”. Dessa forma, no processo de aprendizagem deve-se introduzir em primeiro lugar os conceitos mais amplos e, progressivamente, exaltar-se os detalhes.

Ausubel [3] em sua pesquisa, instrui-nos que há uma necessidade em reconhecer os princípios da diferenciação nos materiais de instrução e que também caracterize a aprendizagem, a retenção e a organização do conteúdo das matérias na estrutura cognitiva do aprendiz.

O autor baseia-se em duas hipóteses: “primeira que é mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais geral e inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes e que a organização do conteúdo”. Em qualquer disciplina, na mente de um indivíduo e a segunda é “antecipar e contra-atacar, explicitamente, as semelhanças e diferenças confusas entre novas ideias e ideias relevantes existentes e já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes”.

Novak [4] foi um teórico em aprendizagem significativa que complementou a teoria de Ausubel. Sua teoria assenta-se na ideia de que a educação, fundamentada em Teorias da Aprendizagem Significativa, conduzirão ao engrandecimento do educando, preparando-o para lidar com um mundo em mudança. Ele propõe uma visão mais humanística da teoria de Ausubel; que é mais viável a sala de aula.

De modo a proporcionar uma aprendizagem duradoura e significativa, as tecnologias de informação e comunicação (TICs) estão cada dia mais presentes em todas as áreas do conhecimento. O ensino de física tem se aproveitado muito pouco dessa ferramenta facilitadora. Portanto cada dia mais pesquisas evidenciam a necessidade de TICs para descrever fenômenos físicos proporcionando uma aprendizagem duradoura e significativa.

CAPÍTULO II - USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA E OS PCNS.

2.1 Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)

A tecnologia tem exercido forte influência em nossa sociedade e cada vez mais tem-se tornado objeto de estudo no ambiente escolar. Martins [5] afirma que “Práticas sociais, relações comerciais e a educação são cada vez mais orientadas por e para as tecnologias de informação e comunicação (TIC)”. Portanto, pensando somente em tecnologias voltada a educação é fato que os professores devem estar adaptados e em sintonia com o uso dos recursos tecnológicos como ferramenta de ensino e aprendizagem. Em sua pesquisa, ele entende que “para tal, é essencial adquirir habilidades e consolidar competências necessárias à utilização de computadores, redes e outros dispositivos telemáticos em diferentes situações”.

A literatura tem relacionado ao uso de tecnologias um novo modelo de escola, onde recursos como computadores, internet, *softwares* e outros voltados a comunicação, demonstram cada vez mais há necessidade de estabelecer-se vínculos entre educação e a realidade cotidiana dos alunos. Portanto, “cabe a escola redefinir-se no que diz respeito a ser repositório de informações e o professor passa a ter o papel de mediador e orientador da aprendizagem, devendo ser hábil no uso das tecnologias para a educação”.

2.1.1 TICs e PCNEM

Em [6], Veit e Teodoro no trabalho intitulado **modelagem no ensino /Aprendizagem de física os novos parâmetros Curriculares Nacionais para ensino Médio** apresentam uma discussão sobre a importância da modelagem no processo ensino e aprendizagem fazendo uma conexão com os novos parâmetros curriculares nacionais para ensino médio (PCNEM).

Dentre os princípios norteadores gerais estabelecidos pelas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio [7]. Destacam-se a produção de um conhecimento efetivo, não somente propedêutico, que leve ao desenvolvimento de competências e habilidades específicas para cada disciplina, integradas pela interdisciplinaridade e se valendo da contextualização. A organização do currículo em três grandes áreas (Linguagens e Códigos, Ciências da Natureza e Matemática e Ciências

Humanas, cada uma delas acompanhada de suas Tecnologias) pretende conferir unidade ao ensino das diferentes disciplinas da área, orientando o trabalho integrado dos professores das respectivas áreas, sem dispensar uma articulação das áreas entre si. [6]

Eles afirmam que “a utilização das novas tecnologias na educação está muito defasada em relação ao seu uso científico (também em nível internacional), argumentando que as tecnologias de cada área sejam incorporadas no seu processo ensino e aprendizagem conforme determina os PCNs.

Na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, na qual a disciplina de Física está inserida, entende-se que a aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas são finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividade institucionalizadas de produção de bens e serviços.” [7]

Em [6], é apresentado o seguinte questionamento: “como aproximar o educando do trabalho de investigação científica em Física e Matemática sem trabalhar com modelos? ”. Os autores confirmam que “nos PCNEM, os objetivos curriculares são focados em competências e habilidades a serem atingidas pelos estudantes nas diferentes disciplinas, ao invés de focar no conteúdo específico coberto por essas disciplinas”. Esse questionamento, leva-se a refletir uma maneira de como trabalhar com TIC de forma a alcançar os objetivos do tão sonhado ensino e aprendizagem.

CAPÍTULO III – MODELAGEM E SIMULAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

3.1 Modelagem e Simulações

Objetiva-se de uma forma muito abreviada fazer uma pequena diferenciação entre simulação e modelagem. Pois, esses dois termos relacionam-se de forma muito direta e as vezes ocorrerão confusões em entender se está modelando ou simulando. Apesar de [8] nos apresentar uma definição desses termos recorreremos a outros autores para uma melhor definição.

3.1.1 Simulações

Em [9], o autor vem nos apresentar uma definição do que é simulação computacional de sistemas, ou simplesmente simulação “consiste na utilização de determinadas técnicas matemáticas, empregadas em computadores digitais, as quais permitem imitar o funcionamento de, praticamente, qualquer tipo de operação ou processo (sistemas) do mundo real”. O autor afirma que, de acordo com Schriber [1974], ‘simulação implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo’.

Existem muitas outras definições para simulação é possível conhecer tais definições no trabalho desenvolvido por DE FREITAS FILHO [9] em sua pesquisa.

3.1.2 Modelagem

Segundo [8], não é fácil de definir o que uma, modelagem de computador é claramente. Planilhas eletrônicas e outras ferramentas matemáticas podem ser consideradas ferramentas de modelagem. Segundo [10] “modelagem pressupõe um processo de criação e descrição, envolvendo um determinado grau de abstração que, na maioria das vezes, acarreta numa série de simplificações sobre a organização e o funcionamento do sistema real”.

Acredita-se em sua pesquisa que nesse processo experimental, “um modelo pode ser utilizado como um veículo para a experimentação, muitas vezes em

procedimentos tipo tentativa e erro, procurando mostrar os efeitos das várias políticas operacionais e de gerenciamento” [10].

3.2 Modelagens Computacionais.

Um estudo sobre modelagens computacionais foi desenvolvido em 1990 por [8], e a continuidade deste estudo resultou na criação do Modellus em 2005 [11] segundo autor, os professores encaram os computadores como máquinas que podem ser programadas para ensinar e avaliar, segundo uma perspectiva de que ‘ensinar é transmitir algo aos alunos’. Ele defende esse comportamento dos docentes baseando-se na história das inovações “quando se difunde uma inovação, a primeira tendência consiste na reprodução das ‘velhas’ tarefas com novos instrumentos” que, aos poucos, com as descobertas das inovações ocorrem mudanças na qualidade de sua utilização. O autor ainda argumenta que com computadores isso inicialmente também havia acontecido.

Os antigos computadores não apresentavam potencialidades gráficas, não permitindo o desenho de imagens, surgiram então simulações de processos baseadas em algoritmos conhecidos; sendo que estas simulações constituíam-se em meros processos de cálculos de parâmetros e que o domínio deste tipo de simulações, em geral, obrigava-se a ter um conhecimento mais aprofundado de linguagens de programação. Somente com aparecimento de computadores com potencialidades gráficas que surgiram os primeiros programas com potencialidade para simular processos científicos com apresentação de animação de objetos e traçando gráficos. “Em geral, esta segunda geração de programas de simulação é, tal como a anterior, fortemente orientada, isto é, o aluno ou o professor são conduzidos para observar aquilo que os autores dos programas pretendem”.

Desde o fim da década de 70 muitos investigadores têm colocado em evidência um dos maiores obstáculos a aprendizagem significativa em Ciências: os modelos e conceitos alternativos (*alternatives frameworks*) utilizados pelos alunos, resultado de uma ciência própria, correspondendo, em muitos casos, ao senso comum. Essas concepções alternativas encontram-se particularmente bem estudadas para algumas das áreas da Física, nomeadamente para os conceitos relacionados com o repouso e o movimento - conceitos da mecânica. [8]

Novas investigações foram realizadas para superar essas dificuldades apresentadas e uma nova geração de programas tutoriais surge balizada em

pesquisas em inteligência artificial, distinguindo-se dos anteriores pelo fato de apresentar capacidade de adaptação ao usuário. Portanto, os programas de simulação mais recentes (anos 90) surgem cada vez menos orientados, permitindo ao aluno explorar por si próprio o ambiente que o programa simula. “Este novo tipo de programa funciona como ‘utilitário de aprendizagem’, na medida em que é uma ferramenta de aprendizagem manipulada pelo aluno, não ensinando nada diretamente.”

Em [8], acredita que “as simulações computacionais com objetivos pedagógicos dão suporte a atividades exploratórias [...] caracterizadas pelo processo de construção do modelo desde sua estrutura matemática”.

3.2.1 *Softwares* para modelagens

Em [10], os autores defendem que o uso de *software* com qualidade profissional em contraste com os programas educacionais desenvolvidos pelos acadêmicos, os professores comumente usavam linguagem de programação com FORTRAN, BASIC, Pascal ou C para desenvolverem suas simulações, o que apresentavam vantagem em relação ao perfeito entendimento do autor sobre seu funcionamento. Porém, passado está popularização dos computadores e desenvolvimento dos *softwares*, procuraram por pacotes de programas mais flexíveis que permitissem a elaboração de materiais didáticos de modo mais fácil e de melhor qualidade.

Em uma pesquisa realizada através da Internet encontramos uma grande variedade de *softwares* educativos desde as primeiras séries da educação básica até um alto grau de complexidade. Um fato interessante é que encontramos *softwares* das mais variadas áreas do ensino como: Línguas, Matemática, Geografia, Educação Artística Multidisciplinar.

Com advento da internet, hoje encontram-se disponíveis uma gama muito grande de *softwares* educativos enumerando-se alguns dos mais conhecidos:

- LUDOTECA - Ciência à Mão: Simulações do portal de ensino de ciências da USP em *Flash*, *Delphi* e *Visual Basic* conta com um número muito grande de modelagens nas mais diversas áreas da ciência.
- *PhET - University of Colorado*: Encontram-se traduzidos em várias línguas e o acesso é livre. Você pode salvar todos os simuladores de uma só vez em

seu computador ou no *pendrive*, ou ainda, fazer o download um a um na página do PhET.

- O *Easy Java Simulation* (EJS) é um *software* educacional desenvolvido pelo professor Francisco Esquembre do departamento de Matemática da Universidade de Murcia, Espanha, utilizado na produção de simulações de problemas de Física, baseado na linguagem JAVA de programação.

Outros simuladores podem ser encontrados em formato “html” e podem ser inicializados sem necessidade de *download*. Ainda pode-se fazer a busca por área do conhecimento na internet (Física, Biologia, Química, Matemática e Ciências da Terra) ou por nível de ensino (primário, fundamental, médio, universidade).

3.3 Modellus.

Criado em 2005 por Vitor Teodoro, o Modellus é um ambiente computacional que permite a construção e simulação de modelos de fenômenos físicos a partir das equações matemáticas que representem esses fenômenos.

Para [11], há um discurso dominante neste novo milênio sobre a necessidade da utilização das tecnologias da informação: “Modellus, como outras ferramentas computacionais, permite ao utilizador fazer e refazer representações, explorando-as sobre as mais diversas perspectivas”. O autor defende que com essas representações cria de certo modo uma “intimidade entre aprendiz e representação, intimidade essa que muito dificilmente resulta da simples observação ocasional de equações”.

Dentre as ferramentas de modelagem disponíveis atualmente, o Modellus destaca-se por permitir que estudantes e professores façam experimentos conceituais utilizando modelos matemáticos definidos a partir de funções, derivadas, taxas de variação, equações diferenciais e equações a diferenças finitas, escritos de forma direta, ou seja, assim como o aluno aprendeu na sala de aula [12].

Segundo [11], o Modellus “possui uma interface intuitiva, o que vem a facilitar as interações dos estudantes com modelos em tempo real e análise de múltiplas representações desses modelos, permitindo também observar múltiplos experimentos (conceituais)”, ele ainda destaca que o “Modellus é um programa de distribuição gratuita e vem sendo muito utilizado em diversos países, tendo sido traduzido para vários idiomas.

Ainda de acordo com [12], em “uma atividade de aprendizagem expressiva, os estudantes podem construir seus próprios modelos matemáticos e criar diversas formas para representá-los”. No modo exploratório, os alunos podem usar modelos e representações feitos por outros, analisando como grandezas diferentes se relacionam entre si ou visualizando a simulação de um evento físico.

CAPITULO IV - METODOLOGIA

Dentro da sala de aula a relação teórico conceitual e experimental pode promover uma aprendizagem significativa ao discente? Para responder a essa pergunta recorreremos a literatura para um embasamento e analisarmos o melhor modelo de projeto a ser seguido. Assim, optamos por usar simuladores, sendo escolhido o Modellus por ser gratuito, fácil de operar e ainda por haver um grande número de simulações disponíveis na internet, citando, entre outros, o site Física na Lixa fisicanalixa.blogspot.com. Temos uma gama muito grande de simuladores a disposição a dificuldade como bem menciona Moreira [12] está no fato de o docente saber escolher a simulação correta para facilitar o ensino significativo”.

Respeitando os quatros mandamentos para favorecer a aprendizagem significativa devemos envolver pelo menos quatro tarefas fundamentais na facilitação da aprendizagem: Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino; Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições e idéias claras, precisas e estáveis) são relevantes a aprendizagem do conteúdo a ser ensinado; Diagnosticar os conhecimentos prévios do discente e ensinar utilizando recursos, princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino, propiciando aprendizagem significativa [2].

Desenvolveu-se uma pesquisa aplicada, ou seja, um estudo de caso utilizando o Modellus como ferramental experimental na resolução de exercícios do livro didático com objetivo de proporcionar uma aprendizagem significativa através de imagens em movimento, utilizando os conhecimentos prévios para ligar movimento, equação e imagens do cotidiano.

Avaliou-se a aplicação deste *software* nos três níveis do ensino médio e como ferramenta didática. Apesar de ser facultado aos alunos e incentivados a utilização do simulador não é nosso objetivo avaliar suas simulações. Por isso, nossa pesquisa pode ser enquadrada como qualitativa que segundo [13] descreve a complexidade de determinado problema, sendo necessário compreender e classificar os processos dinâmicos vividos nos grupos, contribuir no processo de mudança, possibilitando o entendimento das mais variadas particularidades dos indivíduos.

Este Trabalho de Conclusão de Curso, foi desenvolvido durante os quatros períodos de estágio. Inicialmente, nosso papel foi de observação e acompanhamento das aulas e assim, definimos nossas estratégias a partir de levantamentos teóricos de

acordo com nosso propósito, ou seja, utilizaram-se simulações de exercícios resolvidos pelo docente responsável pelas turmas utilizando das equações matemáticas encontradas, na janela modelo matemático do *software* para dar vida ao fenômeno que foi estudado após as observações. Em seguida, foram aplicadas as modelagens nas aulas de resolução de exercícios. Buscou-se utilizar o *modellus* para que os alunos conseguissem visualizar como cada incógnita contribui para o acontecimento do fenômeno físico.

Os exercícios escolhidos para modelagem foram retirados da primeira edição do livro de Física; Doca, Ricardo Helou. Física, 1/Ricardo Helou Doca, Gualter Jose Biscuola, Newton Villas Boas – 1. Ed. – São Paulo: Saraiva, disponível a todos os alunos com o intuito de que as simulações – tivessem mais credibilidade. Após serem resolvidas as equações matemáticas do problema as utilizamos no *Modellus* para modelar o problema e discutir o observado com os discentes.

Foram aplicados questionários, que encontram-se no Apêndice II, com o intuito de avaliar o processo ensino aprendizagem e uso do *software*. Ao todo foram elaboradas 10 questões, sendo 6 sobre o processo de aprendizagem e 4 sobre eficácia do *modellus*, que servirão de parâmetro sobre aplicação do *software* como ferramenta de Ensino com intuito de alcançar aprendizagem significativa. Os dados estão apresentados em representações gráficas para facilitar a visualização e o entendimento. Durante o período da pesquisa foram produzidas algumas modelagens que serão disponibilizadas em apêndice I para que sirvam de suporte aos demais pesquisadores (professores, acadêmicos e discentes).

CAPITULO V - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Realizou-se a pesquisa no IFTO, Campus Palmas, de outubro de 2013 a Abril de 2015, as aulas foram ministradas em sala de aula com auxílio de um computador e *data show*. Foram 5 turmas de 1º ano, 2 de 2º ano e 4 de 3º ano.

Nas turmas de primeiro ano foram desenvolvidas modelagens do conteúdo relacionado a “cinemática” veja tabela 1.

Tabela 1: Turmas de Primeiro ano.

<i>Turmas</i>	<i>Mecatrônica</i>	<i>Informática</i>	<i>Eletrotécnica</i>	<i>Eventos</i>	<i>ADM.</i>	<i>Total</i>
<i>Nível</i>	1º ano	1º ano	1º ano	1º ano	1º ano	
<i>Nº</i>	38	35	36	33	37	179
<i>alunos</i>						

As turmas de segundo ano, em número de duas, foram unificadas para conseguir a aplicação do Modellus sendo que foi abordado o assunto sobre transformações e variáveis de estado conforme tabela 2.

Tabela 2: Turmas de Segundo ano.

<i>Turmas</i>	<i>Informática</i>	<i>ADM.</i>	<i>Total</i>
<i>Nível</i>	2º ano	2º ano	
<i>Nº</i>	7	26	33
<i>alunos</i>			

Para os terceiros anos, contou-se com 4 turmas onde abordou-se os fenômenos eletrostáticos como observa-se na tabela 3.

Tabela 3: Turmas de Terceiro ano.

<i>Turmas</i>	<i>Agronegócios</i>	<i>Informática</i>	<i>Eventos</i>	<i>ADM.</i>	<i>Total</i>
<i>Nível</i>	3º ano	3º ano	3º ano	3º ano	
<i>Nº</i>	16	20	20	22	179
<i>alunos</i>					

Começar com modelagens bem simples foi estratégia para auxiliar o discente “na maturação” como defendia Piaget [1]; porque mesmo sendo uma questão bem simples somente com a resolução no quadro os alunos não conseguiram entender o fenômeno. Como detectamos no período de observação das aulas, apesar dos muitos exemplos que o docente utilizara para explicar.

Muitos ainda assim, continuavam sem visualizar os fatos. Então modela-se no computador simulações que servirão como “subsunçores” [2] e então abria-se a discussão chamando para o problema de forma visual e não mais matemático. Ficando

a cargo docente analisar e aplicar um organizador prévio seja ele mapa conceitual, simuladores, material de baixo custo etc. como afirma Moreira em [1], baseado na teoria de Vygotsky.

Naturalmente, as ideias de Vygotsky sobre formação de conceitos são interessantes do ponto de vista instrucional, mas, seguramente, o papel fundamental do professor como mediador na aquisição de significados contextualmente aceitos, o indispensável intercâmbio de significados entre professor e aluno dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, a origem social das funções mentais superiores, a linguagem como mais importante sistema de signos para desenvolvimento cognitivo.

Nossa opção em utilizar-se dos “benefícios da modelagem computacional e o grande potencial do MODELLUS” [11], foi baseado na capacidade que o mesmo apresenta para diminuir o grau de “abstração” de problemas de física, possibilitando ao aluno levantar hipóteses e explorar limites dos modelos físicos. Ligando-os a exemplos do “meio social” despertando assim, grande curiosidade percebidas pelo grande número de perguntas que esses fizeram ao professor. O simulador auxilia a sanar dificuldades na construção de gráfico como diz Moreira [12]:

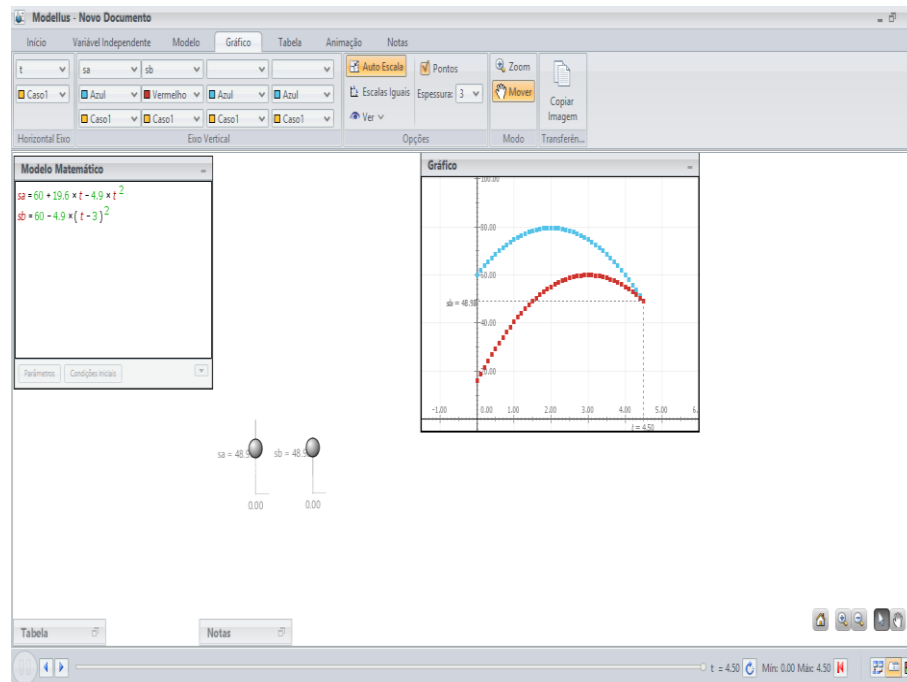
Uma das habilidades requeridas para a compreensão de conteúdos de Física é a construção e interpretação de gráficos. Em um gráfico uma grande quantidade de informação pode ser resumida. Ser capaz de extrair informações de um gráfico é uma habilidade de cientistas e professores, porém muitas vezes pouco compreendida pelos estudantes.

Além do questionamento levantado pelo livro ainda pediu-se que eles representassem graficamente o movimento e mostrando-lhes a construção do gráfico no Modellus. Os discentes ficaram surpresos com a facilidade em interpretar um gráfico, pois, esse vai sendo construindo de acordo o tempo e como objeto varia sua posição facilitando sua compreensão todos esses elementos.

Como base nas afirmações apresentadas e na busca de uma aprendizagem significativa apresentou-se um problema debatido no artigo (ANEXO I) que deixa claro como nem sempre as equações matemáticas encontradas descrevem realmente o fenômeno estudado. Após, resolução e encontradas as equações matemáticas um fato interessante ocorreu quando rodamos a simulação do problema estudado, ambas partículas começam a se movimentar simultaneamente, o que não está de acordo com o fenômeno descrito no enunciado da questão, onde duas pedras são lançadas de um prédio de 60 metros em momentos diferentes.

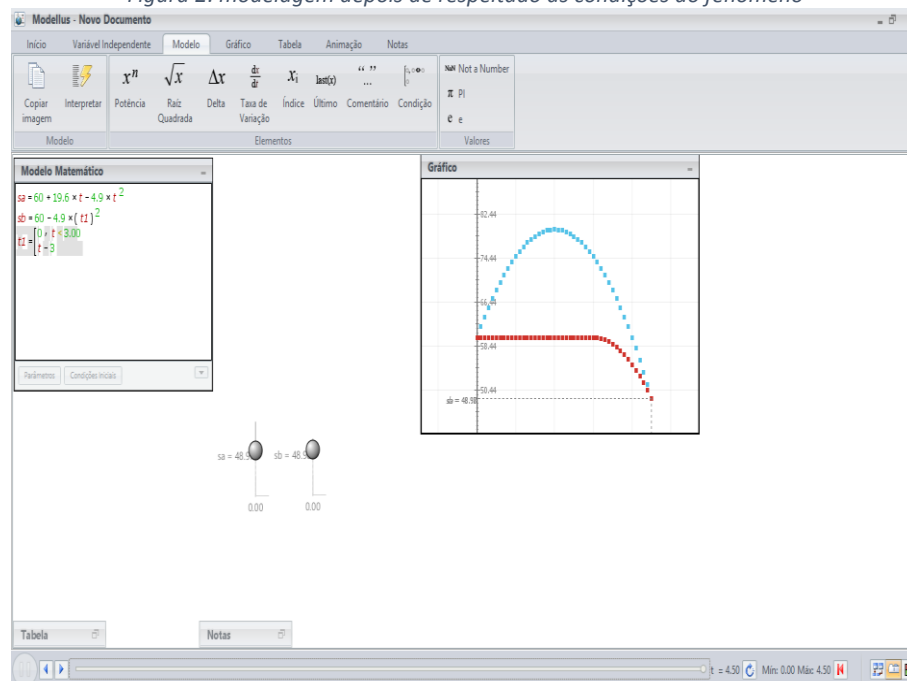
Esse é um questionamento que foi levantado em sala de aula, e que dificilmente seria percebido quando ficamos limitados à resolução matemática do problema em aulas expositivas, mas com auxílio do simulador percebe-se que há um erro e cabe ao professor identifica-lo e corrigi-lo discutindo os conceitos envolvidos.

Figura 1: Simulação executada apenas com equações matemáticas encontradas.



Fonte: recorte da tela do Software modellus.

Figura 2: modelagem depois de respeitado as condições do fenômeno



Fonte: recorte da tela do Software modellus.

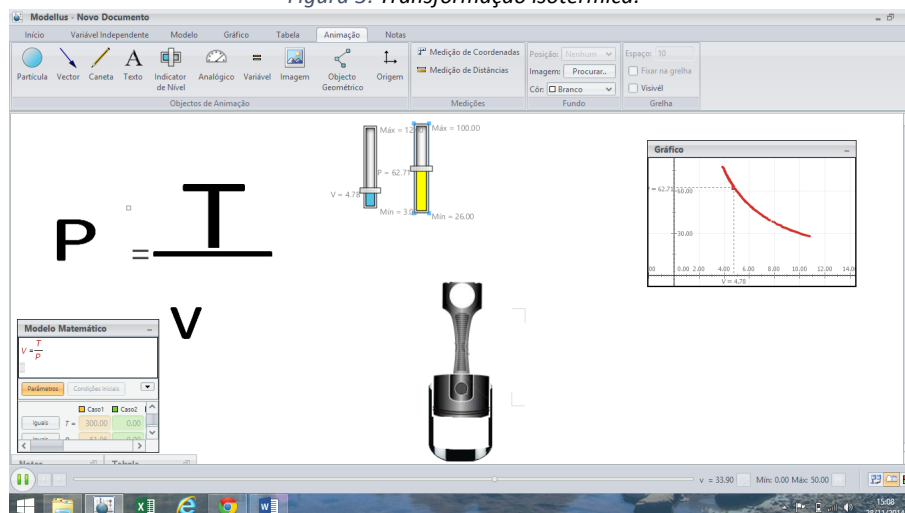
Outra importante ferramenta é a construção simultânea do gráfico à medida que a simulação transcorre. O erro fica explicitamente claro quando observados os gráficos das simulações. Observem como o problema ganhou novos contornos com utilizamos do Modellus.

Utilizou-se uma ferramenta de condições presente na aba modelo para realmente mostrar que, necessitou-se mais do que as equações, foi necessário entender o fenômeno para criarmos uma condição que o movimento ocorresse de forma correta. O gráfico obtido depois das condições estabelecidas agora é diferenciado do que tínhamos anteriormente, como se pode ver nas figuras. 1 e 2.

Assim, ao simularmos, não só trabalhamos nosso conhecimento matemático, mas, somos colocados a prova se conseguimos realmente entender o fenômeno.

Para o segundo ano, foram trabalhadas simulações que envolvam as variáveis de estado de um gás perfeito. Um exemplo utilizado foi de transformação isotérmica (quando se mantém a temperatura constantes), em que poderíamos variar a Pressão e Volume que são as outras duas variáveis de estados e resulta em um diagrama de fases que é uma representação gráfica que permite visualizar a relação existente entre as coordenadas termodinâmicas P, V associadas aos estados de equilíbrio de um sistema, e as diferentes fases pelas quais se processa a evolução do sistema quando da variação dessas coordenadas. Essa construção dá origem à uma linha chamada isoterma P em função de V, apresentada na Fig. 3 para o caso do gás ideal.

Figura 3: Transformação isotérmica.

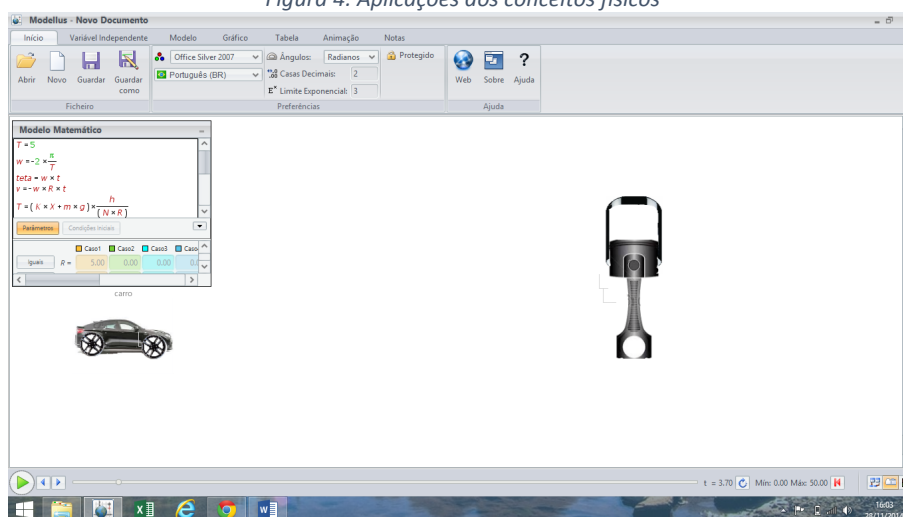


Fonte: recorte da tela do Software modellus.

Com esse modelo simplificado podemos analisar como comporta-se a pressão e o volume quando mantemos uma temperatura constante e o desenho do cilindro acoplado a um pistão demonstra de uma maneira visual como isso ocorre num sistema real facilitando o entendimento levando os alunos a formularem de maneira significativa a construção de hipóteses levantadas pelos sistemas físicos. Como podemos observar na figura 3, quando aumentamos a Pressão que está indicada pela barra amarelo e Volume em azul, podemos notar também que as letras aumentam ou diminuem de tamanho conforme aumentamos ou diminuimos a Pressão. Como podemos visualizar, apesar de ser uma simulação muito simples o Modellus nos permite “brincar” com as variáveis pressão e volume enquanto este nos fornece o conhecido como diagrama $P \times V$ oferecendo ao aluno um estímulo a mais que as equações para entender este importante conceito da física que é a transformação isotérmica.

Apresentamos mais uma modelagem onde mostra-se aos alunos uma das aplicações do que eles estavam aprendendo servindo como estímulo aos estudos de matérias correlacionada a física 2. Utilizamos um carro e um cilindro, mostrados na figura 4, para descrever os processos do motor que normalmente equipa os automóveis, ou seja, um motor de explosão ou de combustão de quatro tempos e a relação Volume e pressão existente em seu funcionamento.

Figura 4: Aplicações dos conceitos físicos



Fonte: recorte de tela do software Modellus.

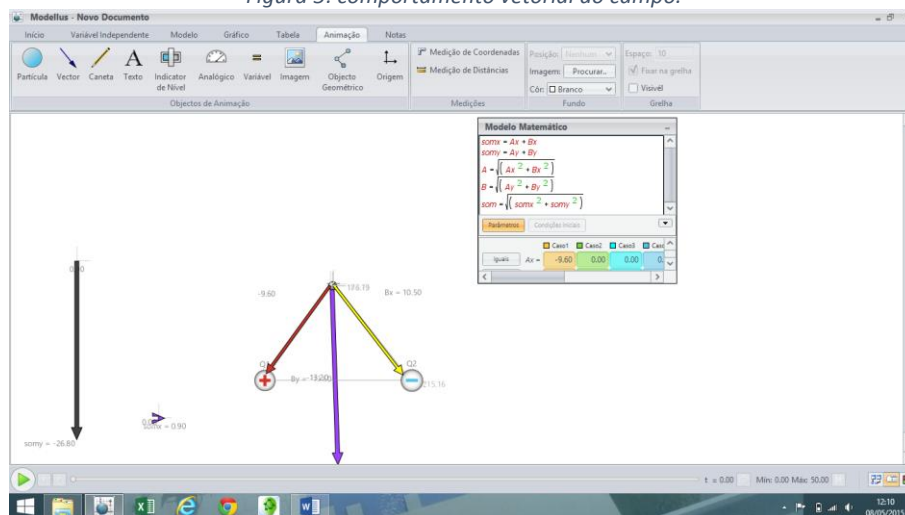
Nas turmas de Terceiro ano percebemos muita dificuldade dos alunos em perceberem como as cargas se comportam pois não há como aluno ver o que ocorre são apenas modelos teóricos que se expressam por meio de equações matemáticas.

Esses discentes não conseguem perceber principalmente o comportamento vetorial dos campos elétricos e quando o professor lhes pedia para encontrar a resultante de um campo, que é uma grandeza vetorial, a grande maioria não conseguia.

Como sempre observamos as aulas e anotávamos essas dificuldades, nosso desafio era conseguir desenvolver uma animação para contribuir como “organizador prévio”. Após algumas tentativas, conseguimos desenvolver simulações utilizando o *software* Modellus que serviriam como “subsunçores” para os alunos no decorrer do curso de física do 3º ano. Chegamos a algumas simulações que serão apresentadas em apêndice I e escolhemos duas para discussão.

Na primeira simulação procura-se mostrar ao aluno de maneira fácil e prática como comporta-se os vetores em duas dimensões explicitando que cada um tem sua componente determinados por coordenadas cartesianas.

Figura 5: comportamento vetorial do campo.

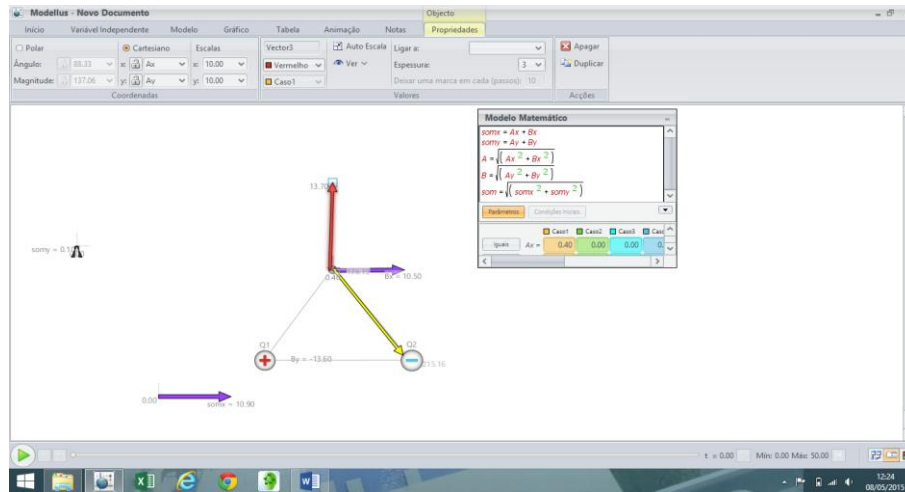


Fonte: recorte de tela software Modellus.

O Modellus nos permite mostrar o comportamento do campo como se fosse uma brincadeira, visto que determina-se através de dois vetores um terceiro, resultante das interações entre os dois primeiros como observado na figura 5.

O vetor vermelho e o amarelo interagem para dar origem ao roxo; visto que alterar a posição dos dois primeiros sempre dará uma resultante que pode ser trabalhado como uma brincadeira de adivinhar, sendo um recurso que pode propiciar uma aprendizagem significativa. Na figura 6 observar-se outra configuração do vetor resultante.

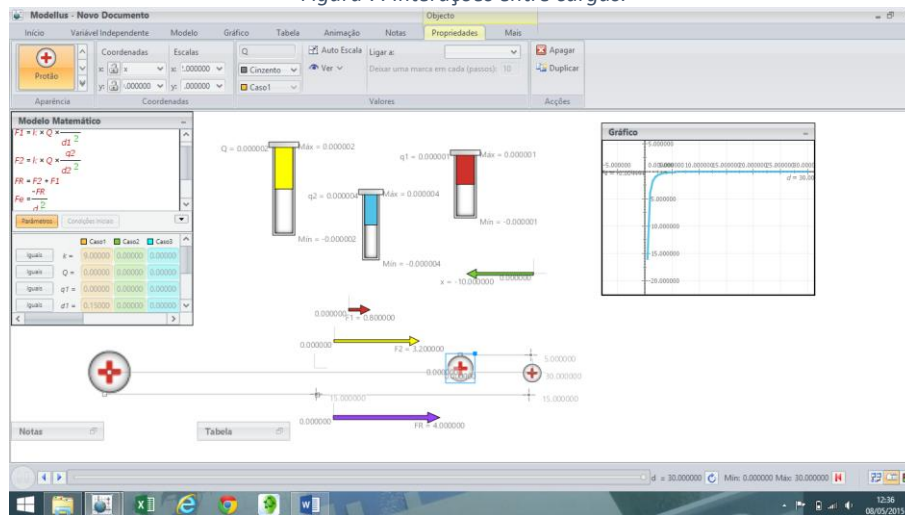
Figura 6: Nova configuração do vetor resultante.



Fonte: recorte de tela do software Modellus.

Pode-se também modelar processo representativos como o de eletrização por indução, interação entre campos e entre cargas. Um dos grandes problemas que esses alunos apresentaram foi no tocante a interações entre cargas, pois essas requerem conhecimentos da terceira lei de Newton e ainda do comportamento gráfico dessas interações. No intuito de abordar essa problemática desenvolvemos uma simulação no Modellus.

Figura 7: Interações entre cargas.



Fonte: recorte de tela do software Modellus.

Esses problemas parecem bem simples porém, para um aluno que não atingiu, conforme afirma [1] baseado em Piaget, a maturação para abstrair os diversos conceitos que norteiam esse problema o mesmo não consegue, por exemplo, notar que há uma terceira lei de Newton, ou seja, não tem subsunções para entender o problema, cabendo ao docente utilizar o Modellus como organizador prévio para fundamentar sua explanação conceitual do fenômeno e com auxílio do Modellus

representar as configurações vetoriais das interações entre as carga para que esse possa entender como ela se comportam.

Uma vez finalizadas as observações e aplicações das modelagens, foram aplicados questionários onde Procurava-se saber como os discentes haviam “assimilado” o conteúdo somente com aulas expositivas utilizando o quadro branco e pincel; se o professor havia utilizado algum *software* educativo, laboratório ou outro recurso didático. Consideramos também o que os discentes pensam sobre o uso de recursos didáticos aliados a aula teórica como apoio ao ensino de física. Além disso, questionamos se havia, em pelo menos uma oportunidade, utilizado o computador como recurso de aprendizagem em aula e caso afirmativo pedimos para quantificar.

Na segunda parte do questionário, as perguntas eram sobre o uso do Modellus como ferramenta para proporcionar visualização dos movimentos; construção de gráficos; como o simulador ajudou a entender a matemática como ferramenta para explicar fenômenos do cotidiano e também perguntou-se sobre a eficácia da aula com utilização de *softwares* para ligar fenômenos físicos a equações matemáticas em exemplos do seu dia a dia.

Nosso trabalho analisou a aplicação do modellus na resolução de exercícios nos três níveis do ensino médio regular ou seja: primeiro, segunda e terceira série do ensino médio. Participaram somente aqueles alunos que preencheram os termos de consentimentos livre de participação voluntária.

Para levantamento de opinião sobre o processo aprendizagem de física utilizamos os dados colhidos no questionário e coube a cada aluno assinalar uma única questão como achar conveniente.

Aplicou-se todos os questionários no primeiro semestre de 2015, com isso, caso os alunos, que geralmente esquecem rapidamente o conteúdo trabalhado em virtude de não haverem alcançado uma aprendizagem significativa, ainda tiverem na lembrança as modelagens nosso objetivo terá sido alcançado na busca de uma aprendizagem significativa e, de alguma maneira, o que aprenderam servirá como subsunçor [2] durante o processo ensino aprendizagem.

Conforme observa-se nos gráficos 1, 2 e 3, somente aulas teóricas expositivas não são suficientes para proporcionar assimilação do conteúdo relacionado a disciplinas, conforme afirmam a maior parte dos discentes. Os dados somente confirmam o que Ausubel [3] já descobrira e afirmava há um bom tempo “que a escola ainda hoje privilegia as aulas expositivas e que só há a possibilidade de ocorrência de

aprendizagem significativa nessa perspectiva se houver a identificação de conhecimentos relevantes que sirvam de âncoras à nova aprendizagem, na mente do aluno”. Este fato reflete que há necessidade de mudança no rumo do ensino praticado em sala de aula.

Gráfico 1: questão 1

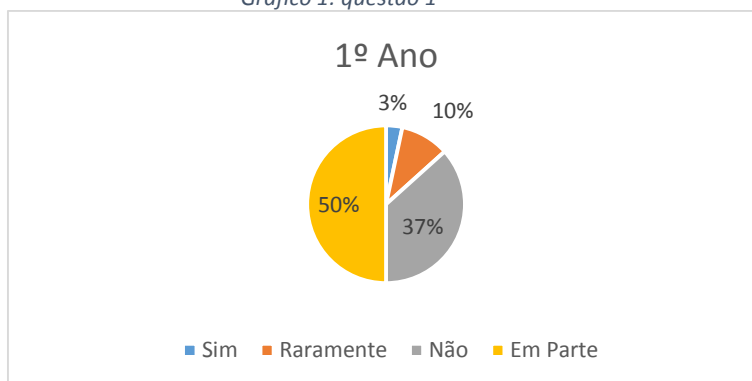


Gráfico 2: questão 1

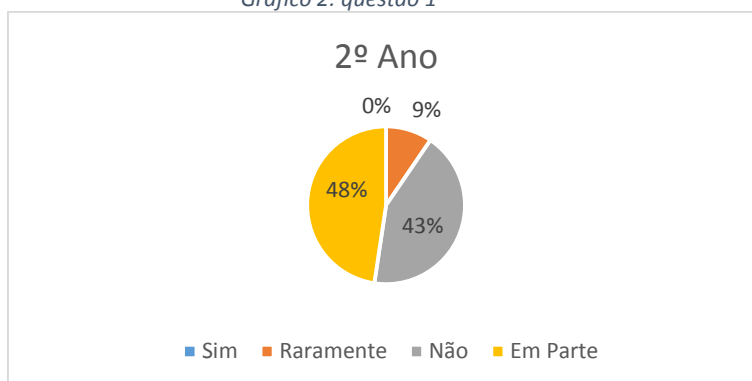
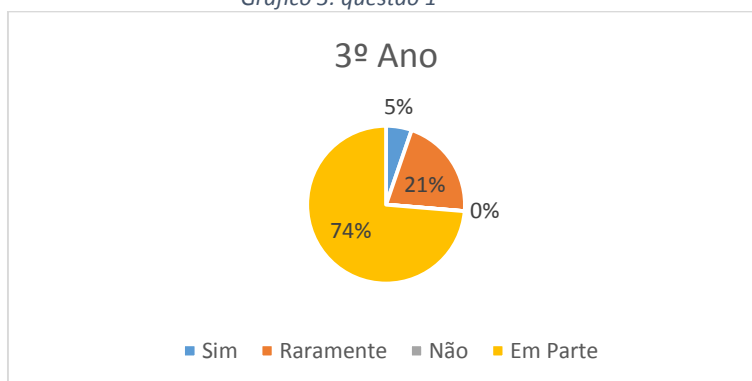


Gráfico 3: questão 1



Em relação a utilização de recursos didáticos adicionais pelos docentes, abordado na questão 2, percebe-se pelos gráficos 4,5 e 6 que na turma de primeiro ano a maioria dos participantes afirma que já haviam conhecido outro recurso didático

para auxiliar no processo ensino aprendizagem enquanto nos segundo e terceiro ano esse número cai drasticamente.

Gráfico 4: questão 2.

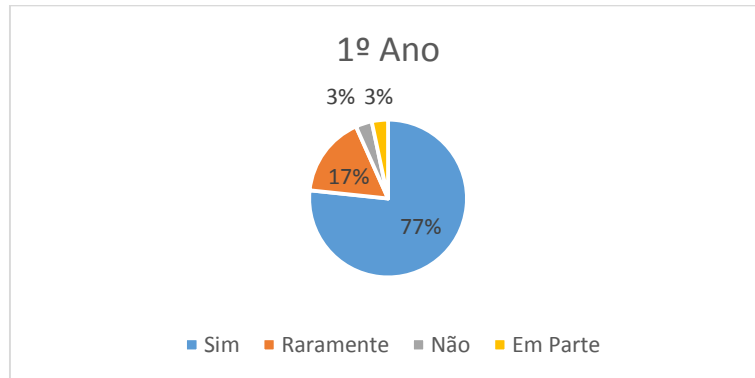


Gráfico 5: questão 2

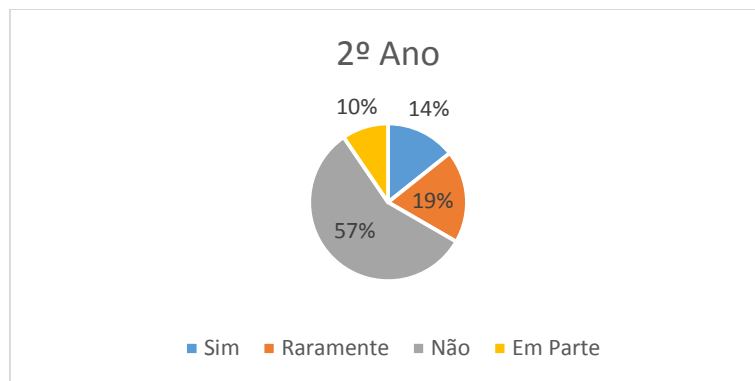
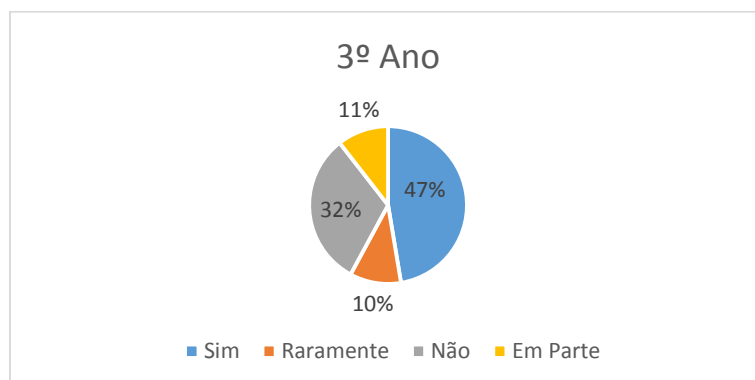


Gráfico 6: questão 2



No terceiro questionamento procura-se saber quanto a utilização de *softwares* educativos no ensino de Física ou outro recurso extraclasse pelo professor. Veja gráficos 7,8 e 9.

Gráfico 7: questão 3.

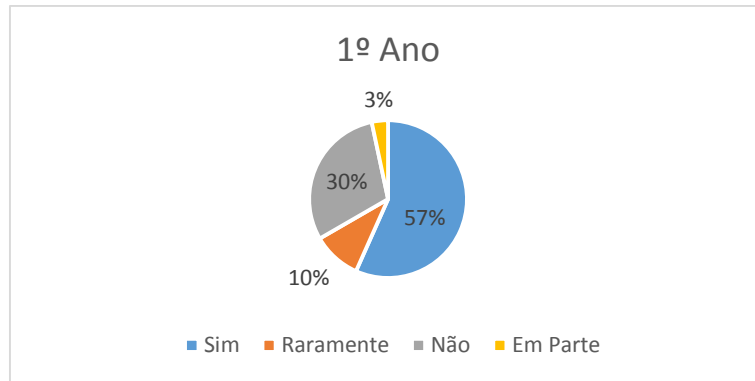


Gráfico 8: questão 3.

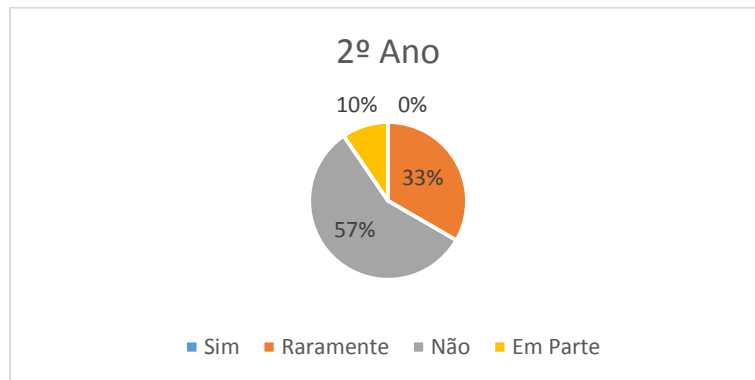
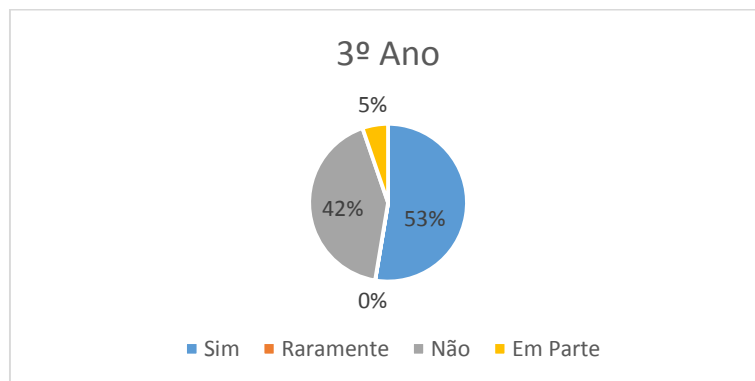


Gráfico 9: questão 3



Notamos pelos gráficos 7,8 e 9 que nas turmas de segundo ano pouco ou nenhum recurso didático tem se aplicado aos alunos e que nas turmas de primeiro e terceiro mais da metade apontam que já utilizaram *softwares* ou outro recurso extraclasse.

Gráfico 10: questão 4.

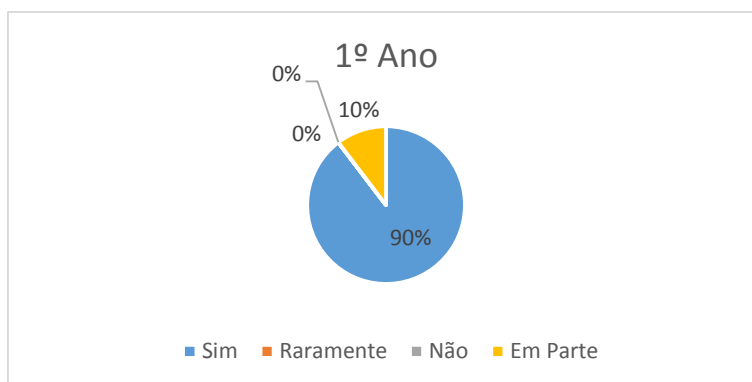


Gráfico 11: questão 4.

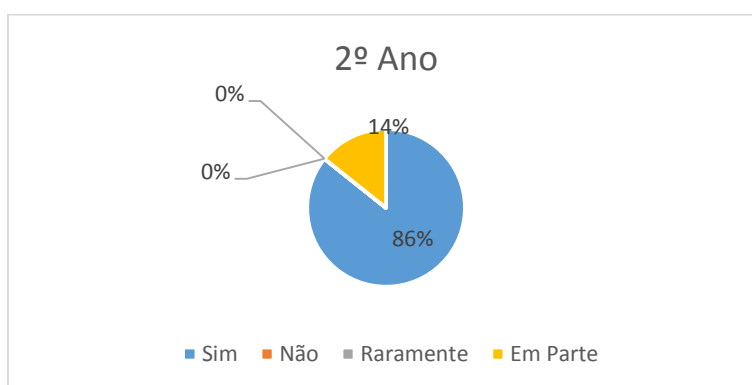
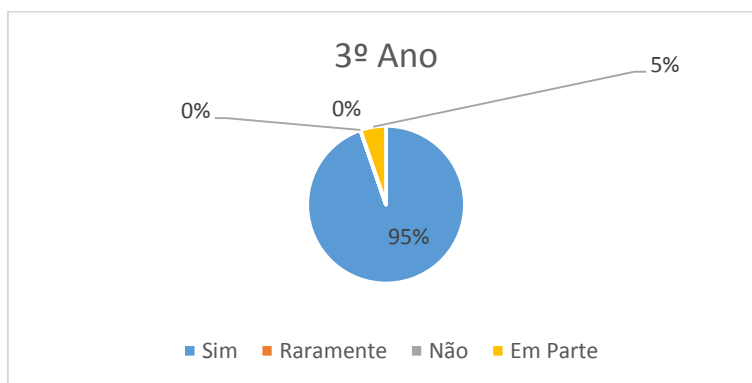


Gráfico 12: questão 4.



Na quarta questão, questionou-se aos alunos sobre importância da utilização do Modellus como ferramenta auxiliar a aulas expositivas. Observa-se pelos gráficos 12 que há quase uma unanimidade dos discentes considerando necessário o uso de recursos didáticos como apoio no processo ensino e aprendizagem.

Ainda sobre a avaliação do processo ensino aprendizagem de Física, questionamos se já havia ocorrido pelo menos uma aula na qual o professor utilizasse

o computador. Caso afirmativo, solicitamos que estes respondessem à questão “6” quantificando.

Gráfico 13: questão 5 e 6.

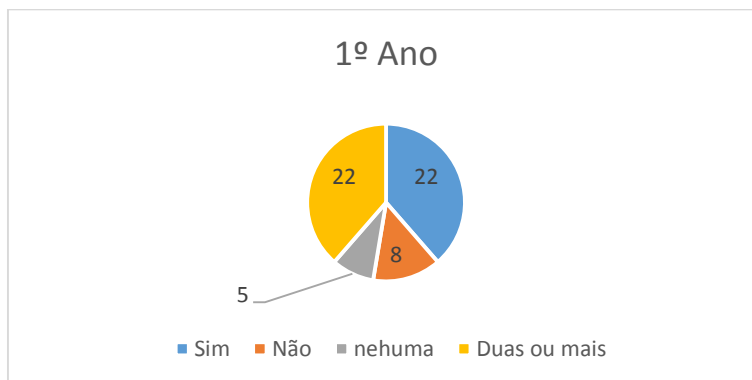


Gráfico 14: questão 5 e 6.

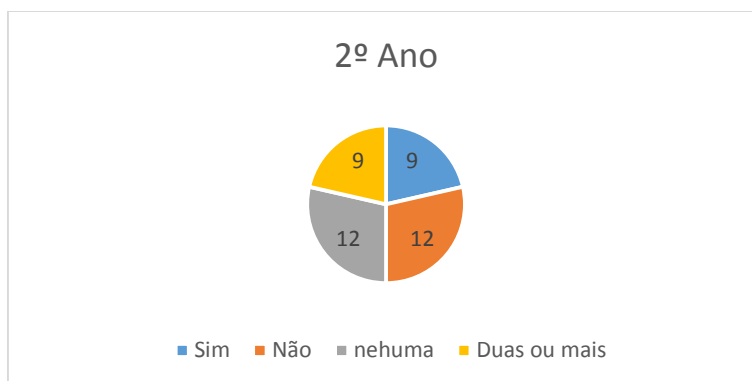
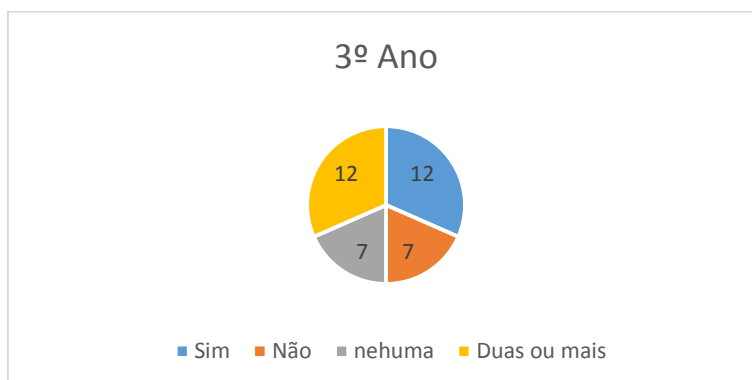


Gráfico 15: questão 5 e 6.



Podemos com as respostas obtidas entender que o processo de utilização de tecnologias ou outros recursos tem sido aos poucos introduzidos na sala de aula. O professor tem recorrido a recursos didáticos para propiciar uma aprendizagem significativa aos alunos e quando recorreram essa utilização se deu entre 4 ou 5 vezes durante todo ensino básico.

Os dados agora apresentados são especificamente sobre o Modellus e seu papel na aprendizagem significativa. Primeiramente perguntamos aos alunos se o Modellus conseguiu atingir seu objetivo de proporcionar uma melhor visualização dos objetos de equações que foram retiradas dos problemas resolvidos em sala de aula.

Gráfico 16: questão 1 Modellus.

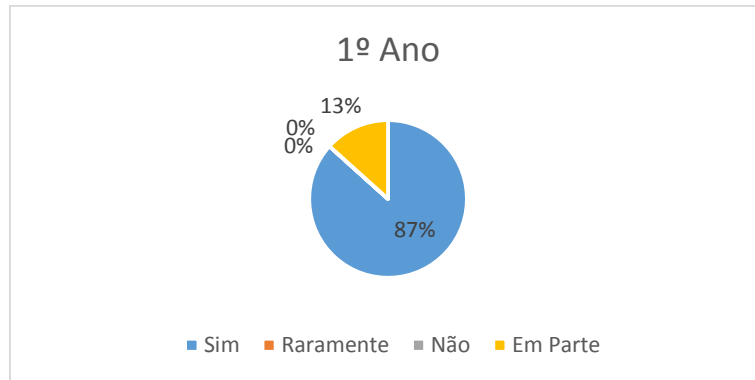


Gráfico 17: questão 1 Modellus.

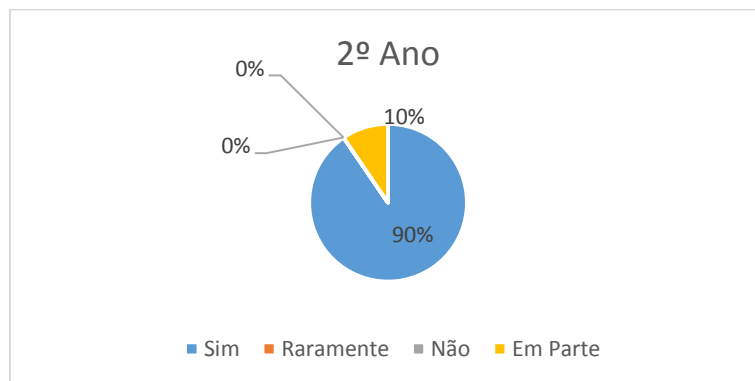
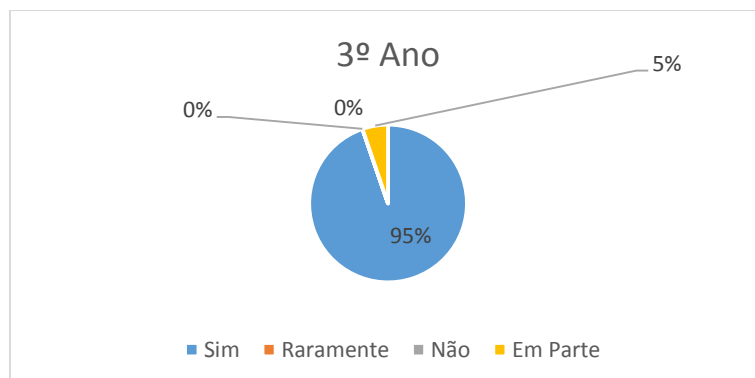


Gráfico 18: questão 1 Modellus.



Como podemos notar pelos gráficos 18 houve uma boa aceitação do *software* no seu papel como organizador prévio, no sentido de ligar as equações matemáticas a fenômenos físicos cumprindo seu papel de facilitador da aprendizagem significativa que servira com subsunção para matérias mais avançadas do curso.

Na segunda questão atacamos o calcanhar de Aquiles para alunos de física visto que a maioria dos alunos, como afirma Moreira [12], apresentam problemas na interpretação gráfica dos fenômenos. Observando-se os gráficos 19, 20 e 21 e com base em [12], podemos afirmar, que pelo potencial de gerar gráficos instantâneos do *software*, nota-se que este oferece aos alunos elementos para entender e interpretar situações físicas.

Gráfico 19: questão 2 Modellus.

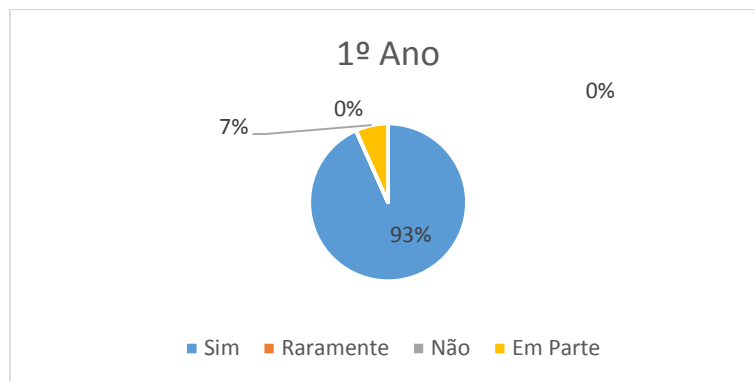


Gráfico 20: questão 2 Modellus.

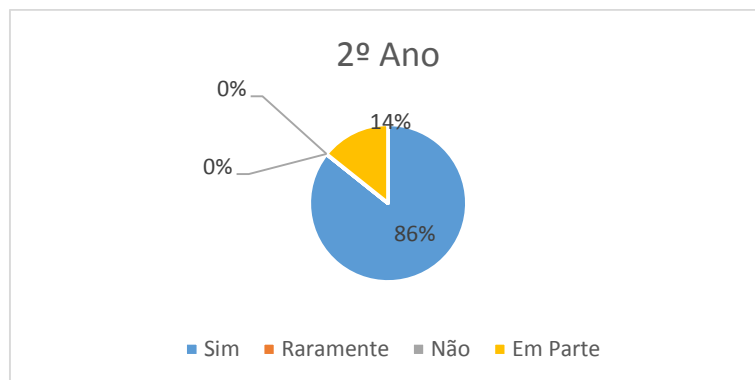
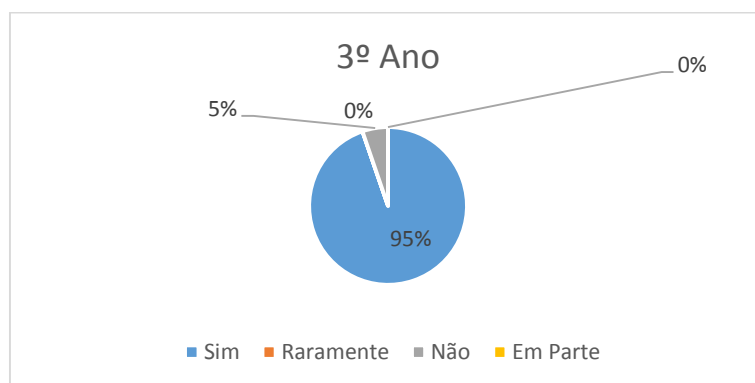


Gráfico 21: questão 2 Modellus.



Estes não conseguem retirar os dados para resolução dos problemas numéricos e apresentam dificuldades para retirar equações e dados quando é apresentado um gráfico.

Na questão “3” trabalhamos com os discentes a teoria defendida por Vygotsky, de que a interação social oferece elementos para uma aprendizagem significativa, ou seja, usar o conhecimento prévio (cotidiano) no ensino de Física.

Gráfico 22: questão 3 Modellus.

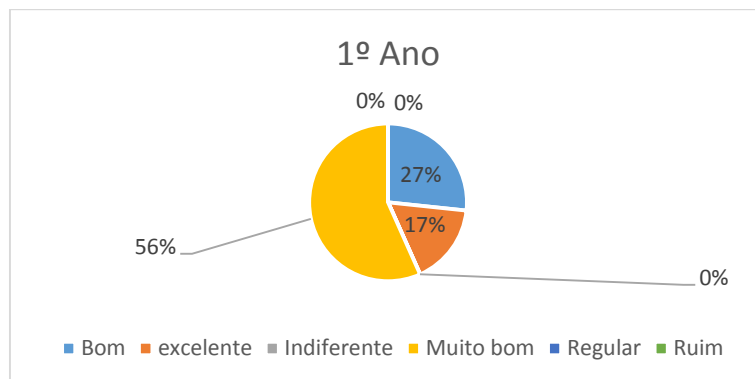


Gráfico 23: questão 3 Modellus.

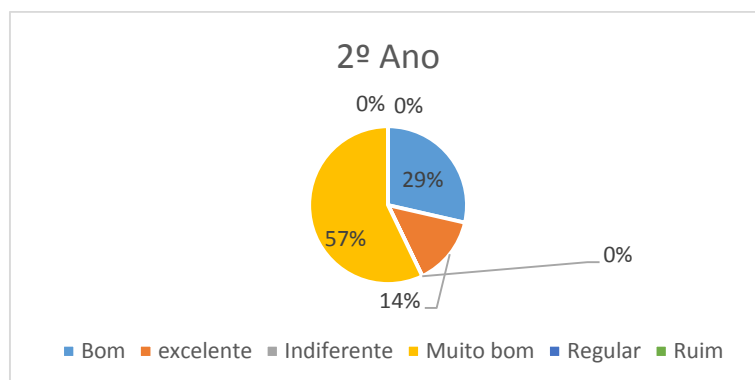
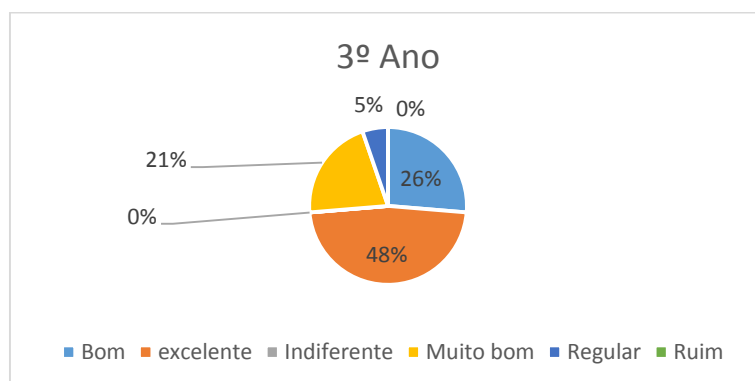


Gráfico 24: questão 3 Modellus.



Apesar ter-se retirado do livro didático os problemas; sempre procurávamos usar imagens do seu cotidiano, ou quando não eram suficientes criava-se uma situação para que discente pudesse entender o fenômeno que se escondia por trás das equações. O resultado agrada, pois, foi a primeira vez que a maioria dos discentes tinha contato com problemas do seu cotidiano representado pela Física. Assim, nota-se pelos dados obtidos nos gráficos 24 que a maioria concorda que o Modellus tem potencial se usado adequadamente no processo de aprendizagem significativa.

Finalizamos nossos questionamentos pedindo para avaliar a eficácia do Modellus.

Gráfico 25: questão 4 Modellus.

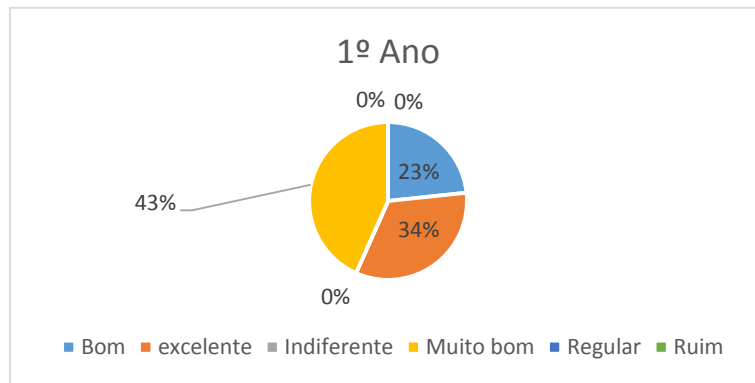


Gráfico 26: questão 4 Modellus.

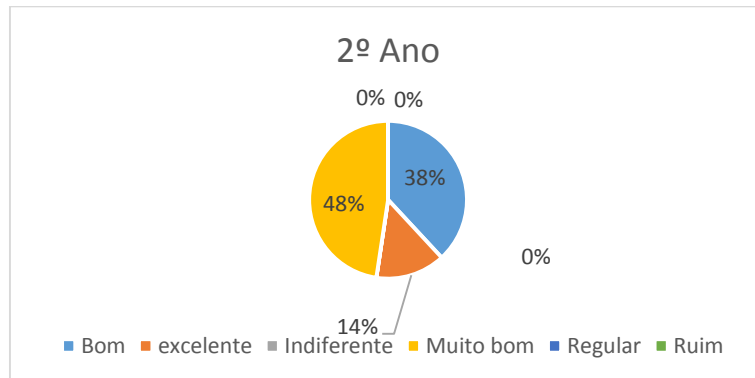
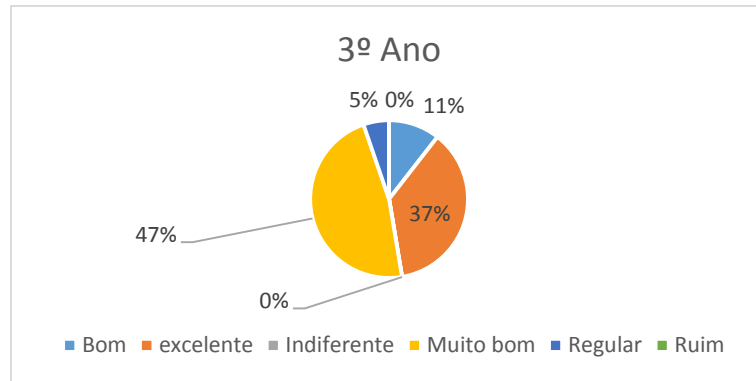


Gráfico 27: questão 4 Modellus.



Nas representações dos modelos físicos com utilização de imagens em movimento por equações, conhecidas em aulas expositivas, os resultados podem ser vistos nos gráficos 25,26 e 27, cerca de 89 % dos entrevistados responderam de modo afirmativo sobre a eficácia do *software* como ferramenta auxiliar no processo ensino e aprendizagem.

Este fato nos mostra que, do ponto de vista dos discentes, o Modellus tem potencial para que a aprendizagem significativa possa ser alcançada no ensino de Física.

CONSIDERAÇÕES

O professor de Física precisa estar atento a todas as novidades que contribuam para oferecer a seus alunos uma “aprendizagem significativa” ou seja no processo ensinar e aprender utilizar-se de todo recurso que seja útil nesta árdua tarefa.

O *modellus* é um laboratório disponível a qualquer momento e apresenta-se como organizador prévio no intuito de promover uma aprendizagem significativa. Utilizando-se desta ferramenta o estudante fica diante de situações e cenários que modelam um aspecto da realidade, permitindo modificar incógnitas e parâmetros, executar e observar modelos em aulas conceituais e de resolução de exercícios. Dando ao processo ensino e aprendizagem novas adjacências com a utilização das simulações incorporadas a atividade docente com uma estratégia didática.

A utilização do *Modellus* em turmas de 1º ano pode ser facilmente incorporada, pois há uma gama muito grande de simulações no tocante a mecânica e cinemática, assuntos geralmente abordados no primeiro ano do ensino médio e que servirão de subsunçores para todo o resto do curso, podendo ser encontrados inclusive cursos sobre utilização gratuita, como por exemplo, o site fisicanalixa.blogspot.com.

Para turmas de segundo ano, as modelagens são mais difíceis por envolver conceitos de Transformações de energia, porém também pode ser simulado, visto que cada um desses fenômenos tem seus conceitos e, para descreve-los, há necessidade de um modelo matemático que após sua modelagem aumentará sua base teórica e apresentará o conteúdo de forma mais crítica facilitando a aprendizagem significativa.

Nas turmas de terceiro anos ocorre o mesmo problema das turmas de segundo ano, partindo do princípio que ninguém pode ver um átomo ou uma carga. Assim o grau de abstração desse conteúdo é mesmo incrível; visto que na maioria dos problemas há uma interação vetorial (assunto pouco familiar ao discentes) para resolução destes.

Assim, durante toda a pesquisa procurou-se simular problemas iniciais que as vezes podem ser julgados como fáceis para o professor, mas que os alunos não conseguem entender por não obter um conhecimento prévio para o prosseguimento

do cronograma seguido pelo livro didático. Essa contribuição foi avaliada como positiva pelos alunos em um questionário de opinião.

Uma linha que pode ser explorada em uma nova pesquisa seria aplicar os mapas conceituais como método de avaliação para obtenção de resultado quanto a aplicação do Modellus como ferramenta auxiliar para uma aprendizagem significativa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias da aprendizagem**. Editora Pedagógica e Universitária, São Paulo, 1999.
- [2] MASINI, Elcie F. Salzano; MOREIRA, Marco A. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. **São Paulo: Centauro**, 2001.
- [3] AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. **Lisboa: Plátano**, v. 1, 2003.
- [4] NOVAK, J. D. et al. Teoria da Aprendizagem Significativa. **Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Peniche**, 2000.
- [5] MARTINS, Ronei Ximenes. Competências em tecnologia da informação no ambiente escolar. *Psicol. Esc. Educ. (Impr.)*, Campinas, v. 9, n. 2, p. 323-326, Dec. 2005 .
- [6] VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 87, 2002.
- [7] BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília: MEC, 1999.
- [8] TEODORO, Vitor Duarte. Computadores, aprendizagem e ensino da física: O computador como «laboratório conceptual». 1990.
- [9] DE FREITAS FILHO, Paulo José. Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena. Visual Books, 2001.
- [10] ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliana Ângela; MOREIRA, Marco Antônio. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 3, p. 5-18, 2004.
- [11] TEODORO, Vitor Duarte. *Modellus: learning physics with mathematical modelling*. 2002.
- [12] ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane A.; MOREIRA, Marco A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 179-184, 2004
- [13] GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. _____. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, 2002.

Apêndice I

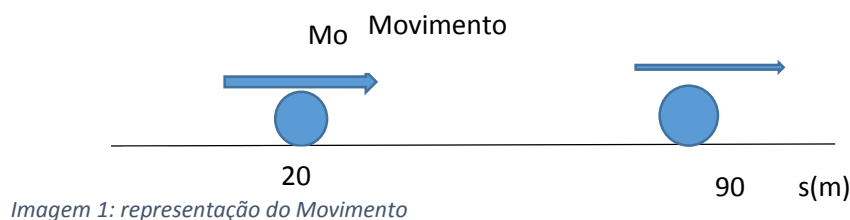
(Simulações desenvolvidas por nós para sala de aula)

A estratégia adotada por nós de acordo com as aulas ministradas pelo professor Gustavo era a seguinte primeiro ele resolveria cada questão na lousa e logo após com equações encontradas durante a resolução do problema contrariamos a modelagem utilizando o *software* Modellus. A intenção era começarmos com as simulações mais simples e aos poucos com decorrer do semestre elas se tornariam mais complexas.

Escolheu-se a questão 32 cap. I. apesar de ser uma questão bem simples somente com a resolução no quadro os alunos não conseguiram entender o fenômeno apesar dos muitos exemplos que o docente utilizara muitos ainda continuavam sem visualizar os fatos. Então era solicitado que modelássemos no computador e com auxílio projetor para que toda turma conseguisse visualizar apresentávamos a questão e aí então abria-se a discussão chamando para o problema de forma visual e não mais matemático.

O problema para um professor de física parece bastante simples mais percebemos que os alunos apresentavam bastante dificuldade para entender o conceito do problema que era o seguinte:

No problema havia uma imagem como a apresentada abaixo: a seguir mostra dois móveis pontuais, A e B, em movimento uniforme, com velocidade escalares de módulos respectivamente iguais a 11m/s e 4m/s. A situação representada na figura corresponde ao instante $t_0=0$



Determine:

- as funções do espaço para o movimento de A e de B;
- o instante em que A e B se encontram;
- os espaços de A e de B no instante do encontro.

Bem utilizar dos benefícios da modelagem computacional e o grande potencial do MODELLUS; que é de os alunos conseguirem ver o fenômeno acontecendo coisa

que lhes despertaram grande curiosidade e percebemos pelo grande número de perguntas que esses fizeram ao professor Gustavo. Agora, enfim apresentaremos a modelagem que é bastante simples.

Modelo matemático

$$\begin{aligned} S_a &= 20 + v_a t \\ S_b &= 90 + v_b t \end{aligned}$$

Imagem 2: Modelo Matemático Modellus

O primeiro passo é resolver a questão como feito pelo professor Gustavo. Após, terminado de resolver aplicamos as equações encontradas na aba modelo matemático do simulador como vemos na imagem abaixo (é bem simples), explicamos para os alunos o significado de cada incógnita, onde (S_a) é o espaço percorrido por A e (V_a) velocidade de A, S_b é o espaço percorrido por B e V_b velocidade de B e t é tempo. Para chamar atenção dos alunos colocamos carrinho no lugar das partículas como mostrado na figura 1.

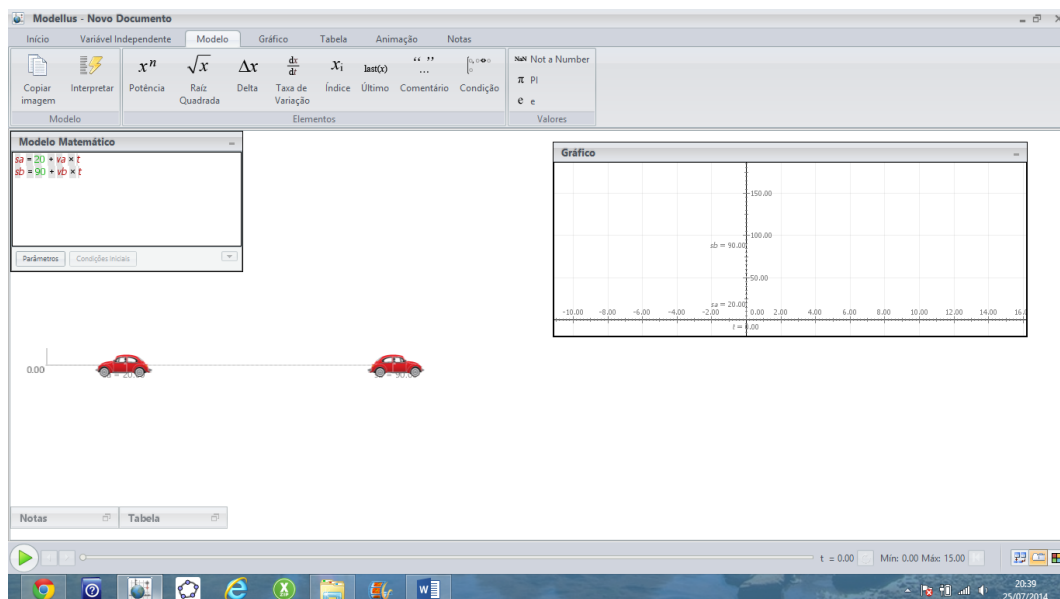


Figura 1: Modellus já com modelagem exercício 32 no momento $t_0=0$.

A riqueza deste simulador é inquestionável além de poder realizar a simulação para que os alunos consigam visualizar o fenômeno ainda mostra o gráfico da posição dos móveis o que enriquece em muito a resolução levando o aluno a um entendimento de maneira mais fácil.

Podemos ir variando o tempo e mostrando para aluno como o espaço varia com tempo e como podemos ver na figura 2. O simulador ainda apresenta o comportamento gráfico do movimento onde os alunos apresentam maior dificuldade o simulador ajuda a sanar esta dificuldade pois, o gráfico vai sendo construído de acordo com a variação do tempo varia o professor Gustavo soube tirar proveito pois, além do questionamento

levantado pelo livro ainda pediu que eles representassem graficamente o movimento e quando eles visualizaram no Modellus como visto na figura 2 ficaram surpreso poderia ser fácil entender um gráfico no M.U.

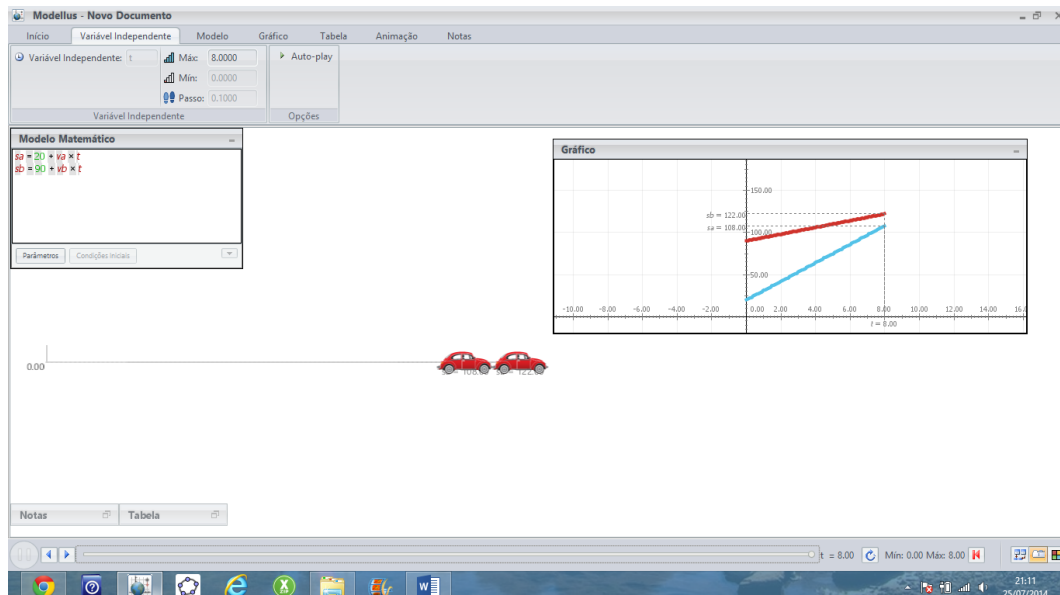


Figura 2: Modellus já com modelagem exercício 32 no momento $t = 8$ segundos

A METODOLOGIA definida para este TCC conta com auxílio do modellus para resolver algumas questões do livro que é usado no IFTO e confronta-las com as resoluções apresentada pelo professor Gustavo no quadro. Houve uma boa aceitação dos alunos pela metodologia.

Observem que apenas com as funções horarias encontradas com a resolução em aula teórica expositiva seria mais complicado apara aluno abstrair tantos conceitos e ainda apresenta-los em suas formas gráficas. Portanto, com imagem, movimento e gráfico acontecendo em um único momento proporcionou uma “assimilação” do fenômeno de uma forma significativa e não abstrata (decorara formula sem saber significado).

No problema 30. Cap. II do livro do didático () apresenta um gráfico representado na figura 3, “do espaço” s (vertical) em função do “tempo” t (horizontal), refere-se a um movimento uniformemente variado.

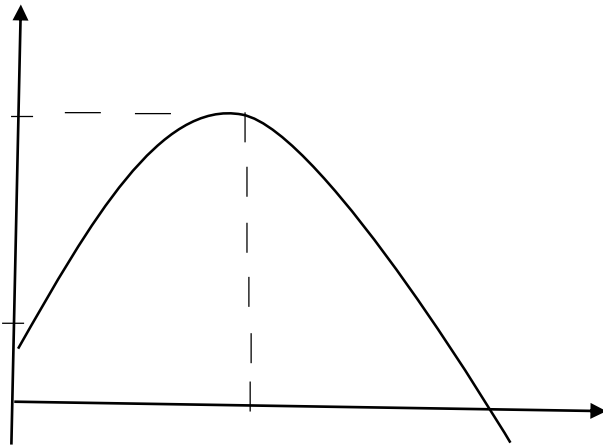


Figura 3: gráfico apresentado pelo autor para análise

Pedia –se no problema que Determinasse:

- a) a velocidade escalar do móvel no instante $t_0=0$
- b) aceleração escalar do móvel.

Neste exercício podemos notar que se usado corretamente o modellus pode mostrar todo o seu os alunos não conseguiam associar a esse gráfico um movimento retilíneo por mais exemplos que citasse não percebiam. Então usando o modellus conseguimos mostrar como acontecia esse fenômeno.

Primeiramente resolve-se matematicamente o exercício no quadro eles aceitaram a resolução no quadro, mas, não conseguiram entender porque o movimento era linear visto que o gráfico era parabólico. Então apresentamos a modelagem retiramos da nossa resolução a equação necessária encontramos uma velocidade inicial de 4 m/s e uma aceleração de -2 m/s^2 jogamos os dados dentro da equação horaria dos espaços. Ficando assim, $S = S_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$, solução que para a ser nosso modelo matemático.

Substituindo pelos valores encontrados as incógnitas ver figura 4 em paramentos. Essa apresentação se deu na turma de eventos usados um passarinho para conseguir uma maior atenção dos alunos durante a apresentação para representar o movimento uniformemente variado. Veja que o simulador traça os gráficos de acordo com o tempo e fica mais fácil para entender o tipo de movimento que ocorre visto que é uma função quadrática aquela famosa determinada pela formula de baskára em gráfico da posição é uma parábola mesmo o movimento sendo retilíneo. Com isso

Assim nos dividimos nossa simulação em três etapa 0 (zero) a 2(dois) segundo figura 4; de 2(dois) a 4 (quatro) figura 5; de 4 (quatro) a 5 (cinco) figura 6.

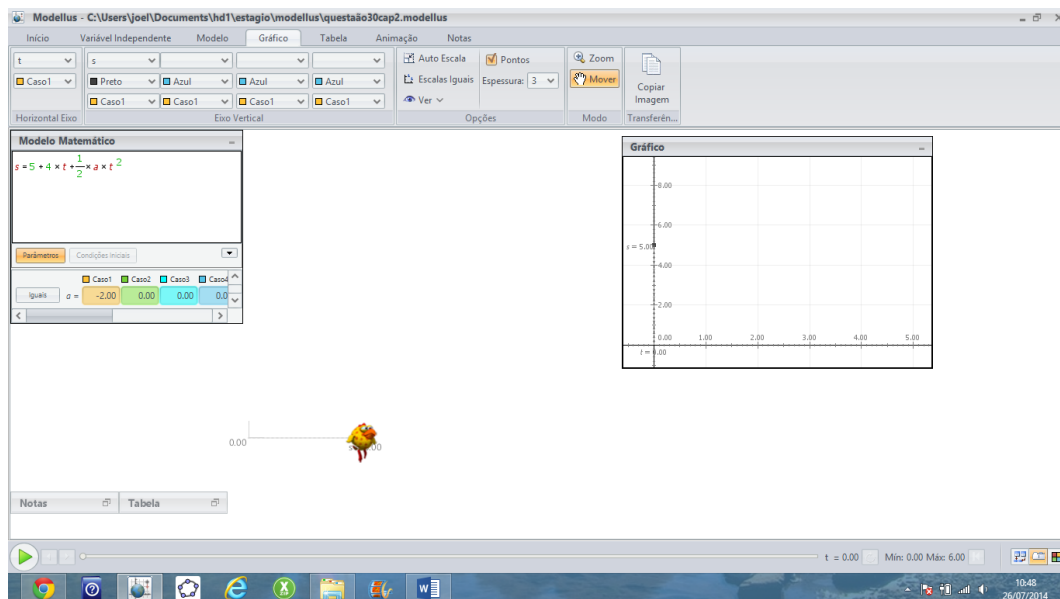


Figura 4: posição do passarinho no instante $t_0=0$

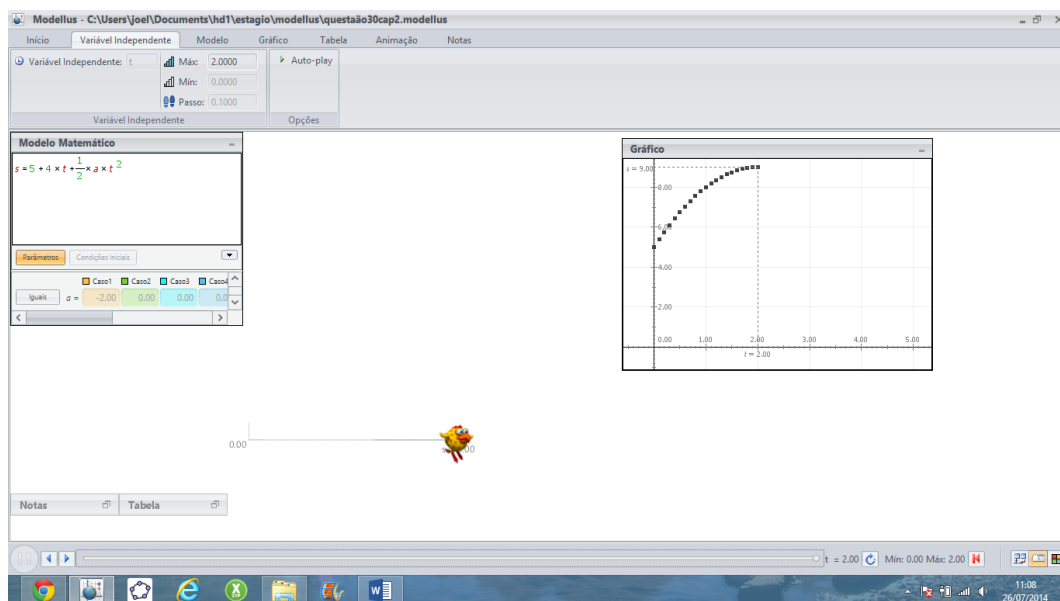


Figura 5: posição do passarinho no instante $t=2$ segundos

Com esses dois momentos conseguimos mostrar para alunos como se dá o movimento acelerado e o comportamento gráfico através da simulação até tempo de dois segundos nesse momento eles percebem que o passarinho que já vem desacelerando para. Para os momentos posteriores vejamos o comportamento.

Com a simulação figura 6 conseguimos mostrar aos alunos que o passarinho foi desacelerando até parar por causa da aceleração negativa e em quatro segundos já estava novamente em 5 metros. O gráfico na figura 7 mostra o que ocorre no tempo

de 5 segundos, ou seja, o passarinho demora 5 segundos para sair da posição 5 metros ir até nove metros e voltar para posição zero.

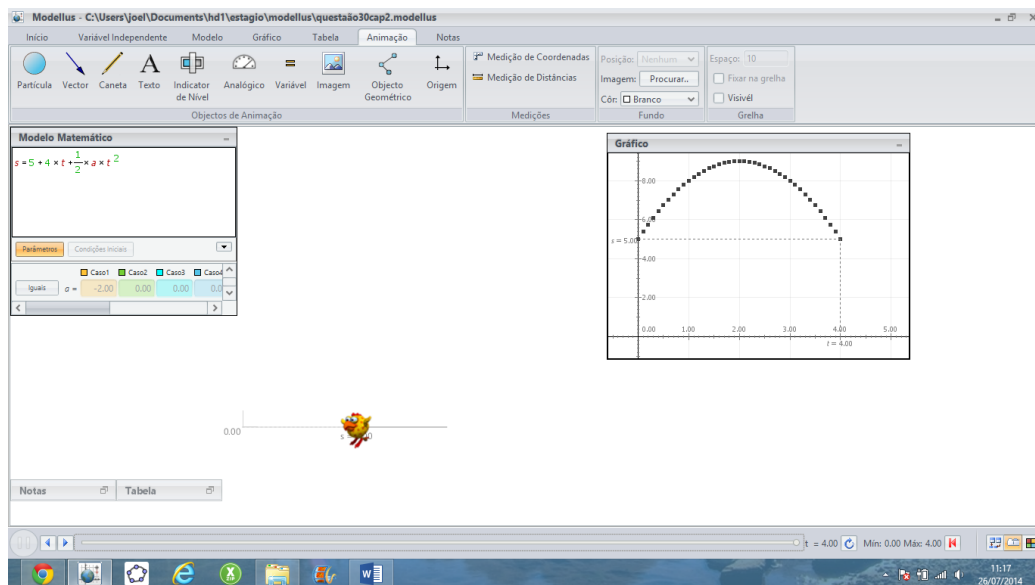


Figura 6: posição do passarinho no instante $t=4$ segundos

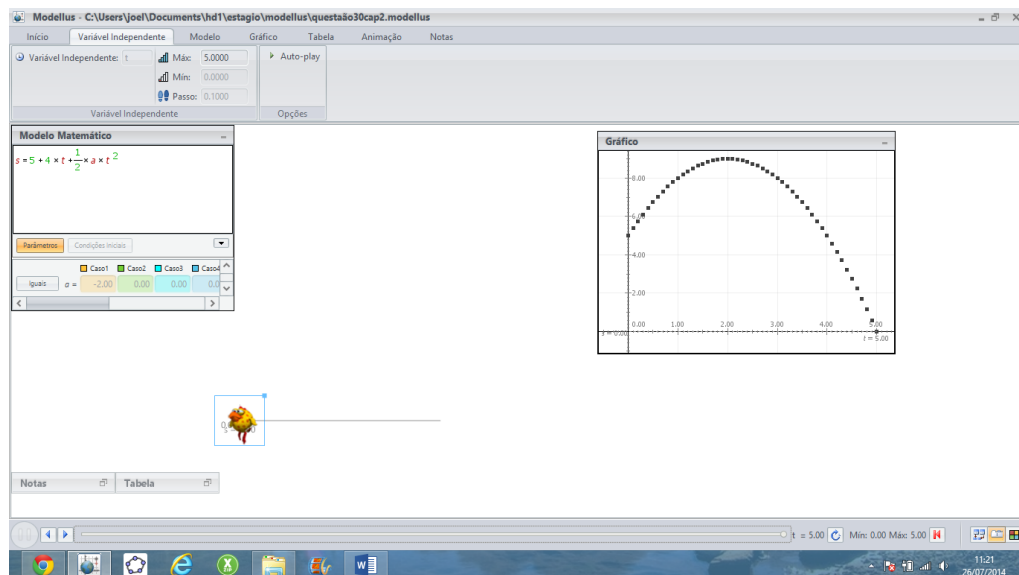


Figura 7: posição do passarinho no instante $t=5$ segundos

Apesar de ser uma representação gráfica quadrática o movimento é retilíneo isso explica-se pelo fato de haver uma desaceleração.

2.Simulações em física II

Conseguir modelar problemas da física II ou termodinâmica apresentou-se como um grande desafio simulações satisfatórias e que trouxesse realmente algum ganho para aprendizagem dos alunos visto que os conceitos baseiam se no princípio da Conservação da Energia.

A teoria defende que para todo e qualquer sistema termodinâmico há uma função característica, que é conhecida como energia interna. Sabendo que a primeira Lei é a variação da energia interna entre dois sistemas pode ser determinada pela diferença entre a quantidade de calor e o trabalho trocado com o meio ambiente necessitaríamos de muito estudo para desenvolvermos tais simulações visto que em pesquisas que realizamos tanto virtual como em livro nada encontramos a respeito de termodinâmica. Percebemos que não seria fácil nos virmos obrigados a criar simulações inéditas.

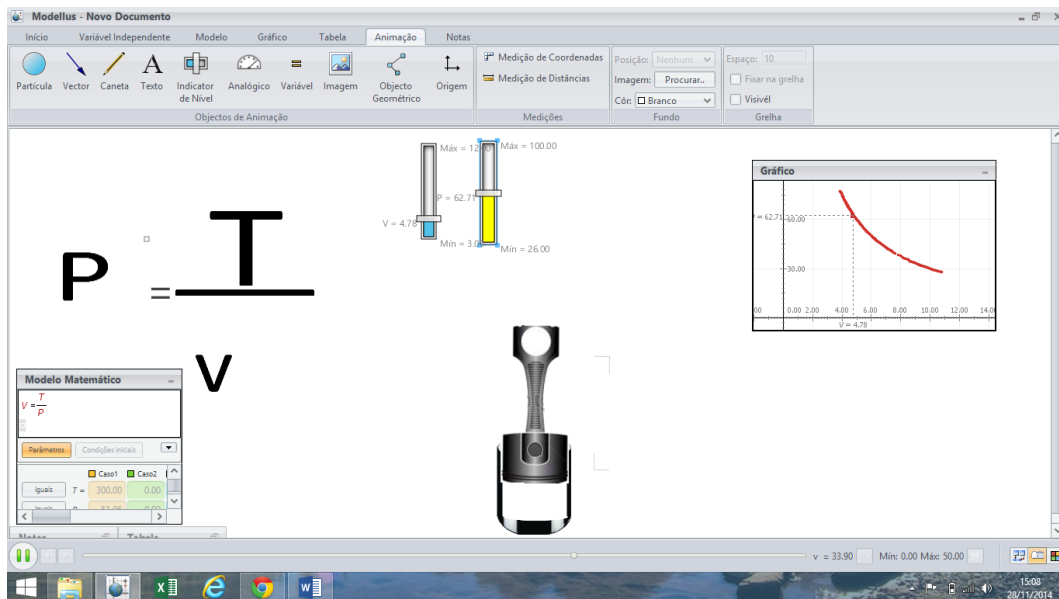


Figura 8: Transformação isotérmica.

A primeira simulação que desenvolvemos foi bastante simples e envolve uma transformação onde mantemos a temperatura constante ou seja isotérmica e assim poderíamos varia a Pressão e Volume que são as outras duas equações de estados e resulta em um diagrama de fases que é uma representação gráfica que permite visualizar a relação existente entre as coordenadas termodinâmicas P, V e T, associadas aos estados de equilíbrio de um sistema, e as diferentes fases pelas quais se processa a evolução do sistema quando da variação dessas coordenadas. Essa construção dá origem à chamada superfície P-V-T, apresentada na Fig. 8 para o caso do gás ideal.

Com esse modelo simplificado podemos analisar como comporta-se a pressão o volume quando mantemos uma temperatura constante e o desenho do cilindro acoplado a um pistão demonstra de uma maneira visual como isso ocorre num sistema real facilitando e entendimento lavando os alunos a formular de maneira significativa a construção de hipóteses levantadas pelo sistema físico. Como podemos observar na

figura 9 e 10. Quando aumentamos a Pressão que está indicada pelo indicador amarelo e Volume pelo indica azul podemos notar também que as letras variam de valor sendo que P e inversamente proporcional a V que as letras aumentam ou diminuem de tamanho conforme aumentamos ou diminuimos a Pressão.

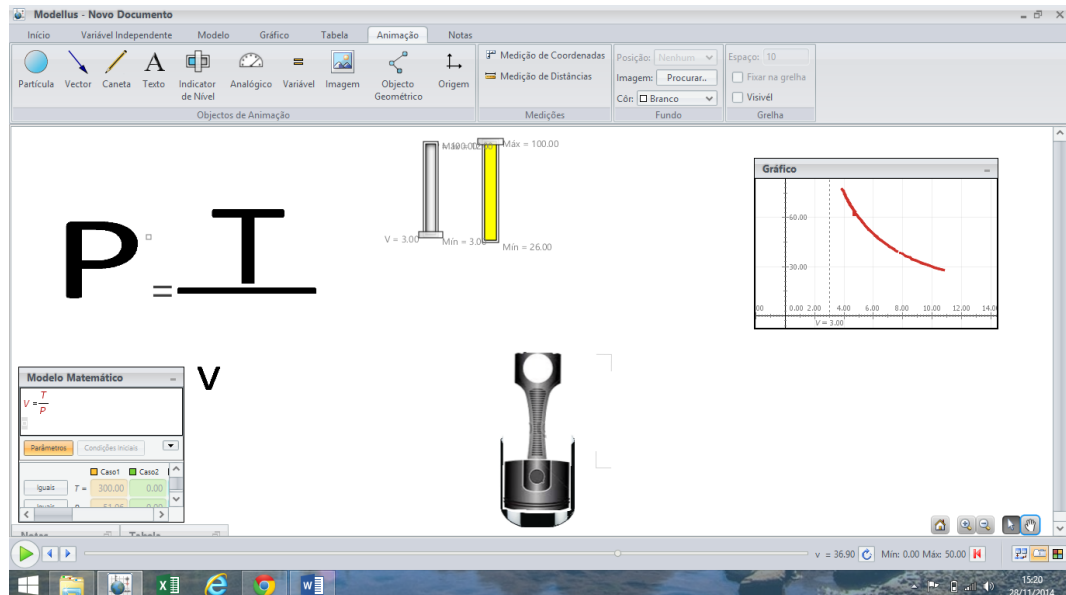


Figura 9: Pressão máxima

Pressão mínima

Como podemos visualizar apesar de ser uma simulação muito simples o Modellus nos permite brincar com as variáveis pressão e volume enquanto este nos fornece o gráfico conhecido como diagrama P x V oferecendo ao aluno um estímulo a mais que as equações para entender este importante conceito da física que é a transformação isotérmica. Esse problema é idêntico exercícios 2 da lista de exercício cobrada pelo professor Gustavo. E que podemos imaginar como se fosse uma seringa dessas que são utilizadas em hospitais e que fazem parte do dia a dia dos alunos.

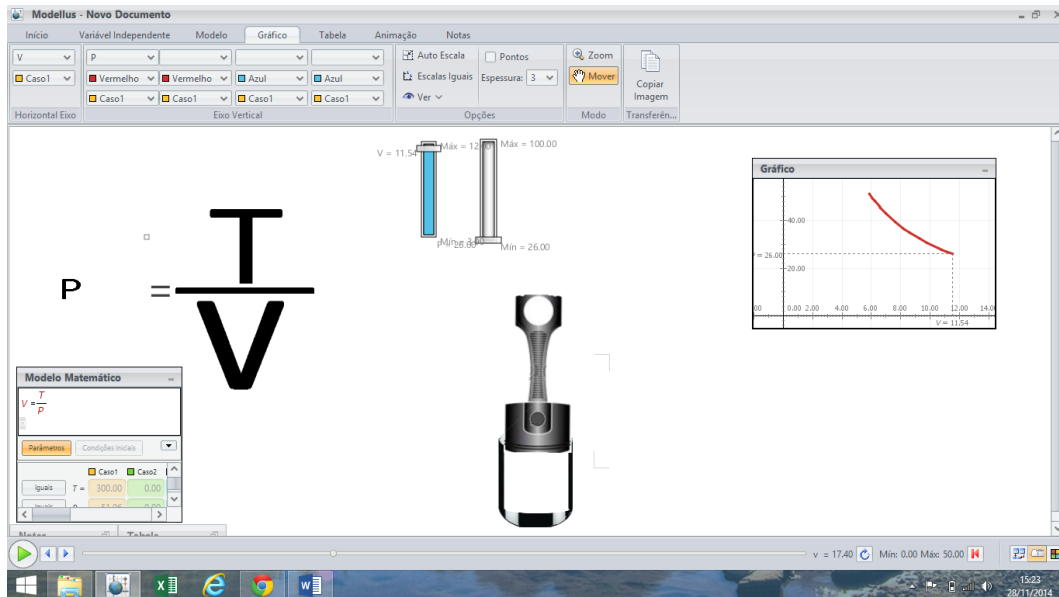


Figura 10: Curva P V

Ainda da lista de exercício do professor Gustavo modelamos também o exercício número 07, figura 13, com intuito de mostrar ao aluno como realmente os modelos matemático desenvolvidos realmente representam os fenômenos físicos.

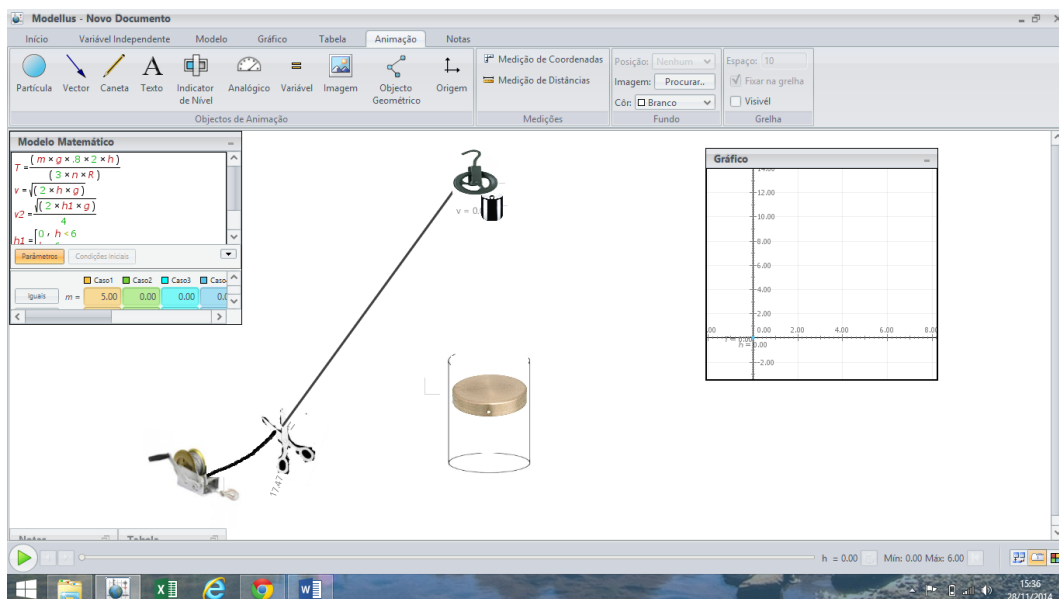


Figura11: Problema 7 estático

Era solicitado ao aluno que transformações de energia ocorre no sistema, considerando a evolução deste, desde o momento até o momento em que atinge a sua posição final e a variação de temperatura, do gás supondo que no momento em

que o martelo atinge o embolo, 80% da energia deste é usada para comprimir o gás.

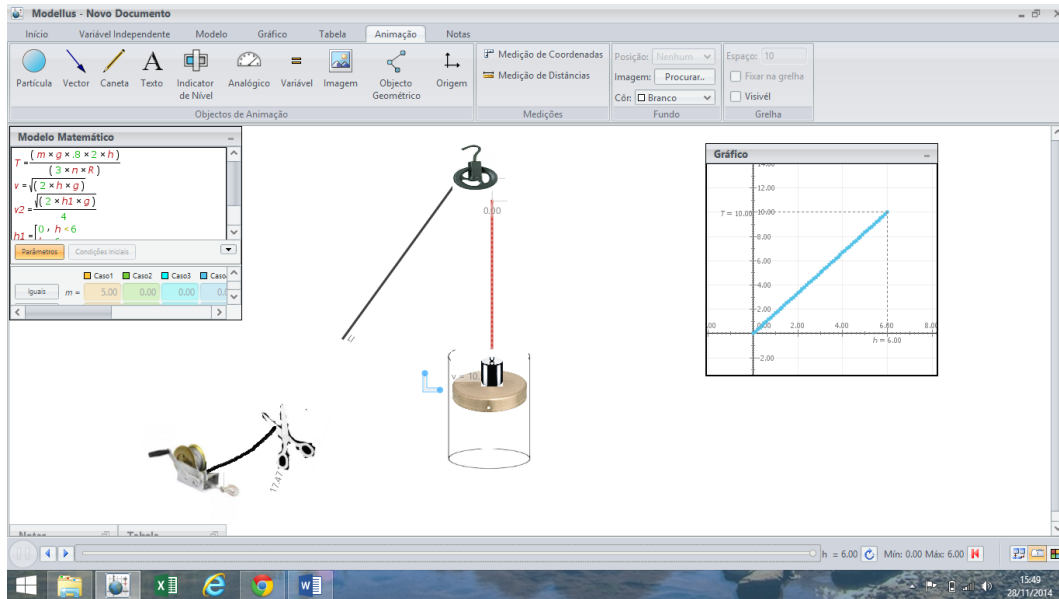


Figura 12: Temperatura no momento instantâneo em que martelo toca embolo.

Com essa simulação temos a intenção de que através das imagens e o movimento observado poderia facilitar e criar no aluno além de tudo uma memória visual no aluno da transformação de energia gravitacional em energia mecânica e que para encontrar a temperatura bastava igualar a energia potencial (W) a variação de energia interna do gás (ΔU) como podemos notar na figura 13.

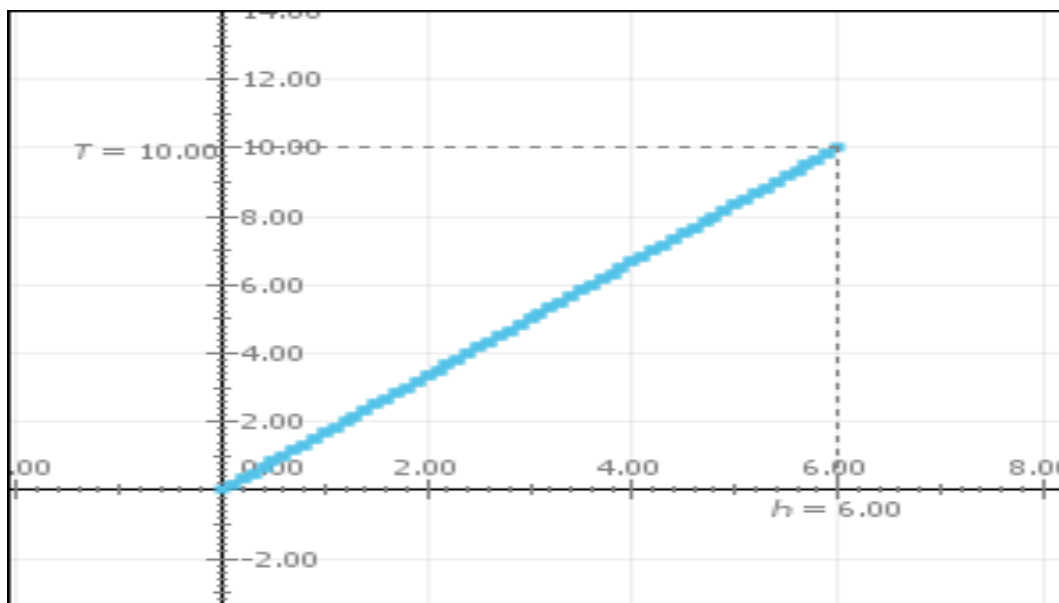


Figura 13: gráfico da Temperatura em função da altura.

O gráfico construído pelo simulador Modellus apresenta resultado idêntico ao cálculo pelo professor Gustavo no quadro o que forneceu ao aluno credibilidade ao modelo construído.

Apresentamos mais uma modelagem onde podemos mostrar aos alunos uma das aplicações do que eles estavam aprendendo servindo como estímulo ao estudo de matérias correlacionada a física II figura 14.

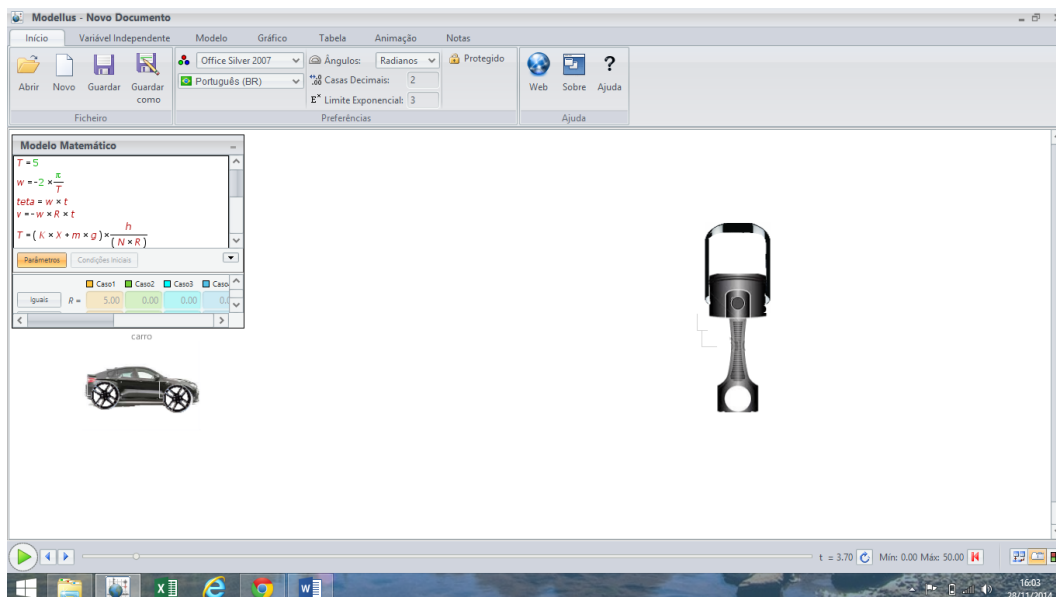


Figura 14: aplicações dos conceitos físicos.

Utilizamos um carro e um cilindro para os processos do motor que normalmente equipa os automóveis é o motor de explosão ou de combustão de quatro tempos e a relação Volume e pressão existente em seu funcionamento. Conforme Pesquisa em 11/11/2014:

(<http://www.brasile escola.com/quimica/funcionamento-motor-combustao.htm>).

Ele é chamado assim porque seu funcionamento se baseia exatamente em quatro estágios ou tempos diferentes e como se dá cada um deles: 1º Estágio: nesse estágio, o pistão do motor move-se para baixo e puxa a mistura de combustível (vapor) e ar atmosférico através da válvula de entrada. 2º Estágio: depois que a câmara de combustão foi preenchida, a válvula de entrada da mistura de ar e vapor de combustível é fechada e o pistão sobe, comprimindo essa mistura. É muito importante que o combustível aguente bem essa compressão, não explodindo antes do 3º tempo.

Se o combustível explodir prematuramente durante a compressão, diminuirá a potência do motor e produzirá um ruído conhecido como batida de pino (knocking). Gasolinas com maior índice de octanagem são melhores por causa disso: quanto maior o índice de octanagem, mais resistente a gasolina será à compressão sofrida e melhor será o desempenho do motor. É por isso também que se adicionam antidetonantes à gasolina, como o etanol. 3º Estágio: quando o pistão atinge o ponto máximo, a vela de ignição emite uma faísca elétrica que provoca a explosão,

deslocando o pistão para baixo. A energia cinética dos gases em expansão é transmitida para o pistão, que movimenta o eixo do virabrequim, fazendo o carro se movimentar. Essa parte é muito importante, pois é nela que a energia química (proveniente da combustão) é transformada em energia mecânica (que vai mover o automóvel). 4º Estágio: o pistão sobe novamente e a válvula de exaustão ou de saída é aberta, permitindo que os gases formados na combustão sejam liberados. Quando essa válvula se fecha, a válvula de entrada é aberta e o processo recomeça.

Com esta última modelagem tentamos mostrar aos alunos a relação entre o que eles estudaram e um objeto muito utilizado por ele seja em passeios, para vir as aulas ou serviços e com isso fornece ao aluno um maior interesse quanto ao assunto trabalhado “promovendo uma verdadeira aprendizagem significativa como defendia “Ensinar sem levar em conta o que a criança já sabe, segundo Ausubel, é um esforço vão, pois, o novo conhecimento não tem onde se ancorar”, afirma Rosália. Mas há outro requisito, que se refere ao desafio diário de tornar a escola um ambiente motivador. Pode-se preparar a melhor atividade, mas é o aluno que determina se houve ou não a compreensão do tema. “De nada adianta desenvolver uma aula divertida se ela for encaminhada de forma automática, sem possibilitar a reflexão e a negociação de significados”, comenta a pesquisadora Evelyse.”

3.Modelagens da Regência em física III

Como imaginado ainda no início do processo de pesquisa a física III onde se estuda os processos de eletrização, cargas e campos elétricos apresentam um grande desafio visto que não existem muitas ou quase nenhuma modelagens desenvolvidas para trabalhar o conteúdo inicial desta. Assim, coube a nós desenvolver simulações que pudesse ser utilizada como organizador prévio para processos inicial da eletrostática com *software* modellus.

Comumente há confusão sobre corpos positivamente carregados, principalmente, já que é plausível de se pensar que para que o corpo tenha carga elétrica positiva ele deva receber carga elétrica positiva, ou seja, ganhar prótons. Quando na verdade um corpo está positivamente carregado se ele perder elétrons,

ficando com menos carga elétrica negativa. Para não haver durante os cálculos uma confusão, lembre-se que a física vista a nível de ensino médio estuda apenas reações elementares e cotidianas, como o movimento de elétrons. As reações onde as partículas intranucleares (nêutrons e prótons) podem ser modificadas são estudadas na parte da ciência conhecida como Física Nuclear.

Percebe-se uma grande confusão quando os alunos são perguntados sobre um corpo carregado (negativa ou positivamente) é aterrado; para que este seja neutralizado, ou seja, para que as cargas fiquem em equilíbrio o que deve ocorrer com corpo perder elétrons ou ganhar prótons.com a simulação visualizada na figura 17 podemos trabalhar de maneira visual esse fenômeno.

Como podemos observar pela figura 15 no Modellus podemos utilizar-se das imagens para promover uma melhor assimilação do conteúdo e quando a simulação rodar eles perceberam com auxílio da imagem em movimento que o elétron e quem se movem como já justificado.

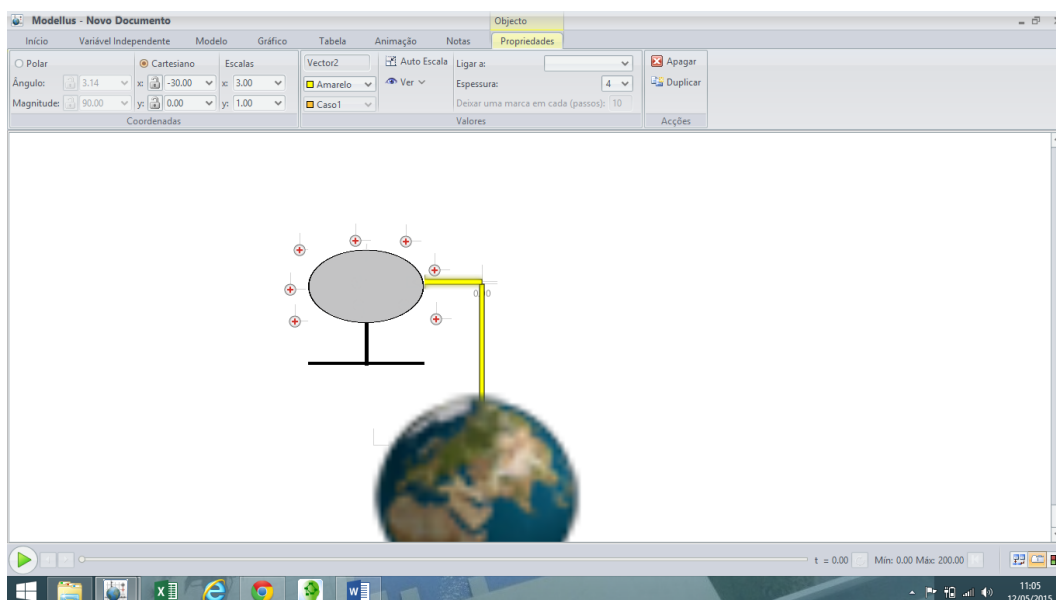


Figura 15: corpo eletrizado positivamente aterrado.

Nas figuras 16 e 17 percebe-se quando as cargas negativas sobem da terra para corpo eletrizado positivamente até o momento em que este é neutralizado.

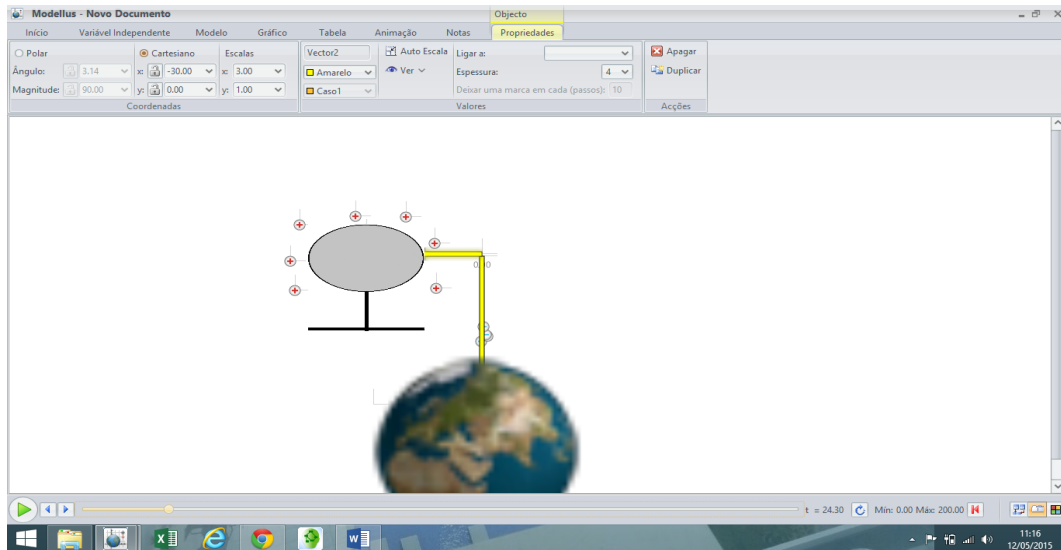


Figura 16: elétrons saindo da terra.

Uma situação aparentemente fácil mais para o aluno que ainda conseguem visualizar o grau de abstração que envolve este fenômeno pois o discente é levado a pensar que para um corpo estar neutra necessita está sem carga e que os prótons e que deveria se mover para a terra.

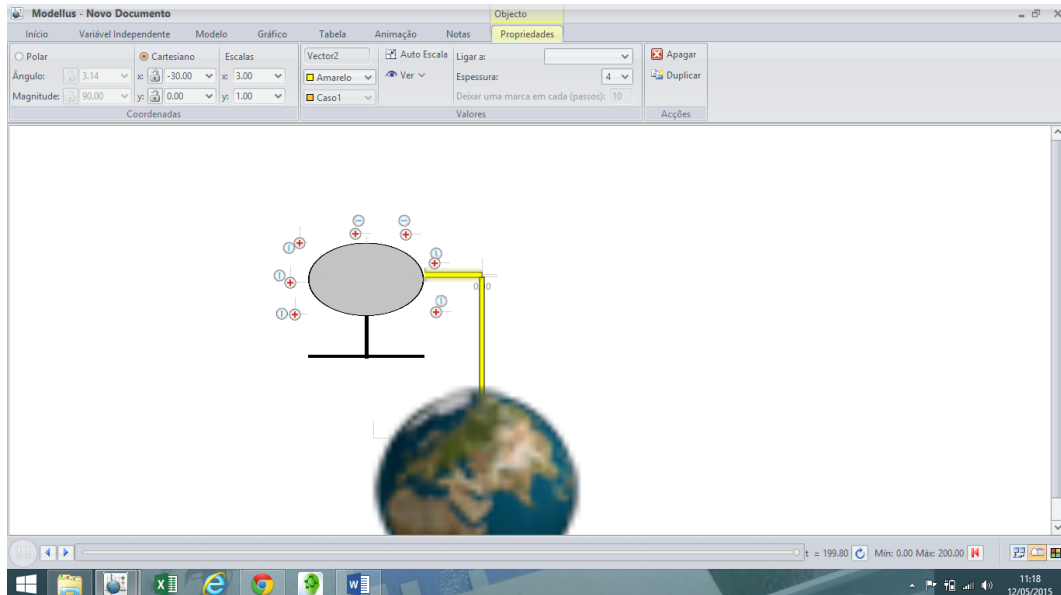


Figura 87: corpo neutralizado.

Com um experimento simples desse podemos de uma só vez tirar do aluno essa visão de senso comum fornecendo-lhe uma visão de ciências sanando de uma só vez três dividas frequentes como se dá o movimento das cargas em um

aterramento, corpo neutro tem carga, mas em equilíbrio e que elétrons não se move facilmente necessitando de uma grande energia para retirá-lo da posição inicial.

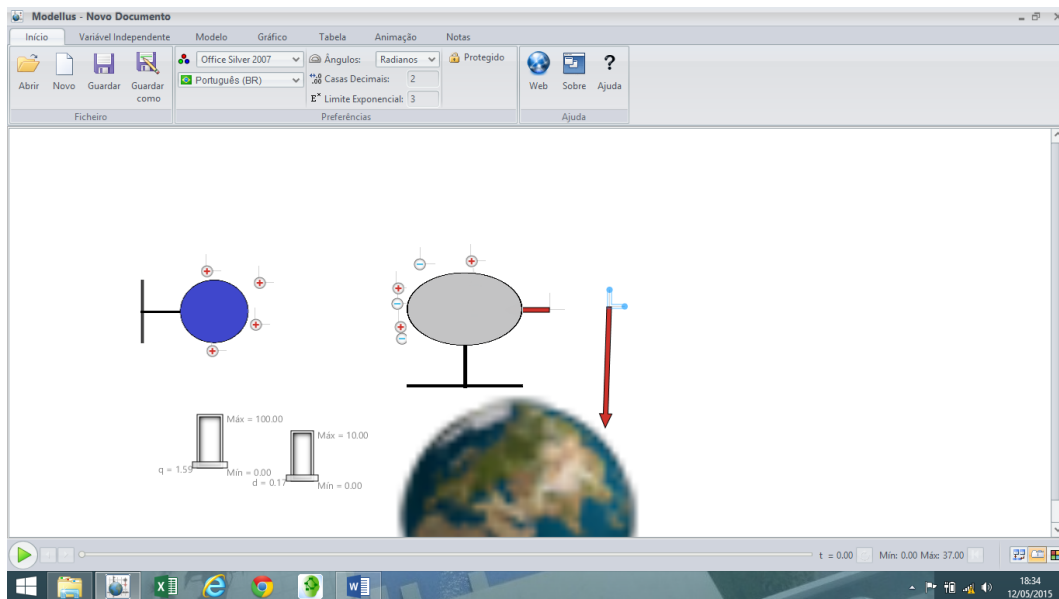


Figura 18: Processo De Eletrização Por Indução corpos inicialmente muito distante.

Outro problema é quanto ao processo de indução que requer do aluno um bom conhecimento conceitual para entender o fenômeno eles não conseguem entender muito bem como as cargas funcionam visto que esse processo requer um grau de maturação suficiente para conseguir abstrair do fenômeno os conceitos necessários ao seu entendimento.

Recorremos mais uma vez ao modellus como facilitador desse processo. Simulamos um problema que envolve tanto o processo de indução como o de aterramento. Percebe-se pela figura abaixo que a esfera está inicialmente neutra em uma base isolante e o questionamento é? Se aproximarmos a esfera Azul da esfera cinza o que ocorrerá com as cargas.

Pela teoria sabemos que quando aproximamos (sem tocar) um condutor eletrizado de um neutro, provocamos no condutor neutro uma distribuição uma redistribuição de seus elétrons livres e denominamos esse fenômeno de **indução eletrostática**.

Espera-se um tempo até que cheguem a uma conclusão e aproxima-se a esfera azul da cinza figura 19.

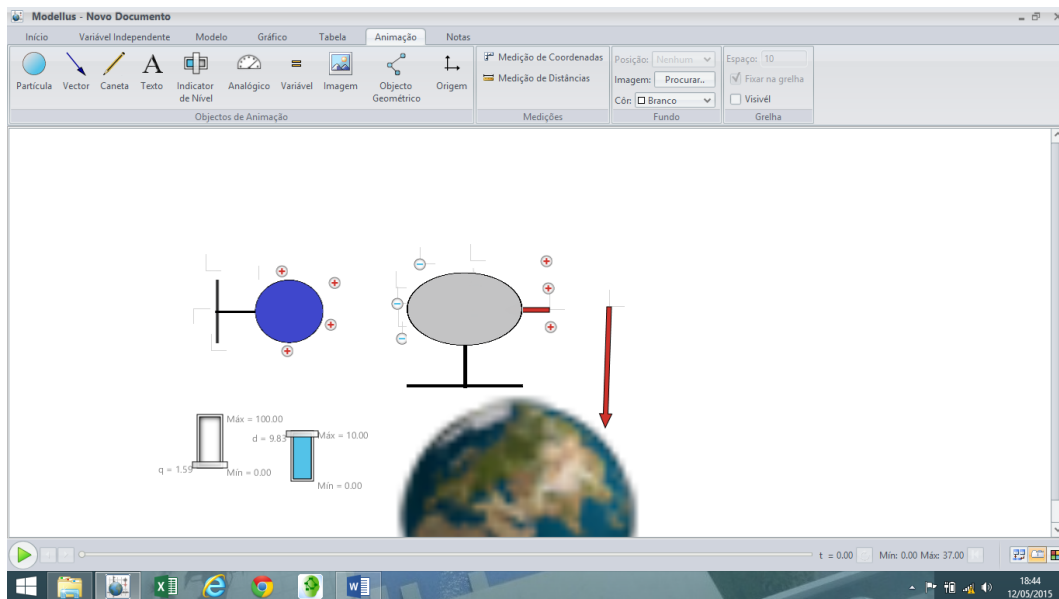


Figura 19: Separação das Cargas por Indução

O resultado pode ser observado pela figura 19. Houve a separação das cargas pelo simples fato de que cargas opostas se atraem e cargas positivas se repelem. Uma simulação simples dessa onde utilizamos somente indicadores ferramenta disponível no *software* para movimentar as cargas pode fornecer ao aluno uma maturação vista que sai do modelo imaginário e passa a ter um significado real para o discente proporcionando uma aprendizagem duradoura e significativa.

Porém, podemos explorar mais ainda este fenômeno utilizando o conhecimento do problema anterior pergunta-se o, se ligarmos a esfera cinza a terra como apresentada na figura 20. O que aconteceria com cargas na superfície da esfera? Após novamente abrir-se a discussão apresentamos a seguinte simulação.

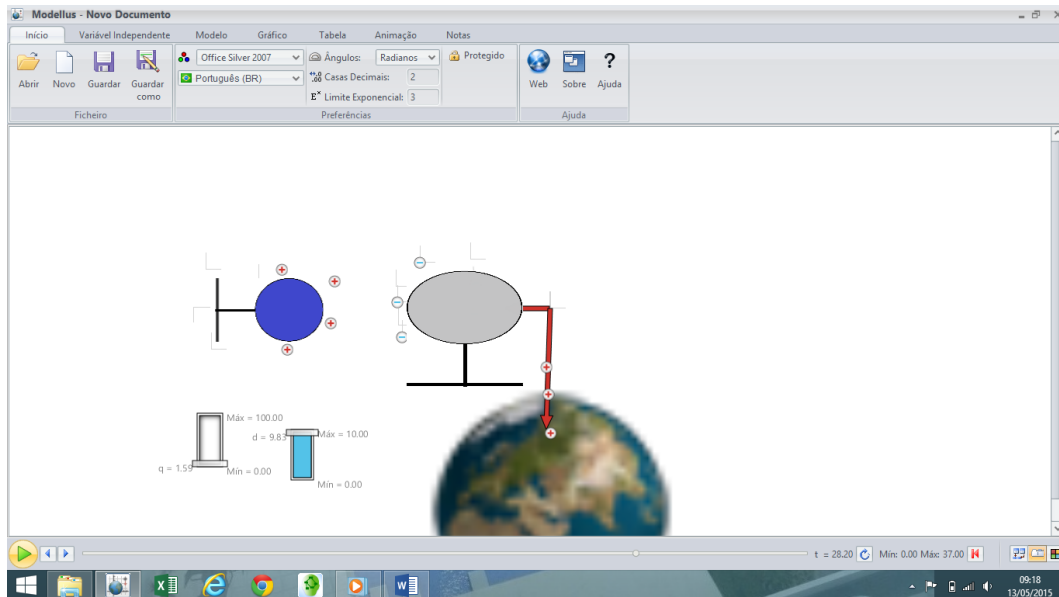


Figura 20: prótons se movendo para terra.

Vejam como tentamos induzir o aluno a reconhecer o erro pois, neste problema, as cargas positivas e que se movem (conteúdo abordado no problema anterior) assim, tenta-se fazer com que o aluno perceba e aponte este erro do movimento dos prótons.

No exemplo a seguir exploraremos todos os conceitos que aprendemos até agora e apresentaremos mais um conceito que é o conceito vetorial da força elétrica e mais uma vez utilizaremos o modellus para explorar ao máximo possível *software* para proporcionar uma aprendizagem significativa.

Esse é um problema da figura 21, muito comum em eletrostática onde há três cargas e uma força elétrica atua na direção imaginária que une as duas cargas e por isso necessita iniciar o assunto de vetores unidimensional.

Vale lembrar mais uma vez que a física vista a nível de ensino médio estuda apenas reações elementares e cotidianas. Neste problema inicialmente podemos começar explorando as relações vetoriais das cargas podemos ir variando os sinais das cargas e explorara deles o resultado baseado na terceira lei de Newton (ação e reação) como isso fica fácil o discente notar como a força resultante dependerá do sinal de cada carga que pode ser alterada para positiva ou negativa através dos

marcadores de níveis em amarelo, azul e vermelho para cada carga; preto para força resultante.

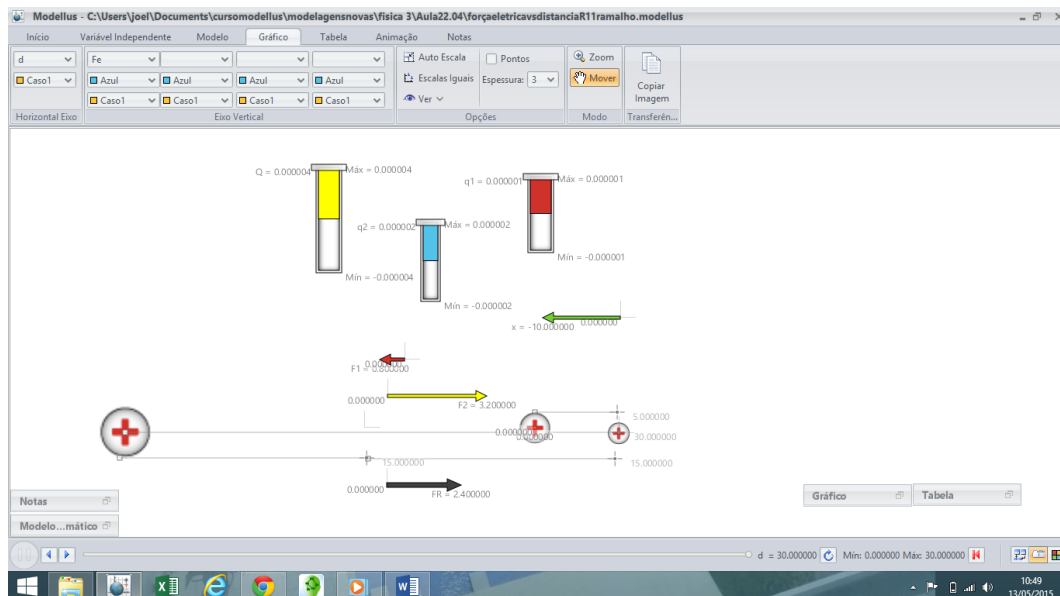


Figura 21: Interação Entre Cargas.

Assim, sem qualquer cálculo o aluno poderá entender como se dá as interações entre cargas. Podendo ser apresentada a lei Coulomb e seu equacionamento matemático para entender esse fenômeno.

Moreira [12] defende o potencial Modellus na construção gráfica de fenômenos da cinemática e neste trabalho também coloca-se a prova o *software* para construir gráficos na eletrostática o resultado pode ser observado na figura 22.

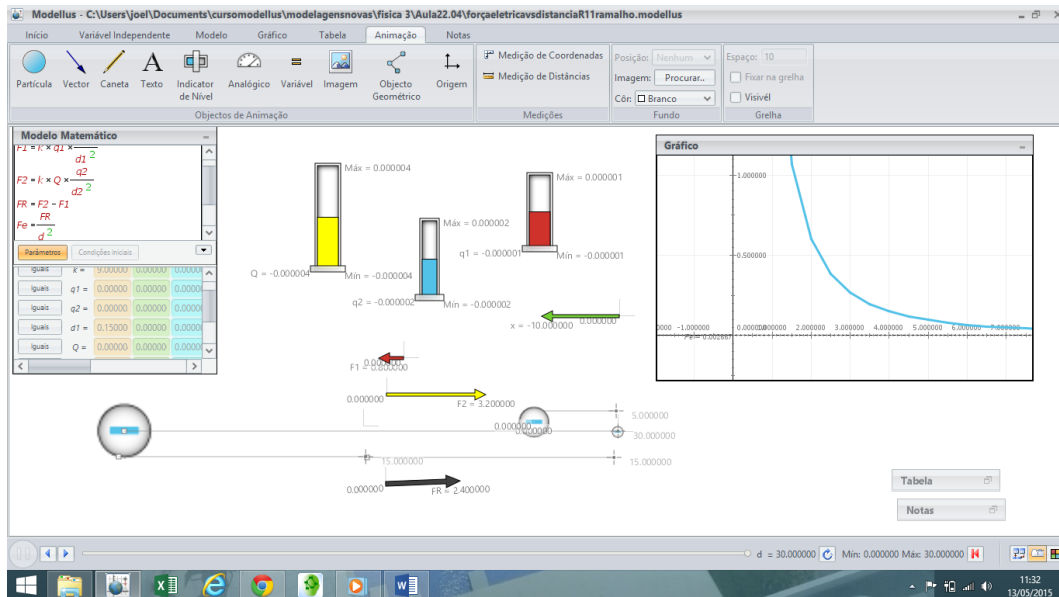


Figura 22: Interações Entre Cargas Negativas

Observem como podemos ir trabalhando as cargas e quando rodamos a simulação com base nos modelos matemáticos encontrados por Coulomb obtemos gráfico, vetores e o movimento da carga o que fará com que o aluno deixe de apenas imaginar e passa ter um modelo visual no auxílio do processo ensino e aprendizagem.

Apresentaremos agora uma modelagem desenvolvida para ajudar os alunos a lidar com a resultante de vetores. Pois, quando estão estudando campos elétricos geralmente precisam desse conhecimento representativo dos vetores para entender o fenômeno envolvido. É uma representação bastante simples, porém, há um grau de abstração implícito neste problema que muitas vezes somente a aula teórica expositiva não consegue representar adequadamente e o discente leva essa dúvida para problemas que requer esse subsunção dele e não conseguem solucionar o problema por não entender uma representação vetorial simples e não visualizarem esta soma vetorial.

A simulação representada pela figura 23 facilita o entendimento de vetores por permitir que possamos variar como se fosse uma brincadeira a posição de cada

vetor alterando suas componentes levando-os a imaginar como seria o resultado em cada posição.

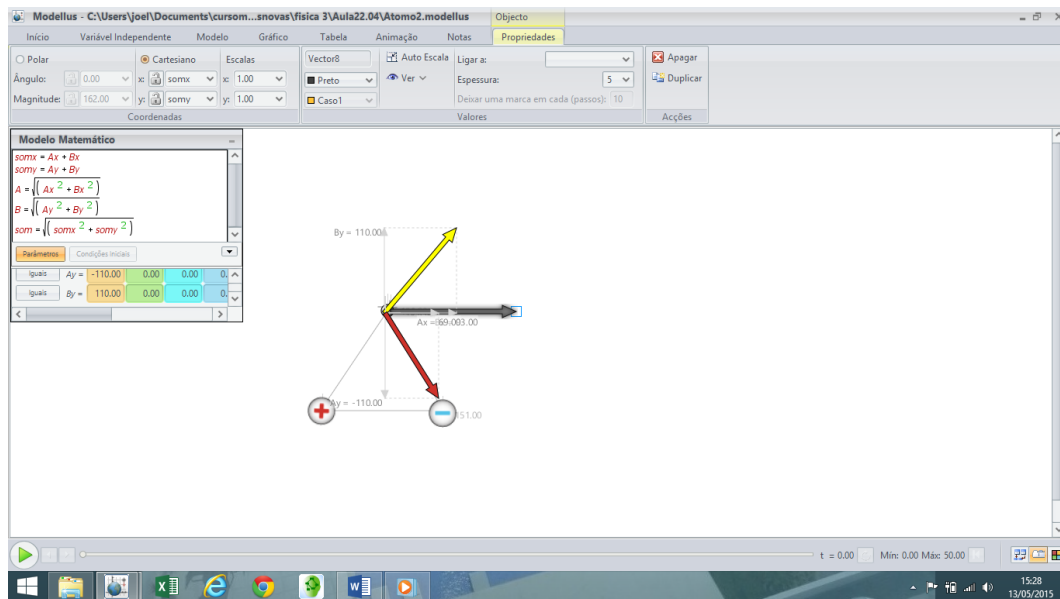


Figura 23: Resultante Vetorial Em Duas Dimensões Do Campo Com Carga Positiva E Negativa Sobre Partícula.

Nota-se que com a primeira configuração de cargas havíamos obtidos uma representação vetorial agora observem essa outra na figura 24.

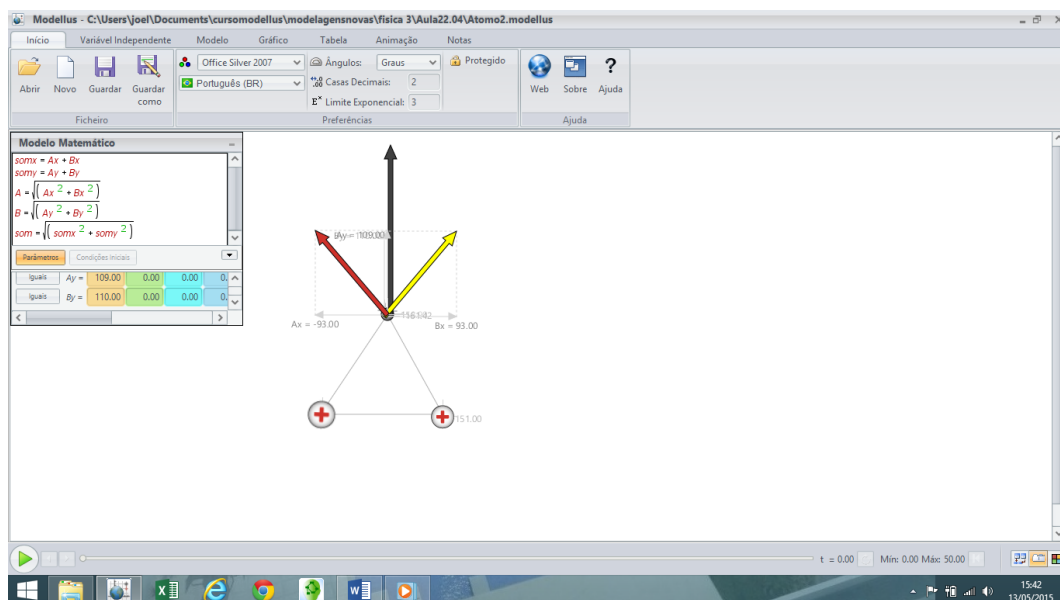


Figura 24: Resultante Vetorial Em Duas Dimensões Do Campo Com Duas Cargas Positiva Sobre Partícula.

Pode-se varia o vetor amarelo e vermelho como acha conveniente e teremos uma resultante do vetor preto. Novamente podemos usar das imagens presente no Modellus para facilitar a tarefa do ensinar e aprender.

(Simulações desenvolvidas pelos alunos)

Apesar de não ter sido objeto de nossa pesquisa apresentaremos simulações que foram desenvolvidos pelos alunos do 1º ano do ensino médio.

Ver sua pesquisa ser adotada tanto pelos alunos como pelo professor e a maior alegria para um pesquisador. As aulas de quarta-feira que outrora era realizada em sala convencional agora passam a ser em um laboratório de informática são 30 computadores que praticamente todas as aulas ficavam lotados.

Os alunos do primeiro ano do segundo grau passaram a confeccionar suas próprias simulações e para surpresa geral com uma criatividade fora do normal. Aqui apresentaremos algumas modelagens desses alunos dentre as muitas que eles fizeram utilizando o *software* Modellus. Uma coisa que vale a pena lembrar em menos de seis meses de contato com simulações eram capazes apresentar simulações um tanto complexa se pensarmos que estamos lidando com alunos que acabaram de sair do ensino fundamental e a maturidade matemática ainda é pequena para conseguir modelar esse tipo problemas. O professor inclusive aplicou algumas modelagens como forma de avaliação, tamanha foi a facilidade que esses alunos apresentaram para dominar o Modellus e tirar dele o maior aproveitamento possível com simulações realmente incrível.

Iremos a partir de agora apresentar algumas simulações em ordem crescente de complexidade matemática como as aulas foram trabalhadas pelo professor.

As primeiras simulações que o professor requeria do aluno eram bastante simples. Dava se um enunciado do movimento uniforme dessas que regularmente vemos nos livros didático um automóvel ponto sai de um ponto A com uma certa velocidade constante e outro móvel sai de um ponto B com uma certa velocidade também constante. Pergunta se aos alunos com quanto tempo esses dois móveis se encontraram? Podemos notar que esse é um problema bem simples basta igualar os espaços de $A=B$ e solucionarmos a álgebra envolvida que encontraremos o tempo de encontro dos móveis. Porém, quando pedimos aos alunos para que plote o gráfico do movimento podemos notar que esses entram em pânico não conseguem apesar de haver solucionado o problema não conseguiram visualizar como esse realmente ocorreu e entender o fenômeno envolvido na equações e resultado obtido. Agora com auxílio do Modellus pedimos ao aluno escrever na aba modelo matemático do

Software. As equações que ele encontrou podemos observar na figura (25). Como já havíamos orientado os alunos como operar o simulador deixamos por sua conta o resultado da modelagem. Na aba modelo matemático podemos notar detalhes como ficou a equação que este aluno encontrou os parâmetros previamente determinado pelo professor também pode ser notado nesta.



Figure 25: Equação do M.U

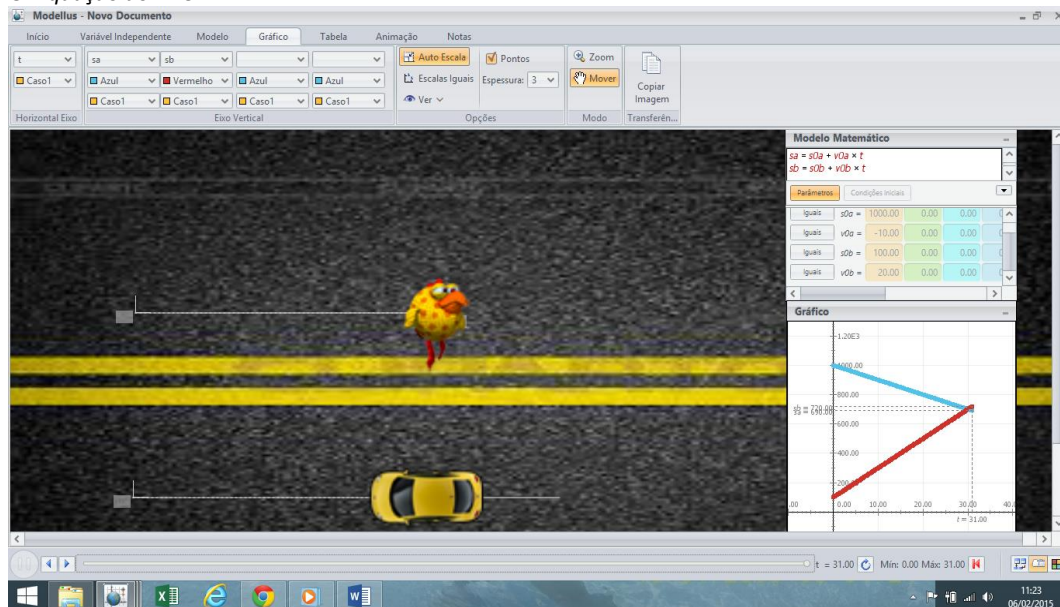


Figure 26: Movimento, Equação e Gráfico do fenômeno

Terminado a simulação voltávamos para conferir e não podemos negar que o sentimento era de extrema satisfação. Mesmo em um problema simples como este os alunos utilizaram de todo os recursos que o modellus para dar vida realmente ao fenômeno como podemos notar na figura (27). O simulador soluçiona em tempo real,

ou seja, momento a momento solucionado o problema que geralmente que os alunos apresentam na interpretação de gráfico simples como do espaço vs tempo.

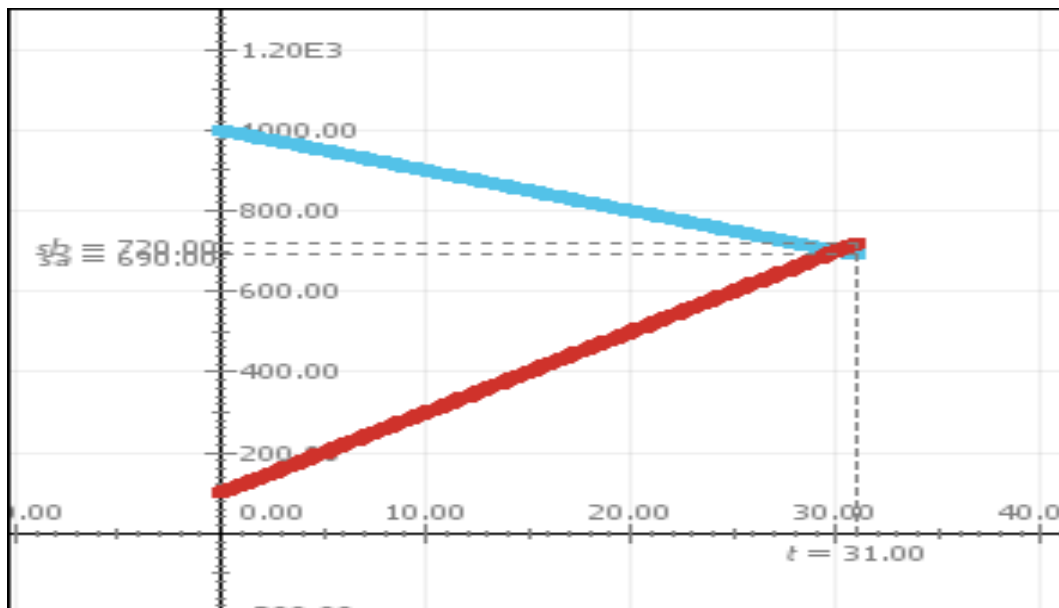


Figura 27: Visão ampliada do Gráfico.

O gráfico espaço vs tempo construído pelo *modellus* através dos dados que o aluno inseriu juntamente com o movimento dos objetos que ele da simulação o faz entender como realmente ocorrera o fenômeno. *Software* ainda permite que ele altere o dado dos parâmetros e brinque realmente com o fenômeno com isso adquira uma aprendizagem significativa o que era realmente o objetivo do projeto.

Os alunos agora em outro encontro no laboratório de informática, foram solicitados a modelar um problema mais complexo.

Modelo Matemático

$$sf = sOf + vOf \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2$$

$$vf = vOf + a \times t$$

$$sa = sOa + vOa \times t$$

Parâmetros Condições Iniciais

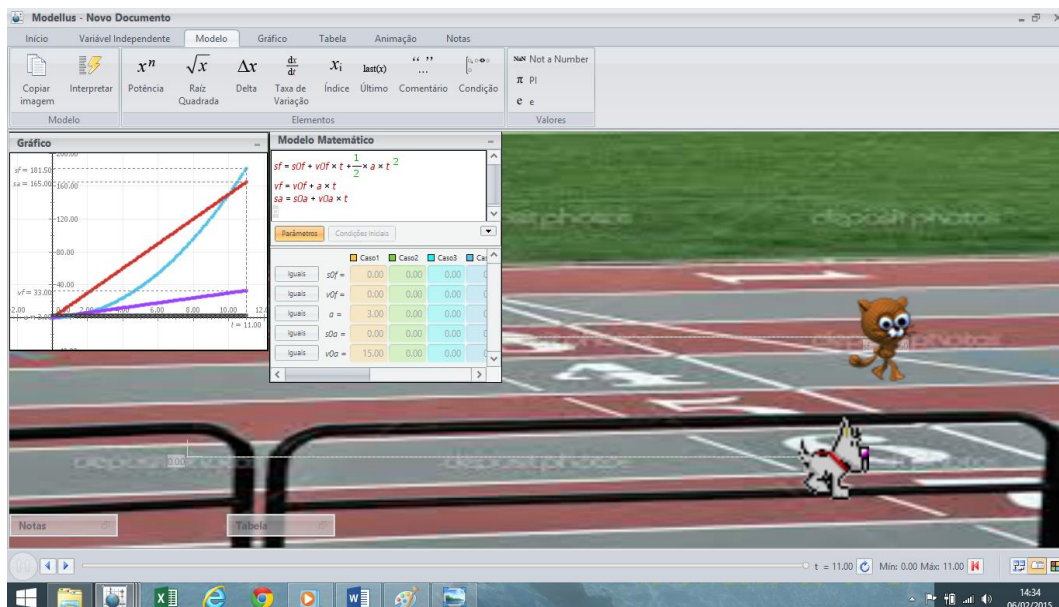
	Caso1	Caso2	Caso3	Cas
Iguais $sOf =$	0.00	0.00	0.00	0.00
Iguais $vOf =$	0.00	0.00	0.00	0.00
Iguais $a =$	3.00	0.00	0.00	0.00
Iguais $sOa =$	0.00	0.00	0.00	0.00
Iguais $vOa =$	15.00	0.00	0.00	0.00

Figura 28: MUV e MU

Observem que o programa plota todos os itens que foram solicitados no problema a (aceleração), (espaço do percorrido pelo Cachorro), **sf** (espaço percorrido pelo gato) e **vf** velocidade do gato. Todos em um mesmo gráfico facilitando ao aluno definir o que é constante, quadrático ou linear juntando as informações ao movimento da simulação figura (28) o aluno poderá visualizar o fenômeno caso a caso e entender como realmente.

Quando há uma comparação entre um móvel e M.U (movimento uniforme) e M.U.V (movimento uniformemente variado). Figura 28. Ou seja, a velocidade agora passa a varia linearmente e a posição quadraticamente. Novamente foi solicitado as equações os gráficos para visualizar se eles realmente entenderiam o fenômeno. A maioria deles resolveram visto que já havia assistido aula teórica conceitual sobre o assunto e estavam afiados quanto a álgebra envolvida no problema. Mais, quando tentaram plotar o Gráfico que agora envolvia M.U, M.U.V e da aceleração novamente podemos notar muitas dificuldades.

Foi então solicitado a esses que executasse suas modelagens do problema e como esse já apresentavam pleno domínio do *software* o fizeram vejamos como ficaram as equações na figura (28) aba modelo matemático e os parâmetros que o professor definiu.



Os gráficos que plotados utilizando-se o Modellus v vs t (velocidade vs tempo), a vs t (aceleração vs tempo), S vs t (espaço vs tempo) e sf vs t (espaço sf vs tempo)

da figura (28) . Todos os itens solicitados foram visualizados juntos e novamente os alunos poderão comparar com a simulação e tirar sua conclusão.

Apêndice II

SOBRE O PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM DE FÍSICA

1 – Somente aulas teóricas expositivas, na qual o professor utiliza quadro e pincel, é suficiente para que você consiga assimilar o conteúdo relacionado à disciplina de Física?

Sim ☐ não ☐ raramente ☐ Em parte ☐

2 – O professor já utilizou ou utiliza outros recursos, além do quadro e pincel, como os simuladores ou laboratórios?

Sim ☐ não ☐ raramente ☐ Em parte ☐

3 - Seu professor de Física utiliza *Softwares* Educativos ou outro recurso extraclasse?

Sim ☐ não ☐ Raramente ☐ Em parte ☐

4 - Você considera necessário o uso de recursos didáticos aliado a aulas teóricas como apoio ao ensino de Física?

Sim ☐ não ☐ Raramente ☐ Em parte ☐

5 - Você já teve acesso a pelo menos uma aula DE FÍSICA na qual o professor utilizasse o computadores?

Sim ☐ não ☐

6 - Caso já teve acesso a aulas usando *softwares* ou simuladores, quantas vezes isso ocorreu?

SOBRE O SOFTWARE MODELLUS NO ENSINO DE FÍSICA

1 – O *Software* Modellus proporciona uma melhor visualização dos movimentos dos objetos, com as equações encontradas por ele, na resolução do exercícios do livro no quadro?

Sim ☐ não ☐ Raramente ☐ Em parte ☐

2 – O uso do *Software* Modellus proporcionou uma melhor interpretação dos gráficos?

Sim ☐ não ☐ Raramente ☐ Em parte ☐

3 – Como você avalia o desempenho do Modellus para proporcionar uma visão de fatos de sua vida cotidiana através de fórmulas matemáticas (exemplos: cão perseguindo gato, funcionamento dos motores, etc.)?

☐ Excelente ☐ Muito bom ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim ☐ Indiferente

4 – Como você avalia a eficácia, ou a não eficácia, da aula com a utilização de *Softwares*, como o Modellus utilizando de imagens do dia a dia ligadas a equações da física para uma melhor compreensão dos fenômenos físicos?

☐ Excelente ☐ Muito bom ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim ☐ Indiferente

ANEXO I

MODELLUS COMO FERRAMENTA DE ENSINO DA FÍSICA

¹Weimar Silva Castilho, ²Ademar Paulo Junior, ³Joel Dos Santos Godinho

¹Mestre em Sistemas Mecatrônicos - UNB. Bolsista do CNPq. e-mail: weimar@ifto.edu.br, ²Mestre em Física Teórica - UFG. Bolsista do CNPq. e-mail: ademar.junior@ifto.edu.br, ³Licenciando do Curso de Licenciatura em Física - IFTO. Bolsista da Capes. e-mail: neromineiro@gmail.com

Resumo: O presente trabalho apresenta os passos iniciais desta incrível ferramenta de modelagem. Quanto ao potencial do Modellus vem sendo discutido em diversos trabalhos atuais, apesar de ser pouco utilizado em sala de aula, pois os professores imaginam que este seja um programa de difícil manuseio e que para programar uma modelagem, seria praticamente impossível ser utilizada como recurso didático no ensino da física. Visto a qualidade da modelagem que conseguimos com uso desse, apresentaremos uma modelagem muito simples, mas que utiliza uma gama muito grande de ferramentas do Modellus, bem como faremos as discussões dos fenômenos que modelamos.

Palavras-chave: Aprendizagem; Ensino; Didáticos; Física; Recursos.

1. INTRODUÇÃO

Na difícil tarefa de ensinar física precisamos de todos os aliados que tivermos a nossa disposição, sejam eles: materiais de baixo custo, laboratórios ou simuladores utilizando os com o objetivo de obter êxito no processo ensino aprendizagem.

Durante a discussão apresentaremos como algumas vezes somente as equações não são capazes de trazer aprendizagem sobre o que realmente está envolvido é necessário algum conhecimento físico para simular o fenômeno em questão.

A física, sem dúvida, é considerada pela maioria dos alunos, uma das matérias mais difíceis de ser compreendida e devido ao fato de que os alunos em geral não conseguem visualizar os fenômenos que se escondem por trás dos modelos matemáticos que utilizamos para descrevê-los. Inclusive alunos de ensino médio, quando questionados sobre o ensino da física a vinculam ao grande número de formulas que lhes são apresentadas no decorrer dos anos de estudo. Demonstrando claramente que quanto aos fenômenos, que seriam o objetivo do ensino da física, nada se lembram. Contrariando o que para Ausubel [3] traria uma aprendizagem significativa, ou seja, não conseguimos conectar conteúdo e fenômeno.

A modelagem vem se apresentando como uma importante ferramenta para dissolver esse paradigma de que a física é somente um amontoado de formulas. Temos uma gama muito grande de simuladores nesse a disposição a dificuldade como bem menciona Moreira [1]. Os alunos nos dias de hoje conseguem dominar com maestria as novas tecnologias que lhes são apresentadas e, neste contexto, os simuladores podem ser hasteados de forma que lhes tragam máximo interesse pela Física.

O modellus foi a ferramenta que escolhemos por ser gratuito, não precisar de internet para rodar as simulações e apresenta os modelos matemáticos que utilizamos para construir a modelagem e apresentar gráficos em tempo real.

O foco deste artigo é apresentar as ferramentas iniciais do Modellus e, aplicar em uma simulação, que discutiremos os fenômenos e a modelagem matemática, ou seja, discutiremos as “formulas” de uma maneira a esclarecer os fenômenos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Apresentaremos cada ferramenta que será utilizada para modelar o problema um problema presente no capítulo 9, da primeira edição do livro; Doca, Ricardo Helou. Física, 1/Ricardo Helou Doca, Gualter Jose Biscuola, Newton Villas Boas – 1. Ed. – São Paulo: Saraiva. Utilizaremos o Modellus para que os alunos e leitores deste artigo consigam visualizar como cada incógnita contribui para o acontecimento do fenômeno físico. Devido ao seu grande potencial matemático, podemos demonstrar através das equações como transcorre a simulação fenômenos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Modellus

A versão do modellus que estamos utilizando é o Modellus 0.4 para Windows, mas praticamente todas as versões do modellus seguem esse mesmo padrão

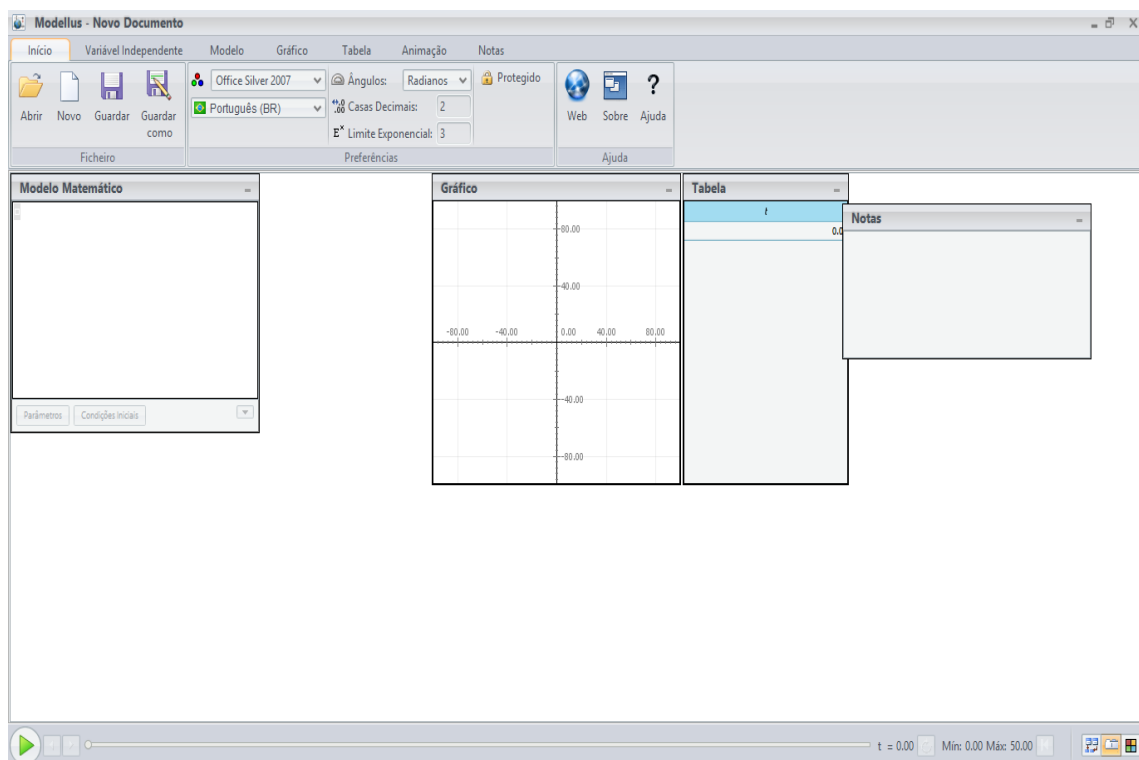


Figura 9: Primeira janela Modellus

O software pode ser baixado gratuitamente em: **Modellus.co/index.php/en/download**, por exemplo conforme [3]:

“Em pesquisas recentes não basta sob o ponto de vista da aprendizagem, identificar dificuldades apresentadas pelo estudante ou seus modelos mentais. É necessário apresentar, também, recursos metodológicos com potencial para promover aprendizagem significativa ao aluno”.

Na aba Início, podemos observar algumas ferramentas básicas como gerar um novo documento, abrir um arquivo existente, etc. Merece destaque especial o ícone Ângulo, que

permite escolher se trabalharemos com ângulos em graus ou em radianos. Por questões de comodidade, ao longo deste trabalho, utilizaremos a medida do ângulo em radianos.

Dentro do console de simulações aparecem as quatro janelas Modelo Matemático que onde alocaremos nossas equações, Gráfico que é a construção gráfica da posição do objeto simulado, Tabela de cada posição para simulação em função do tempo e, por último, a aba Nota onde colocaremos o enunciado da questão ou problema a ser resolvido.

Utilizando o *Modellus* executaremos uma simulação por meio da resolução do exercício abaixo enunciado e presente no livro supra citado:

O problema descreve a seguinte situação: de uma janela de um edifício, a 60,0 m, uma pedra, A, é lançada verticalmente para cima com velocidade escalar de 19,6 m/s no instante $t_0=0$ em que se inicia a contagem do tempo. Decorridos 3,0 s uma outra pedra B, é abandonada do mesmo local. Desprezando a influência do ar e considerando $g=9.8 \text{ m/s}^2$, determine: (questão retirada do livro citado acima)

Quer que encontremos o instante que a pedra A passa pela pedra B; a que Altura, relativa ao solo, A passa por B;

Apresentaremos essa parte tomando nota que alguns alunos poderão interessar pelo pensamento que tivemos para resolver a álgebra envolvida nesta questão. Assim, mostraremos as equações matemáticas e como chegamos nelas. Do enunciado da questão tiraremos a equação da posição para pedra A que é dada pela equação 1.

$$S_a = 60 + 19.6 t - 4.9 t^2 \text{ (Equação de 1)}$$

Onde,

$$S_a = S_{0a} + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ (1)}$$

Observem que apenas colocamos os dados do problema em seus devidos lugar para descobrirmos essa equação.

$$S_b = S_{0b} + v_{0b} t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ (equação de 2)}$$

Para b em $t_0=0$, $v_{0b}=0$ diga que para $t = 0$ temos $v_{0b} = 0$, e a partícula permanece no estado de repouso até que a partícula passe por ela, em $t = 3 \text{ s}$ nossa equação 2 é $S_b = 60 - 4.9 (t-3)^2$. No momento em que as partículas estão na mesma posição, temos.

$$\begin{aligned} 60 - 4.9 (t-3)^2 &= 60 + 19.6 t - 4.9 t^2 \\ 60 - 4.9 (t^2 - 2 \cdot 3 \cdot t + 9) &= 60 + 19.6 t - 4.9 t^2 \\ -4.9 (t^2 - 2 \cdot 3 \cdot t + 9) &= 19.6 t - 4.9 t^2 \\ \frac{-4.9 (t^2 - 2 \cdot 3 \cdot t + 9)}{4.9} &= \frac{19.6 t - 4.9 t^2}{4.9} \\ -1 (t^2 - 6t + 9) &= 4t - t^2 \\ -t^2 + 6t - 9 &= 4t - t^2 \\ 6t - 4t &= 9 \\ t &= 4.5 \text{ s} \end{aligned}$$

Aplicando-se o resultado encontrado na equação 2.

$$S_b = 60 - 4.9 [(4.5) - 3]^2$$

$$S_b = 49.975 \text{ m}$$

Ou seja, em aproximadamente 49 metros de altura a partícula A passa pelo ponto onde está a partícula B.

Podemos agora aplicar nosso problema ao *Modellus* fazendo a simulação do fenômeno sob estudo. Nota-se que, conforme figura 2, podemos utilizar a janela Notas para colocar o enunciado da questão a fim de enriquecermos nossa simulação. Podemos observar na figura 2.

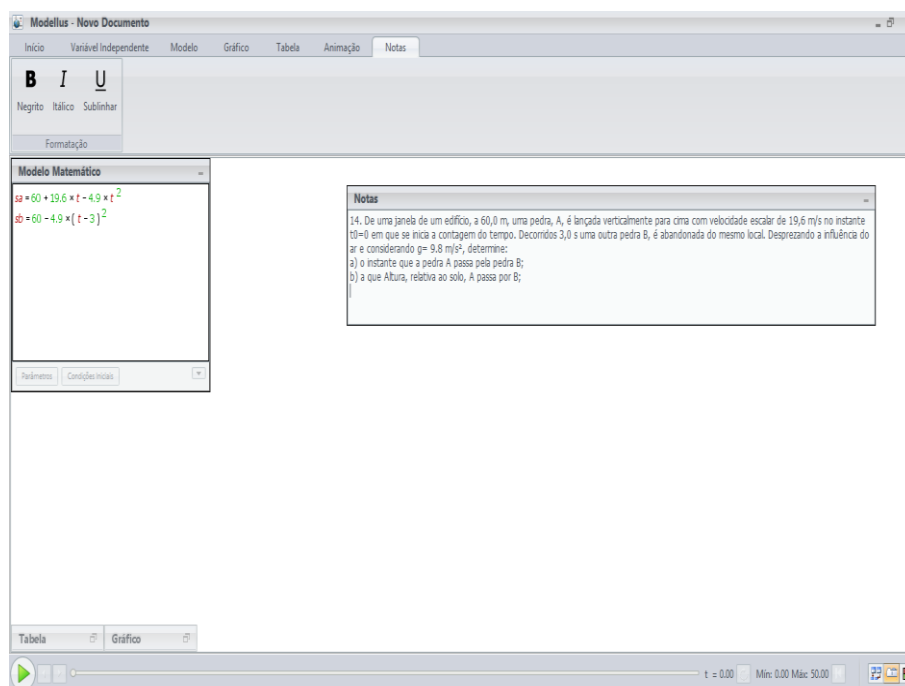


Figura 10: Modelo Matemático e Nota (enunciado).

Na figura 3 podemos visualizar no ícone propriedades do objeto clicamos em partículas e clicamos duas vezes dentro do console de simulação. Podemos observar pela figura 3 como aparecerá a aba na parte superior referente a partícula que acabamos de criar como:

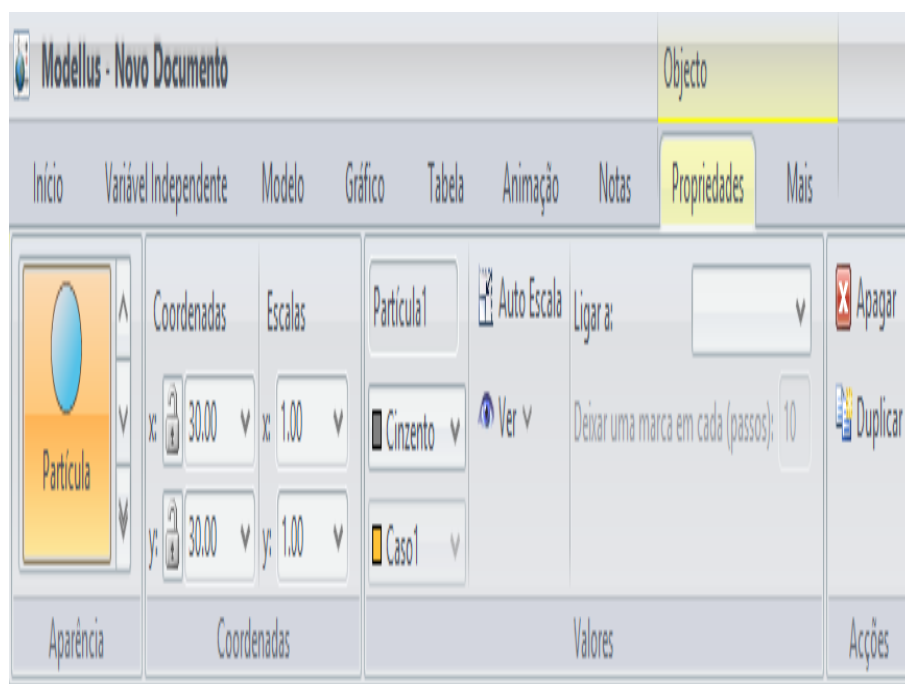


Figura 11: Propriedades da partícula criada.

Coordenadas: são essas que já estamos acostumados se você escolher x ela se movimenta na horizontal e y se moverá na Vertical. Escalas: é o tamanho que você quer que a

simulação apareça na tela do simulador. Neste local podemos substituir o nome partícula 1 pelo nome que escolhermos para objeto.

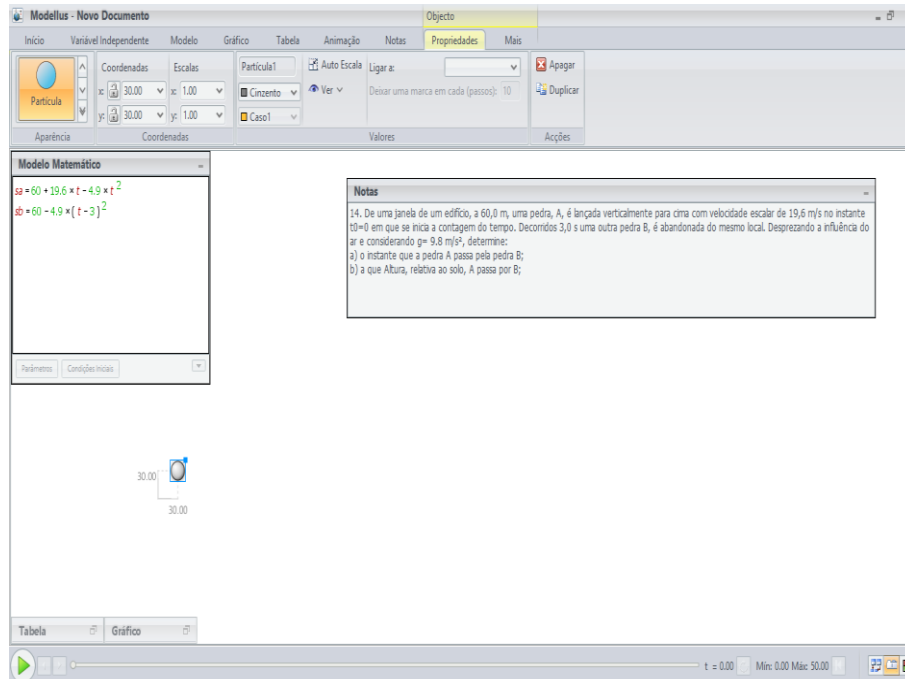


Figura 12: partícula inserida no console de simulação

Depois de inserida a partícula definiremos a coordenada que vamos trabalhar na simulação. Para o caso em questão, utilizaremos o eixo Y e, uma vez que não queremos movimento no eixo x a ele daremos um valor zero.

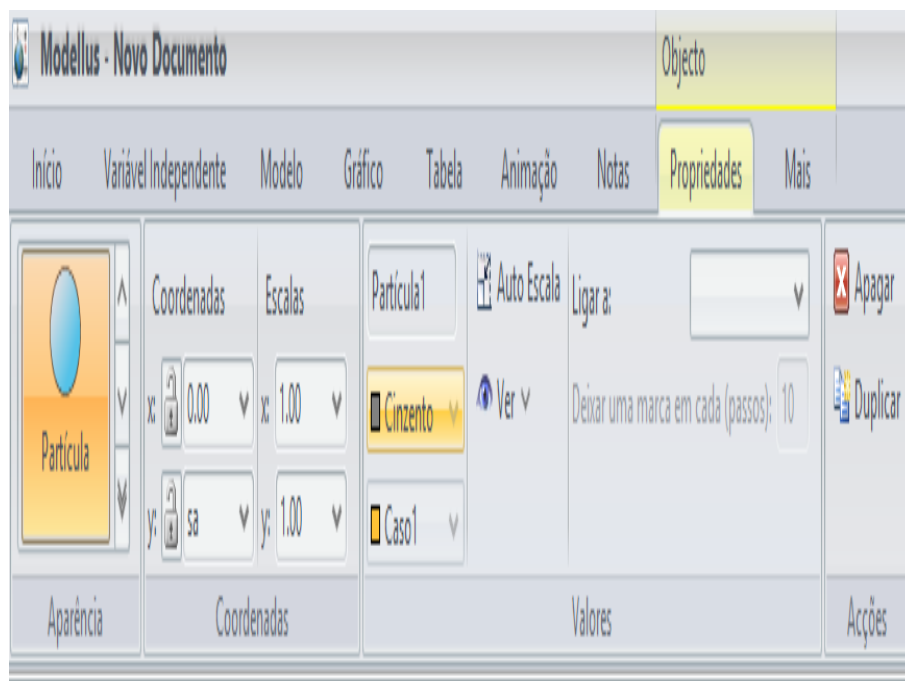


Figura 13: ícone depois de ajustada a coordenada Sa

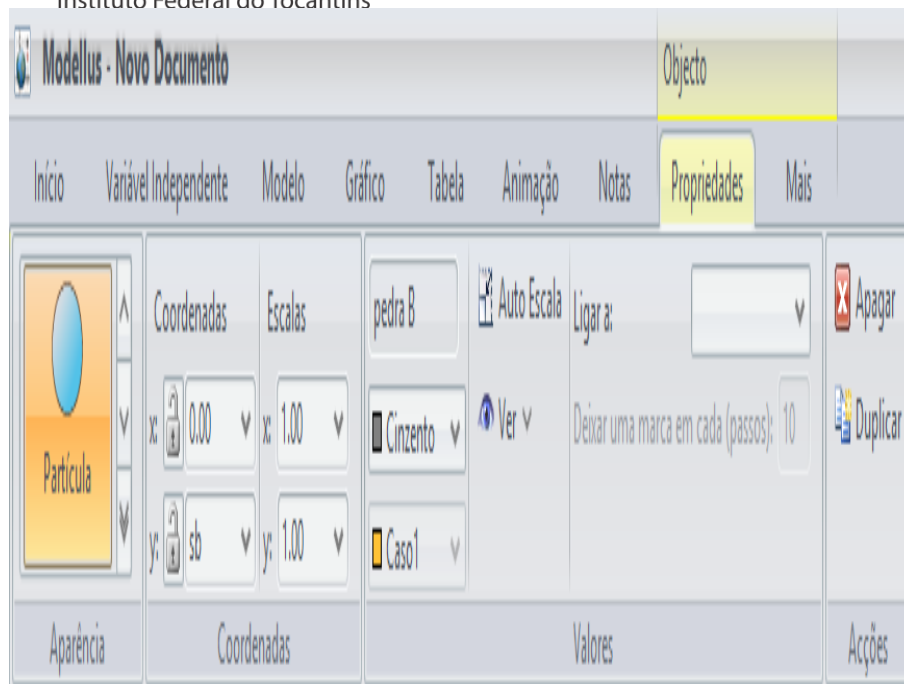


Figura 14: ícone ajustado a posição de b (S_b)

Na figura 6 e 7 podemos observar como ficou a coordenada y depois que ajustamos a coordenada a posição do objeto. Observem que não alteramos nem escala nem o nome da partícula, que será feito posteriormente pois isso não influenciará na modelagem matemática da simulação. Na figura 6 observaremos como ficou nossa partícula depois que definimos que as coordenadas x e y ou seja posição em que a pedra A ficará no eixo y .

Como são duas pedras agora repetiremos o processo para pedra B novamente clicaremos em animação, partícula e definiremos agora para essa partícula equação 2 para sua posição. Toda vez que clicarmos em cima do objeto aparecerão dados referentes ao objeto selecionado, que poderemos alterar quando quisermos.

Uma vez inseridas as partículas e suas funções horárias a simulação pode ser iniciada clicando-se no botão Play situado no canto inferior esquerdo da figura 7: Um fato interessante ocorre quando rodamos a simulação, uma vez que ambas partículas começam a se movimentar simultaneamente, o que não está de acordo com o fenômeno descrito no enunciado da questão. Esse é um questionamento que pode ser levantado em sala de aula, e que dificilmente seria percebido quando ficamos limitados à resolução matemática do problema. Com auxílio do simulador percebe-se que há um erro cabe ao professor identificar e corrigi-lo.

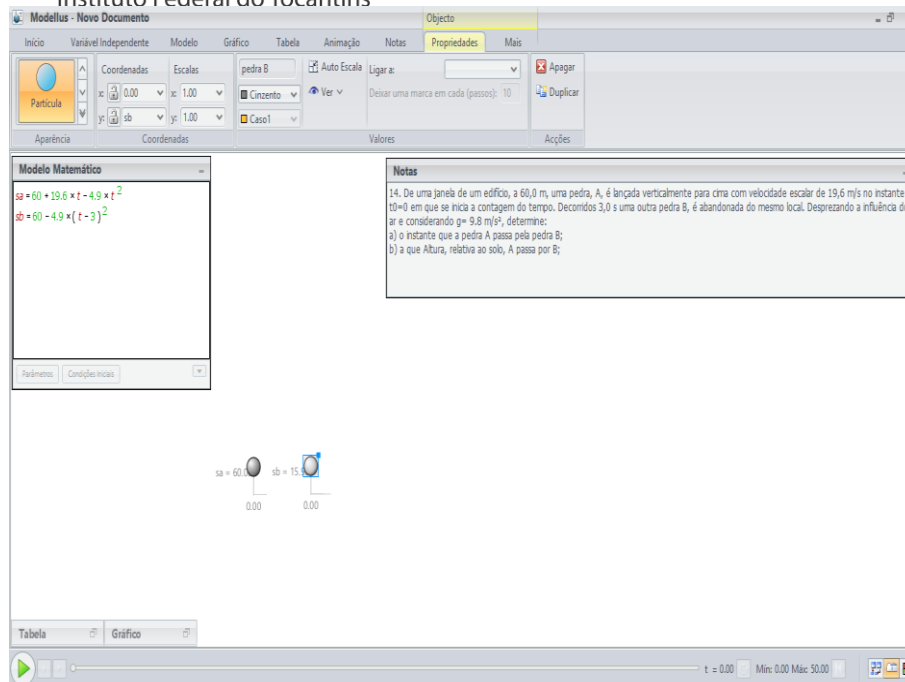


Figura 15: Duas partículas inseridas e ajustadas.

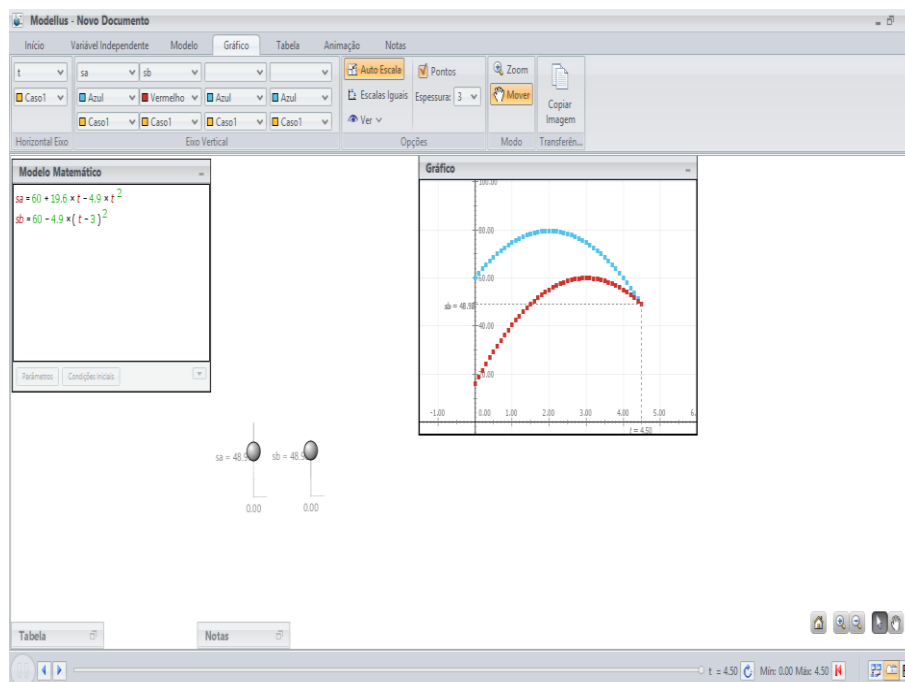


Figura 16: Simulação executada apenas com equações que encontramos com ferramenta matemática.

Outra importante ferramenta é a construção simultânea do gráfico à medida que a simulação transcorre. O erro fica explicitamente claro quando observamos os gráficos na figura 9. Esse gráfico Construído pelo programa e através dele podemos observar que as duas partículas estão se movendo de forma parabólica e que não há um retardo do movimento.

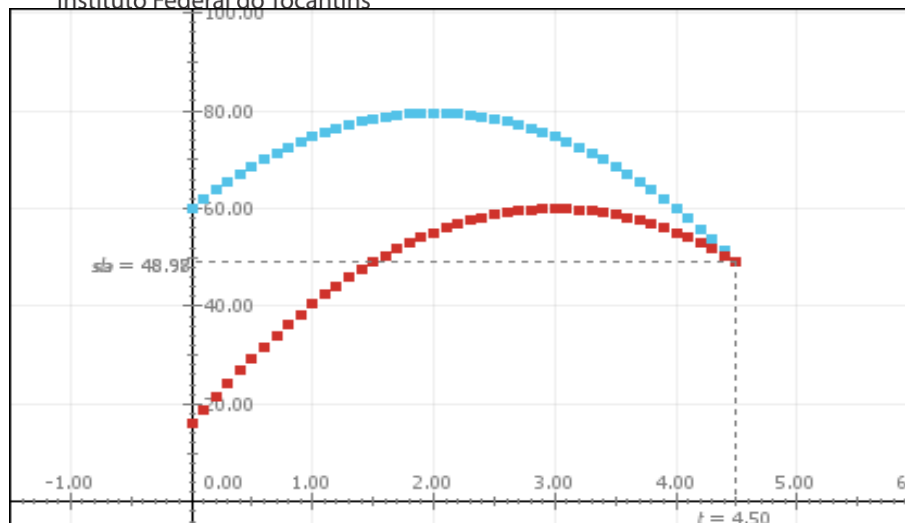


Figura 17: Gráfico construído pelo Modellus para equações fornecida.

Um ponto importante e que poderá gerar profundas discussões em sala de aula é como realizar a correção da trajetória da partícula B. Para isso, utilizamos do Modellus uma ferramenta de condições presente na aba modelo figura 10.

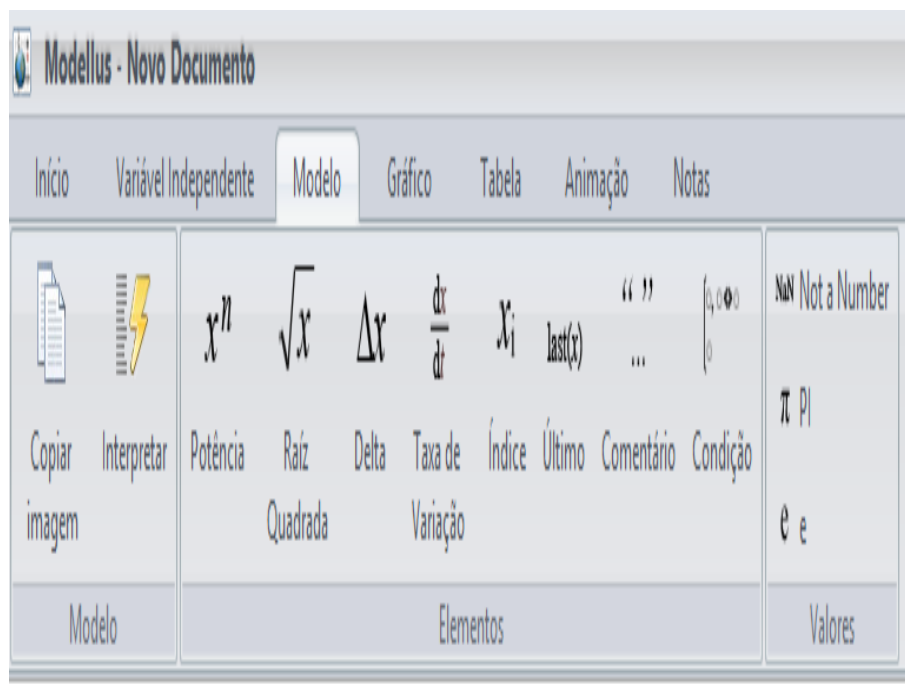


Figura 18: ferramenta para inserir condições

Uma condição que pode resolver o problema da função horária da partícula B, dada pela equação 2.

$$t1 = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ t - 3 & t \geq 0 \end{cases}$$

$$Sb = 60 - 4.9(t1)^2$$

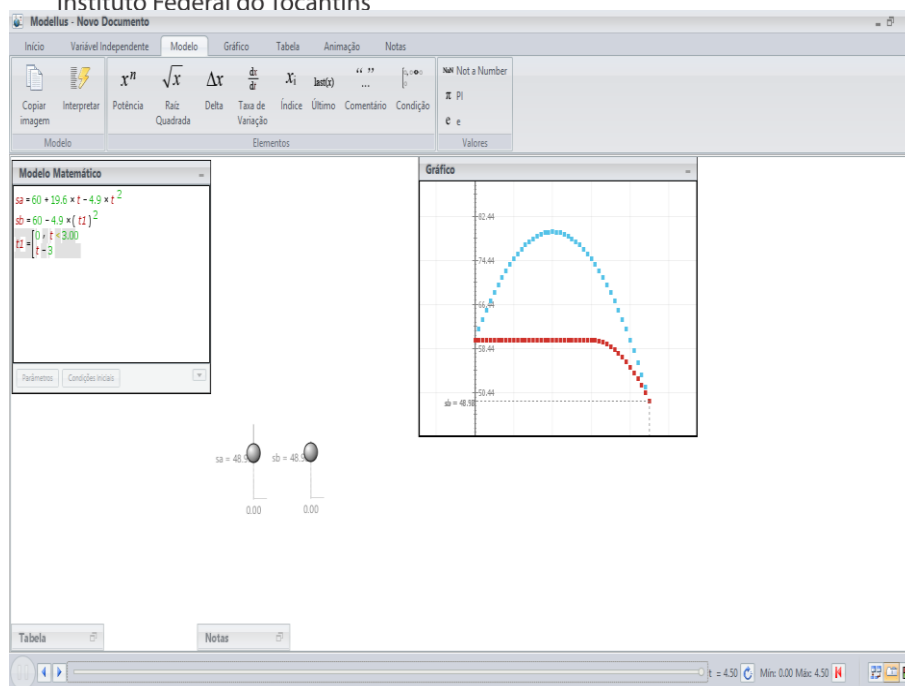


Figura 19: modelagem depois de respeitado as condições do fenômeno

Pode-se perceber que necessitamos de mais do que as equações, foi necessário entender o fenômeno para criarmos uma condição para que o movimento ocorresse de forma correta. O gráfico agora é diferenciado do que tínhamos anteriormente; conforme se pode ver pela figura 11.

4. CONCLUSÕES

A modelagem computacional leva os alunos a perguntas que dificilmente fariam sem o auxílio da simulação deixando-o mais crítico e com uma maior condição de entendimento sobre o fenômeno que está ocorrendo. Dificilmente estes alunos conseguiriam entender um movimento como o que foi descrito. Sem este auxílio, mesmo a execução de um simples experimento em sala, por exemplo jogando o apagador e o giz como sendo as partículas A e B não seria suficiente para uma compreensão do fenômeno e, conseqüentemente, uma aprendizagem significativa. Podemos encontrar curso completos no site: fisicanalixa.blogspot.com.

Modelar leva ao crescimento tanto do aprendizado do aluno como do professor pois, quando estamos modelando um problema o Modellus se comporta como se fosse um aluno que você está ensinando. Ele requer que você explique para ele como será modelado a questão e se explicarmos direitinho o que ele quer saber os resultados não serão o que esperamos. Assim, ao simularmos, não só trabalhamos nosso conhecimento matemático mas, somos colocados a prova que conseguimos realmente entender o fenômeno.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2002a.

[3] I.S. Araújo, **Simulação e Modelagem Computacional como Recursos Auxiliares no Ensino de Física Geral**. Tese de Doutorado em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

[1] M.A. Moreira, **Teorias de Aprendizagem (EPU, São Paulo, 1999)**. O uso do *software* Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica.

[2] M.A. Moreira, **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula** (Editora Universidade de Brasília, Brasília, 2006).



ANEXO II



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de pesquisa: O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DA FÍSICA

Modellus aplicado a resolução de Exercícios Livro Didático no ensino médio.

Pesquisador: Joel dos Santos Godinho, licenciando em Física. Ademar de Paula, Mestre em física teórica

E-mail: neromineiro@gmail.com

Telefone: (63) 84895485

Endereço:

Informações sobre a pesquisa:

Eu, Joel dos Santos Godinho responsável pela pesquisa Modellus aplicado a resolução de Exercícios Livro Didático no ensino médio. Estou fazendo um convite para você participar como voluntário deste estudo.

Esta pesquisa pretende Verificar a aplicação do Modellus como fermenta de Ensino. Acreditamos que ela seja importante porque com auxílio de modelagens computacionais podemos proporcionar ao aluno uma aprendizagem significativa. Para sua realização será feito o seguinte: após o professor terminar a resolução da questão no quadro utilizaremos o modellus para realização da modelagens das equações encontrada dando movimento as equações ligando essas a imagens do dia a dia do aluno. Sua participação constará de participação voluntária.

Não haverá nenhum tipo de desconfortos, riscos ou custos em sua participação e os benefícios que esperamos como estudo são proporcionar ao professor uma alternativa de ensino rápida fácil e acessível para proporcionar uma melhor aprendizagem dos fenômenos estudado.

É importante esclarecer que, durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com o pesquisador.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão utilizadas para fins acadêmicos e divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Autorização:

Eu, _____, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha

Participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa,



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

Assinatura do voluntário ou de seu representante legal

Assinatura de uma testemunha

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário (**ou de seu representante legal, quando for o caso**) para a participação neste estudo.

Dados dos pesquisadores: Joel dos Santos Godinho, licenciando em Física. Ademar de Paula, Mestre em física teórica
E-mail: neromineiro@gmail.com Telefone: (63) 84895485

Nome, Endereço, Telefone, endereço eletrônico.

Palmas _____, de _____ de _____.

Assinatura do acadêmico