



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**INSTITUTO DE FÍSICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM ENSINO DE FÍSICA**

**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**USO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS COMO FERRAMENTAS  
AUXILIARES NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE CINEMÁTICA**

**JÚLIO CÉSAR SOUZA MARQUES**

**BRASÍLIA**

**2015**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**INSTITUTO DE FÍSICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM ENSINO DE FÍSICA**

**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**USO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS COMO FERRAMENTAS  
AUXILIARES NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE CINEMÁTICA**

**JÚLIO CÉSAR SOUZA MARQUES**

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim a ser apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física – Área de Concentração “Física na Educação Básica” pelo Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília.

**BRASÍLIA  
2015**

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

JÚLIO CÉSAR SOUZA MARQUES

### **USO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS COMO FERRAMENTAS AUXILIARES NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE CINEMÁTICA**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física – Área de Concentração “Física na Educação Básica” pelo Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília.

Aprovada em

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim  
(Presidente)

---

Prof. Dr. Sebastião Ivaldo Carneiro Portela  
(Membro externo não vinculado ao programa – SEDF)

---

Prof. Dr. Ademir Eugênio de Santana  
(Membro interno vinculado ao programa – IF UnB)

---

Prof. Dr. Sérgio Costa Ulhoa  
(Membro interno não vinculado ao programa – IF UnB)

## FICHA CATALOGRÁFICA

MARQUES, Júlio César Souza.

Física – Uso de planilhas eletrônicas como ferramentas auxiliares no ensino-aprendizagem de cinemática / UnB, Brasília, 2015.

81 P.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Instituto de Física/Química.

Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física.

1. Educação em Ciências. 2. Ciências – Estudo e Ensino. 3. Interdisciplinaridade. 4. Química e Física. 5. História e História da Ciência. 6. Ensino de Ciências – Pesquisa – Universidade de Brasília.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus. À minha esposa Glei e meus filhos Álvaro e Giulia, por serem os pilares da minha vida. Agradeço, também, aos meus parentes, meus amigos e meus pais, que sempre me apoiaram. Minha mãe pelo amor que sempre me ofertou. Não poderia deixar de citar o meu orientador Ronni, pela amizade e pelo papel decisivo nesse trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus a quem devo minha existência.

À Capes pelo suporte financeiro.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela idealização do MNPEF.

Ao Instituto de Física da UnB.

À todos os meus professores que me apoiaram.

Aos familiares que de alguma forma me incentivaram.

À todos os demais colegas que direta ou indiretamente tenha contribuído para a conclusão deste trabalho.

*“Não te mandei eu? Sê forte e corajoso; não temas, nem te espantes, porque o Senhor, teu Deus, é contigo por onde quer que andares”.*

*(Bíblia Sagrada, Josué 1:9)*

*”Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”*

*(Paulo Freire)*

## RESUMO

MARQUES, Júlio César Souza. **Uso de planilhas eletrônicas como ferramentas auxiliares no ensino-aprendizagem de cinemática.** 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília – Brasília, 2015

Neste trabalho apresentamos um produto educacional direcionado ao ensino de cinemática no Ensino Médio. O material produzido consiste num programa de computador baseado em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel, conciliado a roteiros de aplicação. Os conteúdos abordados no produto didático são: movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado e movimento com aceleração variável. No material estabelece-se a perspectiva de se estudar fenômenos físicos com aceleração variável sem a necessidade de se conhecer cálculo diferencial e integral. O embasamento teórico do trabalho é dado pela teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. O material foi aplicado em três turmas de 1ª série do Ensino Médio de um colégio público localizado no Distrito Federal. Com este material, o conteúdo foi desenvolvido de uma forma mais atrativa, com maior participação e motivação dos alunos. Ao aplicar o material, constatamos que houve uma melhoria nas respostas aos questionários. As entrevistas realizadas com os estudantes evidenciaram que o material foi eficaz, pois os discentes relataram que se sentiram mais motivados e enfatizaram que apreciaram a experiência interativa propiciada pelo programa. Dessa forma, o produto educacional mostrou-se uma útil ferramenta no ensino de cinemática no Ensino Médio.

**Palavras-chave:** ensino de física; aprendizagem significativa, planilha eletrônica.

## ABSTRACT

MARQUES, Julio Cesar Souza. **Use of spreadsheets as a tool in the teaching-learning kinematics**. 2015 81 f. Thesis (MS ) - University of Brasilia - Brasilia, 2015

In this work we present an educational product directed to teaching of physics in high school. The material produced is a computer program based on Microsoft Excel spreadsheets, with applications scripts. The subjects covered in this educational project are: uniform rectilinear motion, uniformly varied rectilinear motion and motion with variable acceleration. The material establishes the prospect of studying physical phenomena with variable acceleration in high school level. The theoretical bases of this work is given by the theory of Ausubel about significant learn. The material was applied in three classes of first level of a public high school located at Federal District. By applying the didactic material, we detected that was an improvement in the responses of questionnaires. Interviews with students shown that the material was effective, because the students reported that they felt more motivated and enjoyed because the interactive experience provide by computer program. Thus, the educational product proved to be an education useful tool for teach physical concepts in high school.

**Keywords:** physics education, significant learning; spreadsheets.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem do programa Logo, exemplo do quadrado. ....	21
Figura 2. Imagem da tela de abertura do programa Modellus.....	23
Figura 3. Tela de abertura do programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS.....	39
Figura 4. Planilha do MRU – VELOCIDADE. ....	40
Figura 5. Planilha do MRU – ESPAÇO. ....	41
Figura 6. Planilha do MRUV – ACELERAÇÃO.....	42
Figura 7. Planilha do MRUV – VELOCIDADE.....	43
Figura 8. Planilha do MRUV – ESPAÇO. ....	44
Figura 9. Planilha do MV – ACELERAÇÃO VARIÁVEL. ....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Percentual de respostas da questão 1.....	48
Gráfico 2. Percentual de respostas da questão 2.....	49
Gráfico 3. Percentual de respostas da questão 3.....	50
Gráfico 4. Percentual de respostas da questão 4.....	50
Gráfico 5. Percentual de respostas da questão 5.....	51
Gráfico 6. Percentual de respostas da questão 6.....	52
Gráfico 7. Percentual de respostas da questão 7.....	53
Gráfico 8. Percentual de respostas da questão 8.....	53
Gráfico 9. Percentual de respostas da questão 9.....	54
Gráfico 10. Percentual de respostas da questão 10.....	55
Gráfico 11. Percentual de respostas da questão 11.....	55
Gráfico 12. Percentual de respostas da questão 12.....	56
Gráfico 13. Percentual de respostas da questão 13.....	57
Gráfico 14. Percentual de respostas da questão 14.....	58
Gráfico 15. Percentual de respostas da questão 15.....	59
Gráfico 16. Percentual de respostas do questionário de satisfação.....	60

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 O Ensino de Física e Suas Tecnologias: O que nos diz O PCN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Informática na Educação.....</b>	<b>18</b>
1.2.1. Linguagem logo .....	21
1.2.2. Modellus .....	23
1.2.3. Planilhas eletrônicas .....	23
<b>1.3. Integração Numérica: Método de Euler.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
<b>2.1. A Teoria da Aprendizagem de Ausubel.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO 3: PERCURSO METODOLÓGICO.....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO 4: O PRODUTO DIDÁTICO .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1. Apresentação do Produto .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2. Planilha do MRU – Velocidade .....</b>	<b>39</b>
<b>4.3. Planilha MRU – Espaço.....</b>	<b>40</b>
<b>4.4. Planilha MRUV – Aceleração.....</b>	<b>41</b>
<b>4.5. Planilha MRUV – Velocidade .....</b>	<b>42</b>
<b>4.6. Planilha MRUV – Espaço .....</b>	<b>43</b>
<b>4.7. Planilha MV – Aceleração Variável .....</b>	<b>44</b>
<b>4.8. Roteiro das Aulas.....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO 5: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE E .....</b>	<b>78</b>

## INTRODUÇÃO

Uma boa formação dos alunos no ensino médio tem início no ensino de ciências no fundamental, a contribuição desta disciplina tem um papel preponderante caso o Brasil tenha como meta caminhar em busca de avanços tecnológicos. Este é um fator importante já detectado nos PCNs (Brasil,1999). Visando contribuir com o desenvolvimento científico-tecnológico da nossa nação, diversas políticas públicas brasileiras estão sendo empregadas para promover melhorias nessas áreas do conhecimento. Podemos citar o programa Ciência sem fronteira cujo objetivo é promover o intercambio tecnológico e cultural, entre a nação brasileira e seus parceiros no resto do mundo, (Castro apud Lopes, 2014, p. 16) corrobora com essa ideia quando cita: “elevar a capacidade científica brasileira e aumentar o poder do setor produtivo nacional”. O SISU (BRASIL, 2013), o ENEM (BRASIL, 2015), o PROUNI (2014) e o PRONATEC (BRASIL, 2014b), são exemplos de programas criados para facilitar e incentivar o acesso ao ensino técnico e superior, sobretudo dos indivíduos quando concluintes do ensino básico na rede pública de ensino brasileira.

Quando se avalia em nível nacional, temos encontrado um baixo rendimento dos alunos da rede pública. Esse índice é ainda mais alarmante quando se mede o rendimento em matemática, disciplina fundamental para o ensino de ciências. As ações do poder público brasileiro devem estar centradas na busca por melhorias, essencialmente para o ensino público, caso se queira mudar esta realidade.

O ensino de Física, na maioria das instituições brasileiras, ainda acontece fundamentado numa metodologia em aprendizagem mecânica e em processos de reprodução e repetição de procedimentos memorizados. Especificamente para o ensino de física básica, observa-se uma ênfase na resolução de exercícios baseados na aplicação de "fórmulas". No contexto da comunidade dos docentes, observa-se o posicionamento institucional a favor de mudanças no processo de ensino de física, conforme percebemos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), onde o ensino de física é caracterizado como mera aplicação de fórmulas na resolução de problemas diversos (BRASIL, 1999). Um trabalho que

corroborar com este pensamento é de autoria de MCDermott (1993, p. 295) que atesta:

O critério mais utilizado no ensino de Física como uma medida do domínio de um conteúdo é o desempenho em problemas padrão quantitativos. Como as notas finais nas disciplinas atestam, muitos estudantes que concluem um curso introdutório típico podem resolver satisfatoriamente esses problemas. No entanto, eles frequentemente são dependentes de fórmulas memorizadas e não desenvolvem uma compreensão funcional da física, isto é, a habilidade de fazer o raciocínio necessário para aplicar os conceitos e os princípios físicos apropriados em situações não encontradas previamente.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam uma orientação para um ensino de física que produza uma aprendizagem residual, após o processo instrucional, que permita ao estudante "lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais,..." (Brasil, 1999):

Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem.

Outro fator que desfavorece os estudantes no aprendizado de física diz respeito ao rigor matemático adotado nas aulas. O uso, muitas vezes inevitável, de formalismo matemático pode aborrecer quem não se sente adequadamente preparado. Como consequência, para o professor, a tarefa de ensinar se torna árdua. Assim, nota-se que é extremamente necessário procurar meios que tornem o processo ensino-aprendizagem mais atrativo. Nesse processo, os computadores disponíveis atualmente em grande parte das escolas e na maioria das residências, podem contribuir para esse objetivo.

Valente diz ainda:

A mudança pedagógica que todos almejam é a passagem de uma Educação totalmente baseada na transmissão da informação, na instrução, para a criação de ambientes de aprendizagem nos quais o aluno realiza atividades e constrói o seu conhecimento. (VALENTE, 2012, p. 31).

Diante de uma sociedade em crescente mutação, o papel do professor não deve ser apenas de mero transmissor de informações, esse papel caminha para que o professor seja um facilitador da aprendizagem, embora, em alguns momentos, seu papel seja simplesmente o de fornecer informações para os alunos. A preocupação

do professor deve ser também de auxiliar o processo de construção do conhecimento do aluno, o qual se dá por um processo de depuração do conhecimento que o aluno já possui. Estratégias de ensino que contribuam por permitir a reflexão e a crítica devem fazer parte do cotidiano do aluno, sendo que o professor deverá ser um desafiador em manter vivo o interesse do aluno em continuar a buscar novos conceitos e estratégias de uso desses conceitos.

Sendo assim, o presente trabalho traz os resultados de uma pesquisa aplicada em escolas públicas de ensino médio. Este projeto visa estudar como as planilhas de Excel podem auxiliar no ensino do MRU, MRUV e de situações em que a aceleração é variável, facilitando na compreensão de determinados fenômenos, de forma a fugir do processo tradicional de ensino. É relevante destacar que esta pesquisa é um requisito do curso de Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física, que está em curso no Instituto de Física da Universidade de Brasília.

Nessa perspectiva este trabalho está estruturado da seguinte forma: no capítulo 1 apresentamos a revisão da literatura; capítulo 2 o referencial teórico; no capítulo 3 oferecemos o percurso metodológico; no capítulo 4 destacamos o produto didático; no capítulo 5 à discussão dos resultados e no capítulo 6 apresentamos a conclusão.

## **CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA**

Neste capítulo, apresentamos a revisão de literatura que fomentará a pesquisa e as discussões sobre o uso de planilhas eletrônicas no ensino de Física que faremos no decorrer do trabalho. Sendo assim, o ponto de partida da nossa construção serão as ideias contidas no PCN sobre o ensino de Física e o uso da informática, permeando o uso da informática na educação. Citaremos alguns casos onde a utilização das tecnologias pertencentes aos computadores foi eficaz na aprendizagem de variados conceitos, não somente em Física, como também nas disciplinas de Química e Matemática. Por fim, recordaremos o leitor das ideias do método de Euler para se resolver numericamente uma equação diferencial, tendo em vista que essa ferramenta embasou as planilhas sobre movimento sobre aceleração variável.

### **1.1 O Ensino de Física e Suas Tecnologias: O que nos diz O PCN**

Com a lei de diretrizes e bases da educação nacional (LDB/1996) e com os parâmetros curriculares nacionais (PCN/1998), o ensino brasileiro vem passando por grandes reformulações. Essas reformulações surgem desde 1996 impulsionadas por uma crescente demanda por escolarização e pela denominada revolução técnico-industrial.

Uma revolução na informática se inicia acompanhada por novas tecnologias capazes de influenciar tanto a indústria quanto a educação, o ensino é pressionado a buscar mudanças radicais na área do conhecimento. Visando a formação dos cidadãos, novos parâmetros educacionais são elaborados, tendo em vista o volume de informações que emergem influenciados pelas novas tecnologias.

O PCN+ propõe para o ensino médio, a formação geral, em oposição à formação específica; os alunos precisam desenvolver a capacidade de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; assim como a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização.

A ideia central expressa na nova Lei, e que orienta a transformação, estabelece:

[...] o ensino médio como a etapa conclusiva da educação básica de toda a população estudantil e não mais somente uma etapa preparatória de outra etapa escolar ou do exercício profissional. Isso desafia a comunidade educacional a pôr em prática propostas que superem as limitações do antigo ensino médio, organizado em termos de duas principais tradições formativas, a pré-universitária e a profissionalizante. (Brasil, 2000, p. 3 )

Outra proposta que surge a partir do PCN é a divisão em áreas do conhecimento para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias; Ciências humanas e Códigos e linguagens, as quais servem para organizar e articular as disciplinas. Busca-se garantir a formação geral dos cidadãos, nesse sentido, torna-se necessário que as disciplinas desenvolvam uma ação interdisciplinar e uma ação conjunta, e não mais solitária como acontecia no antigo ensino médio. Essa ideia é evidenciada no seguinte parágrafo:

Mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos, estar formado para a vida, num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, significa saber se informar, se comunicar, argumentar, compreender e agir, enfrentar problemas de qualquer natureza, participar socialmente, de forma prática e solidária, ser capaz de elaborar críticas ou propostas e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado. Uma formação com tal ambição exige métodos de aprendizado compatíveis, ou seja, condições efetivas para que os alunos possam comunicar-se e argumentar, deparar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los, participar de um convívio social que lhes dêem oportunidade de se realizar como cidadãos, fazer escolhas e proposições, tomar gosto pelo conhecimento, aprender a aprender (Brasil, 2000 – p. 3-4).

Já o PCN (Brasil, 1999, p. 77) reforça a interdisciplinaridade para o ensino médio, e que ela seja trabalhada a partir de uma relação entre o pensamento e linguagem, de tal forma que os conceitos e as palavras (ou linguagens) características em cada componente curricular, sejam essencialmente interdisciplinares.

As linguagens presentes na escola – verbais, visuais, sonoras, matemática, corporais ou outras – são por natureza, interdisciplinares e dão significados aos conhecimentos, e estes por sua vez constituem os conhecimentos presentes nos conteúdos curriculares capazes de contribuir para a aprendizagem das disciplinas.

A interdisciplinaridade tem a pretensão de unir os diferentes pontos de vista pertencentes às diversas disciplinas, de utilizar os conhecimentos ou saberes escolares para facilitar a resposta de problemas concretos ou compreender

determinados fenômenos, ou ainda pretende ajudar aos estudantes a encontrar respostas às questões e problemas contemporâneos.

A contextualização também surge com uma ferramenta que possibilita a interação tanto das disciplinas nucleadas quanto entre as áreas de nucleação propostas pelo PCN. Essa ideia fica evidenciada no trecho:

A contextualização pode ser um recurso para conseguir esse objetivo. Contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Na escola fundamental ou média, o conhecimento é quase sempre reproduzido das situações originais nas quais acontece sua produção. Por esta razão, quase sempre o conhecimento escolar se vale de uma transposição didática, na qual a linguagem joga papel decisivo. O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultura, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas. (Brasil, 1999 - p. 78).

Uma sugestão encontrada no PCN é a de que o ensino seja voltado para o desenvolvimento de competências. A mecânica, por exemplo, aponta para o desenvolvimento de competências que permita associar os movimentos das coisas que observamos, identificando os “motores” ou as causas, presentes nos carros, aviões, animais, objetos que caem ou mesmo no movimento do ar. O ensino deve encontrar estratégias que possibilitem desenvolver competências para lidar com aspectos práticos, concretos e macroscópicos e que ao mesmo tempo propiciem a compreensão de leis e princípios de regularidade, presentes nos princípios de conservação. Fornecendo, também, elementos para que os indivíduos tomem consciência da evolução tecnológica relacionada às formas de transporte ou do aumento da capacidade produtiva do ser humano. Segundo essa ênfase o estudo da mecânica dos movimentos pode tornar-se um tema estruturador (Brasil, 1999, p. 91).

O uso das tecnologias é um fator preponderante e capaz de integrar o conhecimento que é próprio de cada área do conhecimento, o que demonstra grande importância para uma educação geral a partir do ensino médio, quando os indivíduos já estão próximos de entrar no mundo do trabalho.

Essa ideia é defendida por Menezes (apud Brasil, p. 93) quando sugere a tecnologia:

[...] integrada às Ciências da Natureza, uma vez que uma compreensão contemporânea do universo físico, da vida planetária e da vida humana não

pode prescindir do entendimento dos instrumentos pelos quais o ser humano maneja e investiga o mundo natural. Com isso se dá continuidade à compreensão do significado da tecnologia enquanto produto, num sentido amplo.

O que não remete a inferir que a tecnologia aplicada ao ensino médio é um instrumento fundamental para ajudar a desenvolver o conhecimento que os indivíduos necessitam para desenvolver as competências e habilidades que necessitam tanto para o mundo do trabalho quanto para a vida.

## 1.2. Informática na Educação

No Brasil, as primeiras experiências que introduziram o uso do computador na educação foram de iniciativa das universidades, a partir dos anos 70. Em 1971 (Souza apud Valente, 2010) relata:

[...] foi realizado na Universidade Federal de São Carlos (SP) um seminário intensivo sobre o uso de computadores no ensino de Física, ministrado por E. Huggins, especialista da Universidade de Dartmouth, EUA (Souza, 1983). Nesse mesmo ano, o Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras promoveu, no Rio de Janeiro, a Primeira Conferência Nacional de Tecnologia em Educação Aplicada ao Ensino Superior (I CONTECE). Durante essa Conferência, um grupo de pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), acoplou, via modem, um terminal no Rio de Janeiro a um computador localizado no campus da USP.<sup>1</sup>

A partir dos anos 80, inclusive quando o computador se desenvolveu e tornou-se comercial, a informatização da educação brasileira tomou força e as ações passaram a ser coordenadas pelo MEC, o qual incentivou tanto a formação de professores nas escolas técnicas quanto à implantação de centros de informática educativas nessas escolas. A introdução da informática ao processo educacional brasileiro se diferencia de outros países, justamente pela política e propostas pedagógicas, que no Brasil sempre foram fundamentadas nas pesquisas realizadas entre as universidades e escolas da rede pública.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> VALENTE, José A. **O computador na sociedade do conhecimento**, MEC, Coleção informática para a mudança na educação. Disponível em <<http://www.faculdadesjt.com.br/tecnico/gestao/arquivosportal/file/O%20computador%20MEC.pdf>> Acesso em: Fevereiro/2015.

<sup>2</sup> Idem.

Esforços iniciais foram direcionados para garantir que a presença do computador na escola fosse encarada como um recurso auxiliar ao processo educacional e jamais como um fim em si mesmo. O computador deveria submeter-se aos fins da educação e não os determinar. Ele deveria também auxiliar o desenvolvimento da inteligência do aluno e de suas habilidades intelectuais.

O Brasil carecia de conhecimento técnico-científico na área tecnológica, as políticas públicas foram direcionadas para que as universidades incentivassem trabalhos de pesquisa na área de tecnologia educacional e produzissem trabalhos de especialização, tendo como parceria inclusive as escolas públicas.

Um dos objetivos foi a de fomentar a participação dos professores quanto ao desenvolvimento de softwares educacionais que pudessem ser aplicáveis ao sistema educacional brasileiro, cursos e treinamentos foram então ofertados aos professores para que dominassem os computadores e as novas tecnologias aplicáveis ao ensino das disciplinas.

O ritmo do progresso no mundo inteiro segue incentivando atualmente as pesquisas sobre o uso das tecnologias educacionais, pois esta realidade influencia os diversos segmentos da sociedade, exigindo tanto que as pessoas saibam trabalhar em equipe quanto sejam criativos.

O sistema escolar necessita, na medida do possível, evoluir para acompanhar este progresso, as escolas são incentivadas a criar projetos que utilizem o computador ou outras ferramentas, capazes de tornar os ambientes educacionais favoráveis à construção do conhecimento.

O processo educacional brasileiro se destacou por incentivar o desenvolvimento de atividades tanto por parte dos alunos quanto dos professores. Como exemplo, podemos citar a experiência do uso do computador como instrumento de mudanças pedagógicas profundas, fato que ocorreu na criação dos centros de informática educacionais (Cieds), a partir de 1988. Essas ideias são afirmadas por Nascimento (2007), ao escrever:

Além de atribuições administrativas, esses centros transformaram-se em ambientes de aprendizagem informatizados, integrados por grupos interdisciplinares de educadores, técnicos e especialistas. Cada Cied tinha como propósito atender alunos e professores de 1º e 2º graus e de educação especial, além de possibilitar o atendimento à comunidade em geral, constituindo-se num centro irradiador e multiplicador da tecnologia da informática para as escolas públicas brasileiras. (NASCIMENTO, 2007, p. 23)

Conforme podemos perceber nas ideias de Valente (2012), inferimos que quaisquer ações no sentido de se criar produtos educacionais que utilizem tecnologias aplicáveis ao ensino, estão de acordo com a ideia original de que as tecnologias tem o propósito de atender as necessidades específicas e gerais que demandam ao desenvolvimento de nossa sociedade.

Os planos curriculares e os projetos pedagógicos necessitam ainda explorar as múltiplas facetas em que a tecnologia é capaz de ser aplicada. Os indivíduos precisam adquirir conhecimentos e habilidades que são exigidos no mundo do trabalho. Um grande número de profissões, como a engenharia, arquitetura, escultura, pintura e teatro, por exemplo, se desenvolvem ancoradas as aplicações das tecnologias. Os PCNs (Brasil, 1999) apontam para que o ensino invista em projetos que desenvolva habilidades e competências aos indivíduos tanto para o mundo do trabalho quanto para desenvolver a cidadania.

Nesse arcabouço, Nogueira e Rinaldi (2000) relatam que o uso da informática no ensino vem crescendo bastante ao longo dos anos, sobretudo o uso de *softwares* instrucionais. Porém, esses autores alertam que a maioria dos *softwares* existente no mercado não é interativa, o que inviabiliza a proposição de questões subjetivas e discussão de conceitos, não proporcionando uma aprendizagem significativa. Eles relatam que os *softwares* limitam-se a simular alguma situação-problema ou a apresentar uma condição na qual o aluno verifica o acerto ou o erro ao responder questões objetivas.

Nogueira e Rinaldi (2000) apresentam as características que os *softwares* devem possuir para que o estudante alcance uma aprendizagem significativa. Primeiramente, as informações contidas nos *softwares* devem ser abordadas de forma diferente para cada aluno, pois cada aprendiz possui subsunçores distintos. A linguagem de programação também deve ser acessível, de preferência apresentada mediante uma interface gráfica inteligível. Além dessas duas premissas, os *softwares* devem apresentar recursos que possibilitem a interação do aluno, de forma que o aprendiz possa modificar alguma condição mediante a substituição de algum dado numérico, e possa observar e interpretar os resultados oriundos das modificações. Segundo os autores, esses fatores podem imbuir ao *software* um status de material potencialmente significativo.

No panorama das simulações, podemos destacar o trabalho de Medeiros e Medeiros (2002), no qual chamam atenção para as vantagens de se utilizar

simuladores no ensino de Física. Dentre as vantagens, podemos enumerar de forma sintética as seguintes: mediante o uso dos simuladores os estudantes podem testar as suas próprias hipóteses, pois esses instrumentos criam a possibilidade de interação com o fenômeno físico estudado; os simuladores tornam os conteúdos mais concretos; esses instrumentos acentuam a formação de conceitos e promovem a mudança conceitual. Os mesmos autores são enfáticos ao relatar que embora os simuladores sejam muito eficientes no processo ensino-aprendizagem, eles não substituem a experimentação real, ou seja, o contato do indivíduo com a natureza real, pois são muitas vezes simplórios e fechados, no sentido que as dificuldades inerentes de um processo experimental real não são vivenciadas pelo aprendiz.

Na sequência, apresentamos algumas experiências do uso da informática no ensino de ciências.

### 1.2.1. Linguagem Logo

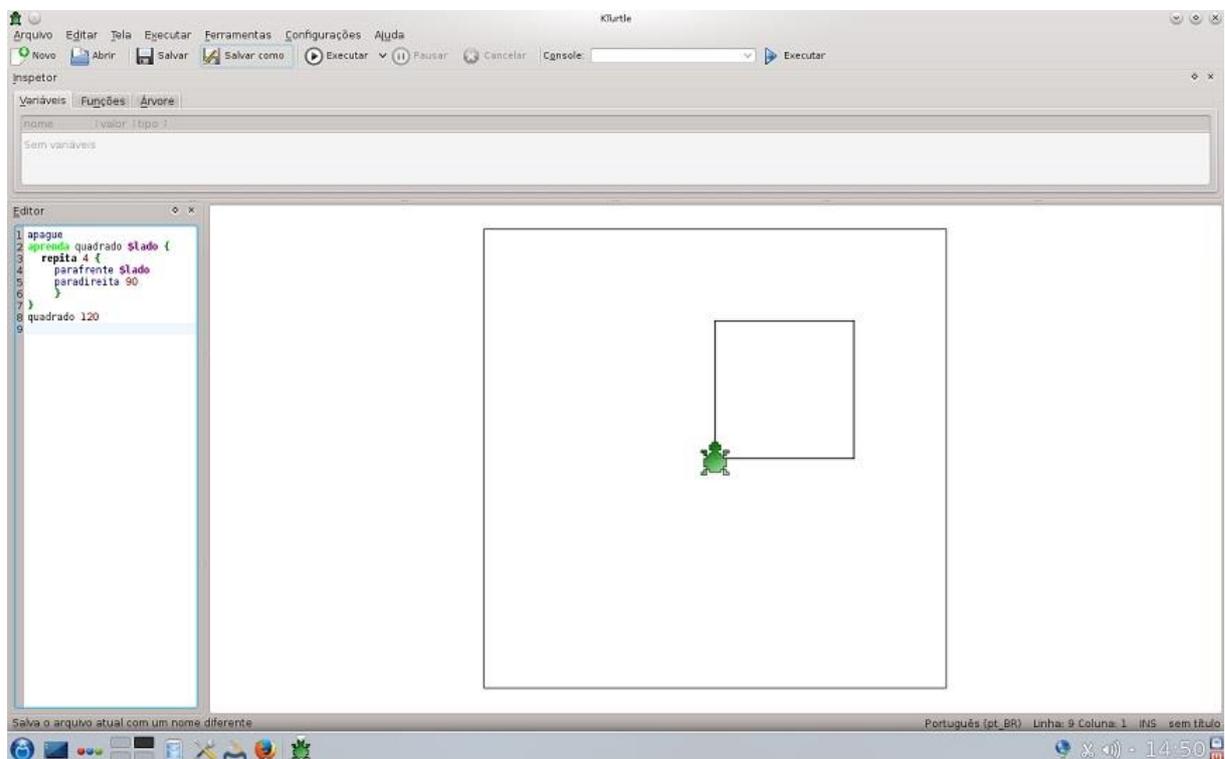


Figura 1: Imagem do programa Logo, exemplo do quadrado.

As pesquisas feitas sobre a aplicação e o desenvolvimento do Logo para o aprendizado em crianças e adolescentes com dificuldades de aprendizagem em

matemática foram iniciadas no Brasil em 1975, quando Seymour Papert e Marvin Minsky lançaram as primeiras sementes.

Quando em 1976 voltaram ao Brasil, ministraram seminários e participaram dos grupos de pesquisas cognitivas e aplicações da linguagem Logo para a educação.

Somente em 1983 é que esse grupo originou o Núcleo de Informática Aplicada à Educação.

O Logo se desenvolveu com forte base Piagetiana, o que o conduziu a uma importante ferramenta de investigação dos processos mentais em crianças; no Brasil essas pesquisas foram assumidas pelo Laboratório de Estudos Cognitivos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A partir dos anos 80 no Brasil, surgiram diversas iniciativas sobre o uso de informática com fins educacionais, o que impulsionou a partir daí o aumento do investimento por parte dos pesquisadores das universidades e o aumento dos investimentos financeiros por parte do governo, inclusive por que o objetivo era a disseminação da informática na sociedade de forma a contribuir com o desenvolvimento de todos os setores da nossa sociedade.

Essas ações incentivaram a criação de projetos com parcerias entre o Ministério da Educação e o Ministério de Ciência e Tecnologia, os quais realizaram concursos nacionais de *softwares* educacionais, e posteriormente viabilizaram a criação de cursos de especialização nos Centros de informática educacional.

Ferruzzi (2001) do “grupo de estudos de inteligência artificial aplicada à matemática” apresenta uma pesquisa aplicada no Instituto de Educação Infante Juvenil de Londrina-PR, como exemplo de aplicação da linguagem de programação LOGO. O projeto foi desenvolvido durante as aulas de informática, foram propostas atividades para as crianças as quais poderiam realizá-las utilizando uma linguagem de programa simples, característica desse programa, tais como “parafrente”, “paratras”, “paradireita”, “paraesquerda”, dentre outras, e que possibilitam o desenho de “quadrados”, “retângulos”, “círculos”, “flor”, etc.

O autor afirma que a linguagem LOGO é capaz de desenvolver diversas características, dentre as quais podemos citar: “APRENDER ENSINANDO”, pois a criança programa o computador sem saber que está lidando com uma linguagem de programação; “INTEGRAÇÃO DAS ATIVIDADES CORPORAIS COM AS INTELECTUAIS” as atividades da programação ajudam a criança a desenvolver a

lateralidade e o raciocínio; “CICLO DESCRIÇÃO – EXECUÇÃO – REFLEXÃO – DEPURAÇÃO” durante a execução de um projeto o aluno é capaz de programar uma ideia que queira desenvolver, o programa executa e a tartaruga “obedece” ele vê o desenho, analisa “reflete” e caso esteja errado pode ainda corrigir “depurar”.

Segundo estudos de Valente (apud Ferruzzi, 2001, p.4):

No processo de comandar a tartaruga para ir de um ponto a outro, estes conceitos devem ser explicitados. Isto fornece as condições para o desenvolvimento de conceitos espaciais, numéricos, geométrico, uma vez que a criança pode exercitá-los, depurá-los e utilizá-los em diferentes situações.

Finalizamos apresentando um trecho retirado das considerações finais apresentadas por Ferruzzi (2001, p. 7): “...Na entrevista concedida pela coordenadora do Instituto, esta afirma que os alunos que trabalham com o LOGO possuem mais facilidade no desenvolvimento de conceitos matemáticos em relação aos alunos que não tiveram esta oportunidade.” Ela destaca ainda o aspecto motivacional que o projeto causou aos alunos, segundo a análise das respostas das entrevistas realizadas com os pais.

### 1.2.2. Modellus

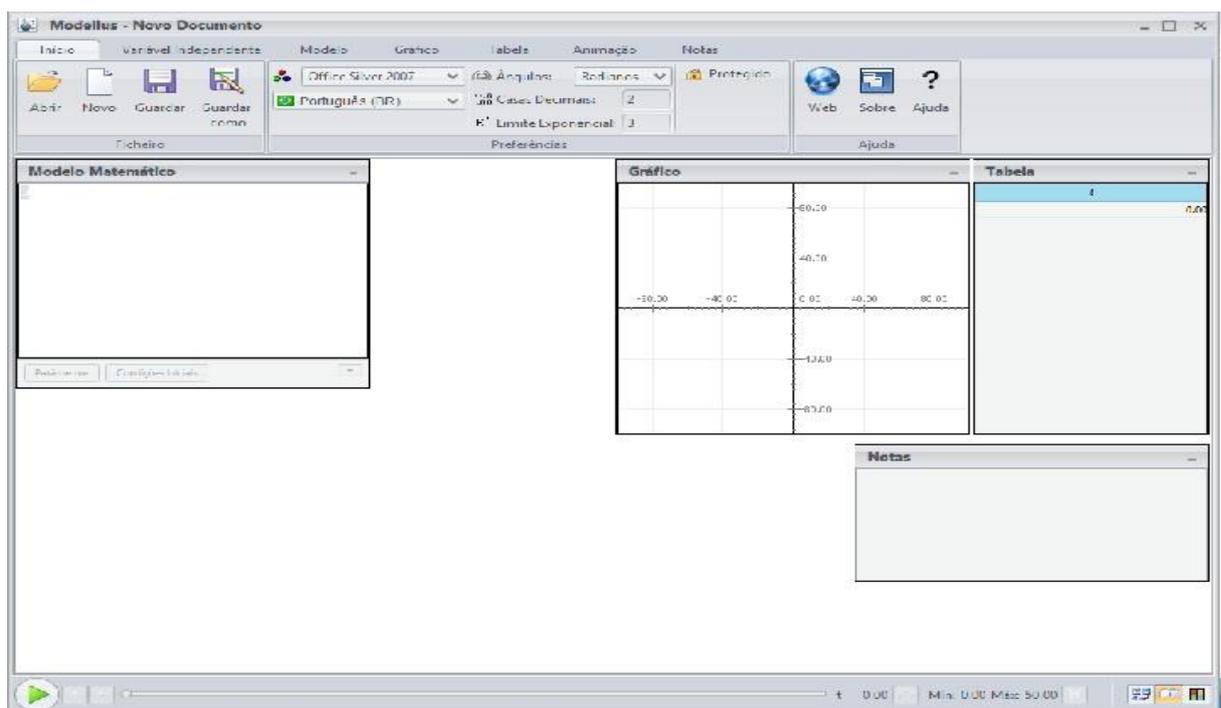


Figura 2: Imagem da tela de abertura do programa Modellus.

O *Modellus* é uma ferramenta de modelagem que permite ao aluno utilizar modelos matemáticos escritos na forma direta, sem uma linguagem de programação especial, e permite que ele interaja com as representações gráficas correspondentes em tempo real. O *Modellus* é bastante utilizado no ensino de Física, em diferentes contextos. Um dessas aplicações reside no trabalho de Teodoro (2004), o qual descreve como construir jogos didáticos baseados nas leis de Newton com o uso desse *software*. Outra aplicação é encontrada no trabalho de Araújo *et. al.* (2004), os quais utilizam o *Modellus* como complementação às aulas tradicionais de cinemática, e como o uso do *software* interpretam os gráficos intrínsecos ao estudo da cinemática. Outro trabalho interessante com o uso do *Modellus* foi realizado por Mendes *et. al.* (2012), os quais sugeriram o uso do *software* na integração entre teoria e experimento relativos a tópicos de mecânica.

### 1.2.3. Planilhas eletrônicas

Atualmente estamos na “era da informação”, período em que as tecnologias surgem e se desenvolvem rapidamente. A busca por novos conhecimentos será o grande diferencial neste momento em que a cada dia se torna mais competitivo.

O mundo em que vivemos está em constante mutação e exige uma maior interatividade entre os indivíduos. O computador é uma ferramenta dinâmica tendo em vista os diversos recursos que ele possui. Encontrar formas de aplicar esses recursos para o ensino escolar pode ser uma ferramenta útil e eficaz para o aprendizado.

Nas planilhas eletrônicas do Excel - Microsoft ou do calc – software livre, encontramos, por exemplo, recursos gráficos, fórmulas e tabelas, elementos que bem empregados podem ser tornar ferramentas úteis e aplicáveis ao ensino.

A seguir selecionamos dois trabalhos que apresentaram situações em que o uso do Excel é utilizado como modelo de uma ferramenta aplicável para o ensino médio.

O primeiro trabalho selecionado é a tese de mestrado apresentada por Souza Junior (2010). Neste trabalho é apresentado para um grupo de professores um

software educacional desenvolvido no Excel – Microsoft, denominado T Wanc, como recurso paradidático desenvolvido pelo autor com o objetivo de facilitar o ensino do conteúdo - tabela periódica da química geral.

Inicialmente o trabalho foi apresentado para um grupo de 6 professores que por um período puderam avaliar e propor sugestões para melhoria do programa. Essas sugestões contribuíram para o ajuste e melhoria do produto que foi produzido pelo autor.

Houve boa aceitação por parte dos professores em relação ao material apresentado, a análise foi a que este recurso facilitaria a aprendizagem da tabela periódica. A metodologia que fora proposta ainda não era encontrada em nenhum livro didático.

Vale ressaltar a contribuição que o autor cita em sua tese para a interdisciplinaridade e contextualização das atividades propostas, essa observação tem como base a participação dos professores e dos alunos tanto na fase de produção do material quanto no teste.

Ainda de acordo com Souza Junior (2010, p. 72), este aspecto é percebido na citação:

...recurso técnico-pedagógico atualizado em seu aspecto operacional, interativo e de fácil compreensão. Em outras palavras, transformou-se o conhecimento científico em conhecimento escolar, a partir do tratamento pedagógico dialógico, de modo a possibilitar ao professor novas escolhas didáticas e metodológicas, lúdicas, criativas e eficazes via tecnologia.

Apresentamos também a tese de Cóser Filho (2008), na qual é discutida a aplicação de uma pesquisa a alunos do 2º ano do ensino médio. Sua proposta foi ensinar matemática financeira com o auxílio de planilhas eletrônicas através do software calc - BrOffice.

O passo inicial foi ensinar aos alunos operar os recursos das planilhas eletrônicas. Como as tabelas e fórmulas poderiam ser utilizadas pelos alunos e as movimentações financeiras que seriam exploradas através do programa. Por exemplo, o programa calcula juros apenas digitando uma fórmula na célula da planilha.

Para os alunos foi proposta a resolução de problemas de matemática financeira e como se torna fácil utilizando-se as planilhas eletrônicas como um recurso. Os alunos foram divididos em grupos e puderam discutir entre si e também

com o professor, o desafio era que resolvessem os problemas criando tabelas como respostas.

A evolução dos alunos pode ser percebida quando se analisa as tabelas que eles apresentavam e à medida que se apropriavam dos recursos da planilha, problemas mais avançados puderam ser resolvidos.

O potencial de avanço da proposta foi percebido pelo autor à medida que os alunos se apropriavam dos conceitos e movimentações financeiras e conseguiam resolver problemas que somente eram resolvidos em cursos de graduação de ensino superior.

A resolução de problemas que aparecem nos livros didáticos de matemática somente apresenta uma fórmula como recurso para resolução. Utilizando as planilhas, estes mesmos problemas resolvidos contribuem para melhorar a percepção de conceitos, tais como juros e descontos e como se comportam em uma variação financeira ao longo de um período de tempo, por exemplo.

A conclusão do autor foi a de que o material apresentado é adequado ao ensino da matemática financeira, as planilhas, diálogos e respostas dadas pelos alunos demonstraram apropriação dos conceitos estudados. Foi perceptível também a evolução cognitiva que eles apresentaram ao longo do período de estudo.

Outro artigo que apresentamos é o de Barbosa *et. al.* (2006), o qual traz um exemplo da computação numérica como ferramenta para o professor de física no ensino médio.

Os autores propõem o emprego do computador como ferramenta para aprofundar o estudo de alguns conteúdos da física, sugerindo que no ensino médio alguns conteúdos são ensinados de forma superficial.

A proposta é de que o experimento do pêndulo simples seja trabalhado em conjunto com as planilhas eletrônicas do Excel. A utilização das planilhas eletrônicas possibilitou o aprofundamento do estudo do pêndulo e permitirá a resolução de um maior número de problemas, já que os alunos não dominam o cálculo diferencial e integral. Segundo o autor, a utilização das planilhas serve como introdução aos conceitos de cálculos numéricos, diferencial e integral.

### 1.3. Integração Numérica: Método de Euler

Nesta seção, apresentaremos o método de Euler, no sentido que esta ferramenta matemática constitui um item fundamental para a construção da planilha eletrônica que desenvolve a análise do movimento com aceleração variável. Esta seção é baseada no livro de Ruggiero e Lopes (1996).

O método de Euler é um método numérico utilizado na resolução de equações diferenciais. É um método de passo simples para a resolução de problemas de valor inicial (PVI).

Afim de construí-lo, considere o PVI:  $y' = f(x, y)$  ,  $y(x_0) = y_0$ . De acordo com o método de Euler, se conhecermos  $x_0$  e  $y_0$ , então sabemos calcular  $y'(x_0) = f(x_0, y_0)$ . Assim, a reta que passa por  $(x_0, y_0)$  com coeficiente angular  $y'(x_0)$ ,  $r_0(x)$  é conhecida:

$$r_0(x) = y(x_0) + (x - x_0)y'(x_0).$$

Escolhido  $h = x_{k+1} - x_k$ ,  $y(x_1) \approx y_1 = r_0(x_1) = y_0 + hy'(x_0)$ , ou seja,

$$y_1 = y_0 + hf(x_0, y_0).$$

O raciocínio é repetido com  $(x_1, y_1)$  e  $y_2 = y_1 + hf(x_1, y_1)$  e assim, sucessivamente, o método de Euler nos fornece

$$y_{k+1} = y_k + hf(x_k, y_k), \quad k = 0, 1, 2 \dots$$

Como exemplo, vamos analisar o PVI  $y' = y$ ,  $y(0) = 1$ . Vamos trabalhar com quatro casas decimais para aproximar  $y(0,04)$  com erro menor ou igual a  $5 \cdot 10^{-4}$ . Sabemos da teoria sobre séries de Taylor que o erro cometido numa aproximação de uma função por uma série é menor ou igual ao próximo termo da série, o que neste caso nos leva a escrever:

$$|\text{erro}(x)| \leq \frac{y'''(\xi_{x_n})}{2} h^2.$$

Assim, obtemos  $h \leq 0,0310$ . Escolhendo  $h = 0,02$  para trabalharmos com pontos igualmente espaçados, obtemos  $y(x_2) = 1,0404$ , enquanto a resposta exata para este problema é 1,0408. Este resultado demonstra a utilidade do método de Euler para solucionar equações diferenciais numericamente.

No próximo capítulo apresentaremos as ideias sobre aprendizagem significativa. Tais concepções embasaram as discussões contidas neste trabalho, bem como a construção e aplicação do produto educacional desenvolvido.

## CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. A Teoria da Aprendizagem de Ausubel

É fato observado pelo corpo docente que os alunos carregam bagagem de conhecimentos a cerca do mundo em que vivem, a grande maioria busca uma interação com os recursos tecnológicos da atualidade. Encontrar meios de explorar esses conhecimentos prévios e a curiosidade dos indivíduos pode ser um meio facilitador para a aprendizagem.

O presente capítulo baseia-se na teoria da aprendizagem significativa ou teoria da aprendizagem de Ausubel.

Segundo Moreira (1999, p. 152), a teoria de Ausubel apresenta-se primordialmente como uma teoria de aprendizagem cognitiva, para Ausubel a:

[...] aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura do cognitivo. [...] É a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização; ou, conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos. É o complexo resultante dos processos cognitivos, ou seja, dos processos por meio dos quais se adquire e utiliza o conhecimento.

Ausubel voltou sua atenção para a aprendizagem no dia-a-dia escolar, como ela ocorre na sala de aula. Em sua teoria afirma que os conceitos e ideias que o aluno apresenta é o fator isolado que mais influencia a aprendizagem. As novas ideias e informações que podem ser apreendidas ou retidas pelos alunos, tem que ser relevantes e inclusivas aos conceitos que os mesmos já possuam e pertencentes ao conhecimento pré-existente do individuo devendo, portanto, servir de ancoragem às novas ideias e aos novos conceitos que se deseje que ele aprenda (MOREIRA, 1999).

Ausubel (apud Moreira, 1999, p.153) apresenta o conceito de subsunção, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. E conclui que

a aprendizagem é significativa quando uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo, ou seja, trata-se da interação de uma nova informação com a estrutura do conhecimento específico.

Em física, por exemplo, partindo dos conceitos iniciais dos alunos presentes na sua estrutura cognitiva, estes podem servir como subsunçores para o aprofundamento de outros conceitos que ele possa vir a estudar. Estes conceitos então servirão como “ancoragem” para o desenvolvimento de uma nova informação que resultará no crescimento de um novo conceito subsunçor.

Em Moreira (1999), percebemos com maior clareza essa “ancoragem” quando os conceitos de força elétrica e campo elétrico, quando já existentes na estrutura cognitiva dos indivíduos, servirem como subsunçores para o desenvolvimento dos conceitos de força e campo eletromagnéticos no período em que forem trabalhados pelo professor.

Ausubel define também, a aprendizagem mecânica, para ele representa a aprendizagem com pouca ou nenhuma ancoragem a conceitos já pertencentes a estrutura cognitiva dos indivíduos. Neste caso a informação é armazenada de forma arbitrária. O novo conceito fica armazenado na estrutura cognitiva sem fazer uma relação com outros subsunçores prévios.

A aprendizagem mecânica pode ser útil até que o conhecimento se torne relevante e se torne significativo com alguma informação do cognitivo que possa ser ancorada, e passe a servir como subsunçor, ainda que pouco elaborado. Começando a aprendizagem se tornar significativa, esses subsunçores vão ficando mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.

Ele não considera estes dois tipos de aprendizagem como contrários, apenas afirma que: para uma aprendizagem significativa, uma nova informação não pode ser armazenada de maneira arbitrária, assim como a nova informação deve estar ancorada em subsunçores prévios da estrutura cognitiva dos indivíduos, permitindo então ampliar tanto conceitos relevantes quanto os novos conceitos que se formarão.

Também sugere o uso de organizadores prévios por parte dos professores: “organizadores prévios que são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si” (MOREIRA,1999, p.155). Esses organizadores devem ser introduzidos aos alunos à medida que se queira ensinar algum novo conceito em uma área de conhecimento que seja nova para os indivíduos.

Ausubel distingue ainda três tipos de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional, de conceitos e proposicional.

A aprendizagem representacional é definida como o processo que ocorre com a linguagem, ele diz que as palavras atribuem significado aos símbolos que elas representam. Esse tipo de aprendizagem está presente no “processo pelo qual novas palavras passam a representar para ele as ideias ou objetos correspondentes aos quais elas se referem” (Moreira, 1999).

Esse conceito é exemplificado também em Lopes:

Sendo assim, quando um estudante consegue atribuir significado à palavra elétron (um símbolo), que representa a partícula subatômica elétron (um objeto real), ao relacionar essa representação aos conhecimentos pré-existente em sua estrutura cognitiva poderá ocorrer a aprendizagem significativa representacional. Sempre que esse aluno se deparar novamente com a palavra elétron, haverá uma associação dessa palavra ao objeto real que corresponde à partícula subatômica e o aluno vislumbrará uma imagem do que sua estrutura cognitiva entende como elétron. (LOPES, 2014, p. 25) .

A Aprendizagem de conceitos pode ser definida como uma forma de aprendizagem representacional, porém os conceitos são genéricos ou categóricos e representam abstrações dos atributos essenciais a que se referem, ou seja, aprender os conceitos de forma a relaciona-lo aos significados, por exemplo, podemos citar a articulação dos alunos de forma não arbitrária aos símbolos “*variação da velocidade*” e “*intervalo de tempo*”, para compreender o significado do conceito “*aceleração*”.

Em relação a esse tipo de aprendizagem significativa proposicional, Ausubel diz:

Na aprendizagem proposicional, a tarefa de aprendizagem significativa não se reduz a aprendizado do que representam as palavras isoladamente ou à combinação das mesmas; refere-se antes de tudo, ao aprendizado do significado de novas ideias expressas de forma proposicional (AUSUBEL apud LOPES, 2014, P. 25).

A aprendizagem proposicional vai além de aprender os significados em forma de proposição, é aprender de forma significativa a utilizar leis e princípios; em outras palavras, o aluno quando aprende de forma não arbitrária conceitos que se relacionam, torna-se capaz de fazer proposições que os une. Por exemplo, para o aluno entender uma situação em que um motorista, em um trecho de uma estrada, pisa no acelerador do carro sempre com a mesma intensidade, porém, a velocidade do carro permanece constante, levando-se em consideração as forças de resistências, observa-se que nessas condições a velocidade pode aumentar ou

diminuir, uma resposta conclusiva se ancora no fato de a estrada apresentar subidas e descidas.

Quaisquer conceitos que se queira ensinar e que cheguem a um nível de proposição de modo significativo devem utilizar palavras e conceitos, e devem ser construídos com uma linguagem clara aos alunos. Além disso, tem de conter conhecimentos apreendidos de forma representacional como pré-requisitos. No exemplo citado anteriormente, podemos citar as palavras: “*referencial*”, “*movimento*”, “*repouso*”, dentre outras, como as ideias foram incorporadas ao cognitivo dos alunos. Assim, como o aluno já tenha construído em sua estrutura cognitiva os conceitos de “*velocidade*”, “*aceleração*”, entre outros, conceitos também já apreendidos por atividades de aprendizagem de conceitos, sendo assim, conceitos “ancoras” que propiciem entender como esses conceitos se relacionam e fazer proposições sobre as leis que eles pertençam.

*Assimilação* também é definido por Ausubel, como um processo em que se adquire e organiza os significados na estrutura cognitiva dos indivíduos, representa uma relação entre a forma como se adquire um novo conhecimento e como ele fica retido.

Moreira (1999, p.157) corrobora com essa ideia e apresenta o esquema:

Nova informação, potencialmente significativa → Relacionada a, e assimilada por → Conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva → Produto interacional (subsunçor modificado).

A aprendizagem significativa por assimilação representa então como uma nova informação se relaciona e interage com um conceito subsunçor e como auxilia a modificação dos dois, tanto a nova informação é assimilada quanto o novo conceito subsunçor é modificado.

A teoria Ausebiana, ainda classifica a aprendizagem em *subordinada*, *superordenada* e *coordenada*.

Uma aprendizagem subordinada define que uma nova informação interage com conhecimentos pré-existentes do cognitivo do indivíduo adquirindo assim um significado, ou seja, os subsunçores refletem uma relação de subordinação com as novas ideias.

Moreira (apud Lopes, 2014) afirma que essa aprendizagem condiz entre a interação e ancoragem em um conceito subsunçor, e que este também se modifica, leva a um processo denominado diferenciação progressiva. Veja a citação:

No curso da aprendizagem significativa, os conceitos que interagem com o novo conhecimento e servem de base para a atribuição de novos significados vão também se modificando em função dessa interação, i.e., vão adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente. Imagine-se o conceito de “conservação”; sua aquisição diferenciada em ciências é progressiva: à medida que o aprendiz vai aprendendo significativamente o que é conservação da energia, conservação da carga elétrica, conservação da quantidade de movimento, o subsunçor “conservação” vai se tornando cada vez mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos. Este processo característico da dinâmica da estrutura cognitiva chama-se diferenciação progressiva. (Moreira apud Lopes, 2014, p. 27 e 28).

Uma aprendizagem superordenada já é o inverso da subordinada, pois uma nova informação ou conceito aprendido de forma significativa, é mais geral que os conceitos pertencentes ao cognitivo dos indivíduos, esse novo conceito novo assimila então os conceitos subsunções. Os conceitos subsunçores passam a ser ideias específicas de um novo conceito que foi superordenado. Em Moreira (apud Lopes, 2014) encontramos:

[...] É o que ocorreria, por exemplo, se o aluno tivesse conceitos de campo elétrico e magnético claros e estáveis na estrutura cognitiva, os percebesse intimamente relacionados e reorganizasse seus significados de modo a vê-los como manifestações de um conceito mais abrangente, o de campo eletromagnético. Essa recombinação de elementos, essa reorganização cognitiva, esse tipo de relação significativa, é referido como reconciliação integrativa. (Moreira apud Lopes, 2014, p. 28)

Por último a aprendizagem combinatória ocorre em menor escala, quando conceitos novos não guardam relação nem por subordinação nem por superordenação com conceitos específicos pré-existentes. É como se a nova informação fosse potencialmente significativa e relacionável com a estrutura cognitiva de forma geral, porém não se relaciona com uma informação mais específica. Em outras palavras:

[...] Na aprendizagem combinatória, a nova ideia A é vista como relacionada às ideias existentes B, C e D, mas não é mais abrangente nem mais específica do qual as ideias B, C e D. Neste caso, considera-se que a nova ideia A tem alguns atributos essenciais em comum com as ideias preexistentes. (AUSUBEL apud LOPES, 2014, p. 29).

Ancorados nesses pressupostos apresentados por Ausubel e corroborados por Moreira, um material potencialmente significativo pode ser definido como aquele que pretende ensinar de forma a apresentar novas ideias e novos conceitos, que se relacionem aos conceitos subsunçores dos indivíduos e que possam ser retidos por assimilação, sendo assim uma nova estrutura do conhecimento que pode ser

modificada. Moreira afirma que essa aprendizagem ancorada, não está associada apenas à aquisição de novos conteúdos aos já existentes dos indivíduos, mas pode ocorrer por consequência de uma modificação da composição cognitiva particular do indivíduo.

Um material potencialmente significativo deve ser mediador no que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber sobre os novos conceitos. Ele deve servir como conector entre conhecimento já dominado pelo aluno e conteúdo a ser apreendido. Os softwares educacionais são exemplos de materiais que apoiam a aprendizagem, construídos para facilitar a aprendizagem significativa de ideias relevantes à compreensão de conceitos finais.

Neste ponto, destacamos as palavras de Davies (2002), segundo o qual, o uso de técnicas computacionais, como as planilhas eletrônicas, oferece um potencial sem limites para permitir que os estudantes entendam os princípios teóricos das Ciências Naturais. Ainda nesse arcabouço de discussão, podemos citar as palavras de Jimoyiannis e Komis (2001), os quais atestam que são poucos os alunos que desenvolveram uma significativa capacidade de abstração, e, conseqüentemente, um bom número de estudantes tem dificuldade em acompanhar certos tópicos do curso de Física. Nesse sentido, o uso das planilhas eletrônicas no ensino pode sanar essa falta de abstração e auxiliar na compreensão dos fenômenos físicos. Além disso, as planilhas eletrônicas também podem fornecer aos estudantes uma experiência direta, na qual eles poderão fazer e testar hipóteses, aproveitando a interatividade do recurso didático. E ainda, destacando as palavras de Nogueira e Rinaldi (2000), apresentadas no capítulo precedente, as quais apresentam as características que um software necessita possuir para ser caracterizado como material potencialmente significativo podemos incluir as planilhas eletrônicas neste rol.

Sendo assim, apresentamos neste um produto didático que utilize conceitos da mecânica, mais especificamente pertencentes à cinemática, quais sejam: espaço, tempo, velocidade e aceleração. Como detalharemos na sequência deste trabalho, partiremos de uma situação na qual os estudantes já tenham estudado o MRU e o MRUV, e por meio das planilhas desenvolveremos/reforçaremos esses subsunçores. E, na sequência do produto didático, apresentaremos uma planilha para estudo de alguns conceitos da dinâmica; mais especificamente, estudaremos o movimento com aceleração variável, analisando, por exemplo, as características de um salto de

paraquedas ou a queda de uma gota de chuva, buscando assim ampliar conceitos iniciais até chegar a conceitos mais complexos.

No próximo capítulo apresentaremos a metodologia que conduziu a pesquisa geradora deste trabalho.

## CAPÍTULO 3: PERCURSO METODOLÓGICO

Apresentamos neste capítulo a metodologia utilizada na pesquisa. E no próximo, apresentamos o produto didático elaborado, bem como uma narrativa sobre a sua aplicação, descrevendo de forma sucinta os contextos escolares em que o produto foi aplicado.

A metodologia desta pesquisa é “qualitativa”, pois segundo Ludke e André (1986), a pesquisa qualitativa se propõe a interpretar as informações de uma forma ampla, dentro do contexto no qual o problema de pesquisa está inserido. Envolve também a obtenção de dados predominantemente descritivos, enfatizando mais o processo do que o produto e se preocupando em retratar as perspectiva dos participantes da situação investigada.

Nesse sentido, analisamos o conhecimento prévio dos alunos sobre o MRU, MRUV e movimento com ACELERAÇÃO VARIÁVEL; e o conhecimento assimilado após a utilização do nosso produto didático: o programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS e roteiros de aprendizagem. Nessa pesquisa, analisamos também a impressão dos estudantes acerca da metodologia de ensino proposta, bem como aferimos o grau de satisfação dos estudantes em relação ao uso do recurso didático proposto.

A pesquisa foi realizada em uma escola pública de ensino médio, localizada na região administrativa do Gama/Distrito Federal. Foram selecionadas três turmas de primeiro ano. A escolha da turma foi aleatória e foi responsabilidade do autor deste trabalho, uma vez que se trata de uma escola em que o referido autor leciona a disciplina Física.

A metodologia da pesquisa foi conduzida por meio das seguintes etapas:

Na primeira etapa da pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os seguintes temas: história do uso de tecnologia para o ensino de física, uso de planilhas eletrônicas no ensino de ciências e a teoria sobre aprendizagem significativa de Ausubel.

A seguir foram elaborados: um programa desenvolvido utilizando a programação em Visual Basic para rodar no programa Microsoft-Excel, denominado ESTUDO DOS MOVIMENTOS para servir de apoio à aprendizagem ao ensino: do

MRU, MRUV e estudo de movimentos com ACELERAÇÃO VARIÁVEL. Em conjunto com o programa foram elaborados roteiros de aplicação (apêndice C, D e E), com o objetivo de direcionar o estudo de cada situação-problema do MRU, MRUV e movimento com ACELERAÇÃO VARIÁVEL. Os programas foram construídos com base nas planilhas de Excel. Na construção da planilha referente ao movimento com aceleração variável, utilizamos o método de Euler para resolver numericamente as equações diferenciais. O referido programa juntamente com os roteiros de aplicação, constituem o produto educacional desenvolvido nesta pesquisa.

Na sequência, um questionário constituído de 15 questões (apêndice A) foi elaborado e aplicado aos alunos antes da utilização do programa. No final da pesquisa o mesmo questionário foi reaplicado. Antes da primeira aplicação do questionário, foi realizado um teste-piloto de forma a calibrar este instrumento de medida.

Em seguida, elaboramos um roteiro de entrevista (apêndice B) de forma a abordar aspectos motivacionais do processo ensino-aprendizagem. Foram entrevistados no final, 30 (trinta) indivíduos participantes da pesquisa, uma amostra escolhida aleatoriamente.

Reservamos essa etapa à aplicação das aulas com auxílio do programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS. O produto foi aplicado em 2014. Foram escolhidas 3 (três) turmas aleatórias que totalizaram 60 (sessenta) alunos. Antes de iniciarmos as aulas com a utilização do programa, aplicamos primeiramente o questionário a todos os estudantes, de forma a mensurarmos os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conteúdos propostos, tendo em vista que neste momento os alunos já haviam tido aulas tradicionais sobre MRU, MRUV e sobre as leis de Newton. A seguir, em cada turma, foram dedicadas 6 (seis) aulas, sendo: 2 (duas) aulas para o estudo do MRU, 2 (duas) aulas para o estudo do MRUV e mais 2 (duas) aulas para o estudo do movimento com ACELERAÇÃO VARIÁVEL utilizando sempre o programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS como ferramenta de apoio. Após as aulas serem ministradas, o questionário foi reaplicado. No total foram dedicadas 6 (seis) aulas somente para a aplicação da pesquisa. Os questionários e a entrevista foram aplicados a parte deste total, antes e depois do estudo.

Por fim, foram realizadas: a leitura, a catalogação e a análise dos dados.

## **CAPÍTULO 4: O PRODUTO DIDÁTICO E APLICAÇÃO**

Apresentamos neste capítulo, de forma sucinta, o produto educacional desenvolvido. Conforma já explicitado antes, trata-se de um programa baseado na linguagem de programação Visual Basic e construído no Excel. No referido programa, o estudante trabalhará, utilizando planilhas eletrônicas, conteúdos relacionados à cinemática.

### **4.1. Apresentação do Produto**

Como mencionado anteriormente este programa foi desenvolvido utilizando a programação em Visual Basic para rodar no programa Microsoft-Excel, denominamos o programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS.

Em conjunto com este programa desenvolvemos uma sequência de atividades de maneira lógica – roteiros de aplicações (apêndice B, C e D), de modo a ativar os conhecimentos prévios dos alunos e favorecer processos cognitivos relativos à aprendizagem significativa de conceitos da mecânica, mais especificamente dos movimentos que já mencionados. O programa encontra-se no CD anexado a esta dissertação.

Os requisitos mínimos para que o programa abra é o Excel versão 2010 ou superior.

A Figura 1 mostra a tela de abertura do programa, foram desenvolvidos botões que direcionam para as planilhas que desejarmos abrir. Quando selecionado com um “click” o programa abre a planilha especificada.

**Figura 3. Tela de abertura do programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS**



#### 4.2. Planilha do MRU – Velocidade

Quando selecionado o botão MRU – VELOCIDADE, o programa abrirá a planilha que mostrará as características do MRU – Velocidade, (ver figura 2).

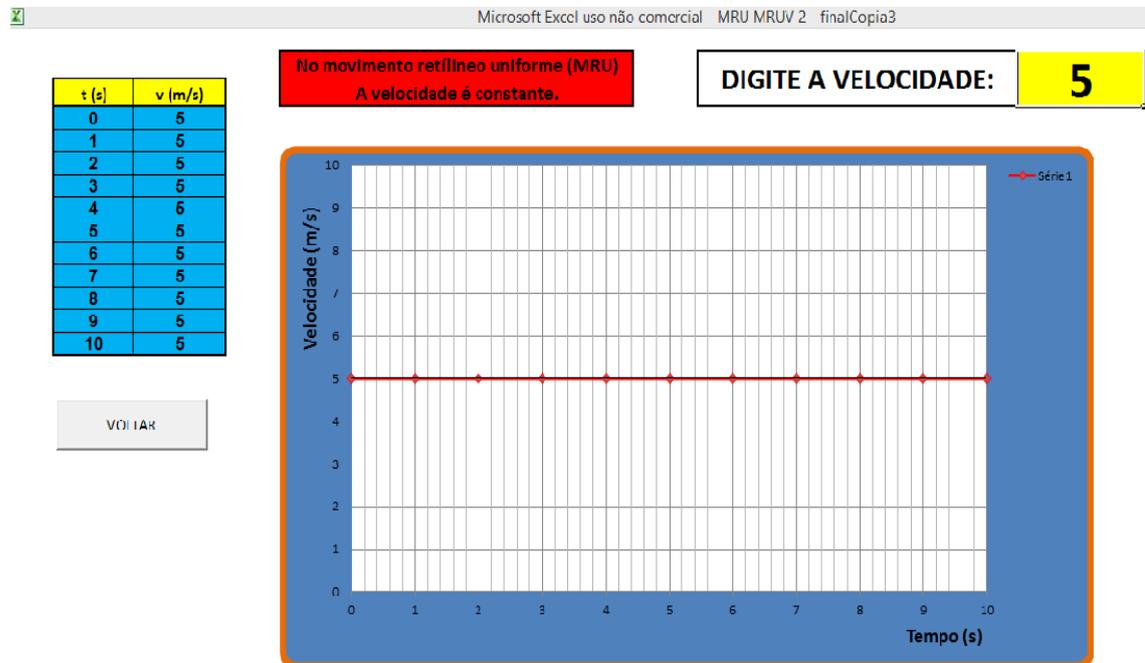
O aluno poderá digitar no espaço “digite a velocidade” quaisquer valores numéricos inclusive valores negativos.

Nossa proposta é a de que seguindo os passos do roteiro de estudo do MRU (apêndice C), o aluno trabalhe tanto com a planilha do MRU – VELOCIDADE (figura 2) quanto com a planilha MRU – ESPAÇO (figura 3). No roteiro apresentamos uma sequência lógica que permitirá ao aluno comparar os valores que ele encontra nas tabelas e as características do tipo de gráfico que vai encontrar em cada planilha.

Utilizando a aprendizagem por assimilação de Ausubel, citada anteriormente, os conceitos subsunçores, “espaço, velocidade e tempo” pertencentes ao cognitivo dos alunos poderão servir como ancoragem ao desenvolvimento dos novos

conceitos que desejamos que sejam aprendidos de forma significativa (os comportamentos dos gráficos), utilizando o programa como ferramenta.

**Figura 4. Planilha do MRU – VELOCIDADE.**



Caso queira voltar à tela de abertura, basta clicar no botão “voltar”, que está presente em todas as planilhas. Para assim abrir outra planilha.

### 4.3. Planilha MRU – Espaço

Clicando no botão MRU – ESPAÇO, o programa abre a referida planilha, ver figura 3.

Nesta planilha o aluno poderá digitar tanto um espaço inicial quanto uma velocidade, siga o roteiro (apêndice C).

Nossa proposta para o estudo desta planilha já foi descrita anteriormente, no estudo da planilha 4.2. MRU – VELOCIDADE.

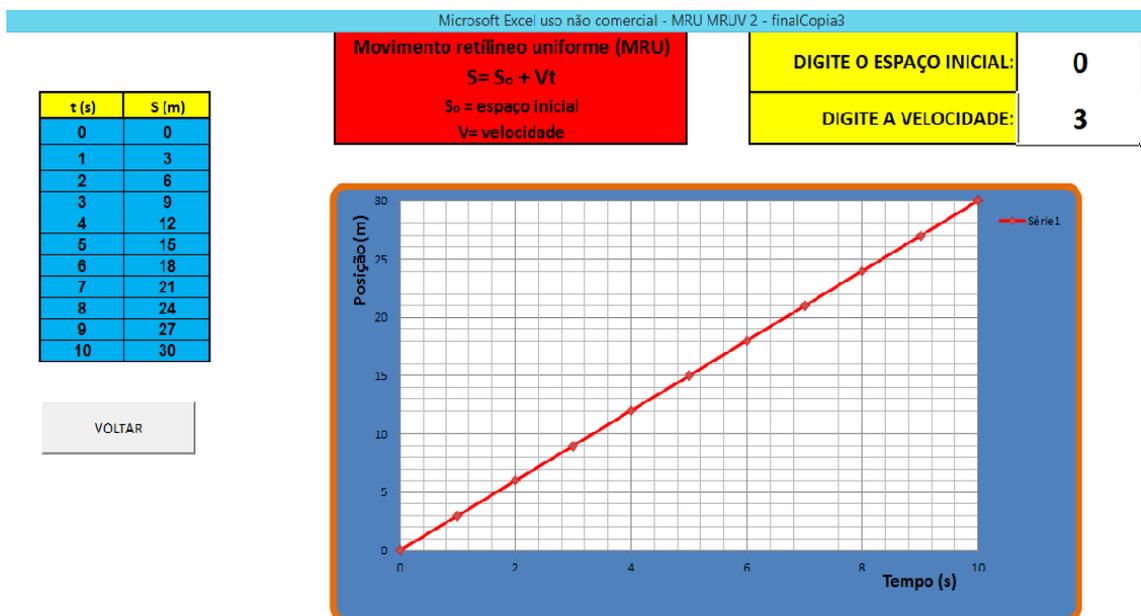
Vale ressaltar que a partir dos valores que o aluno digitar nas planilhas é possível, visualizar o que muda tanto nas tabelas quanto nos gráficos. Segue abaixo questões que foram levantadas durante a execução da tarefa:

- 1) O que acontece com a velocidade com o passar do tempo no MRU?
- 2) O que acontece com o espaço como o passar do tempo no MRU?
- 3) É possível perceber isso na tabela e no gráfico?

Essas ideias nortearam também o desenvolvimento das aulas.

Esperamos que após o estudo das planilhas 4.2. MRU – Velocidade (citada anteriormente) e desta MRU – Espaço, o aluno consiga diferenciar e caracterizar as equações e os tipos de gráficos pertencentes ao MRU.

**Figura 5. Planilha do MRU – ESPAÇO.**



#### 4.4. Planilha MRUV - Aceleração

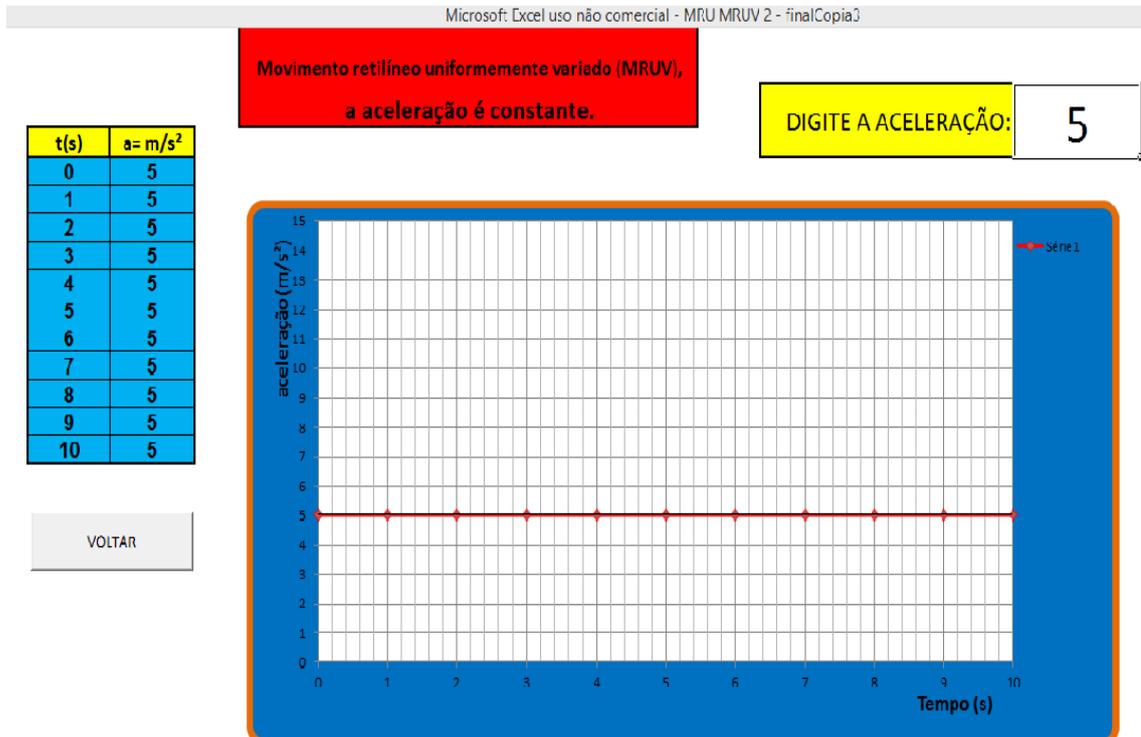
A figura 4 apresenta a imagem da planilha MRUV – ACELERAÇÃO, quando selecionada pelo aluno.

Nesta planilha o aluno poderá digitar um valor para aceleração, seguindo o roteiro (apêndice D).

Nossa proposta é a de que seguindo os passos do roteiro de estudo do MRUV (apêndice D), o aluno trabalhe com as planilhas: MRUV – Aceleração (Figura 4), MRUV – Velocidade (Figura 5) e MRUV – Espaço (Figura 6).

Como citado anteriormente, no roteiro apresentamos uma sequência lógica que permitirá ao aluno comparar os valores que ele encontra nas tabelas e as características do tipo de gráfico que vai encontrar em cada planilha.

**Figura 6. Planilha do MRUV – ACELERAÇÃO.**



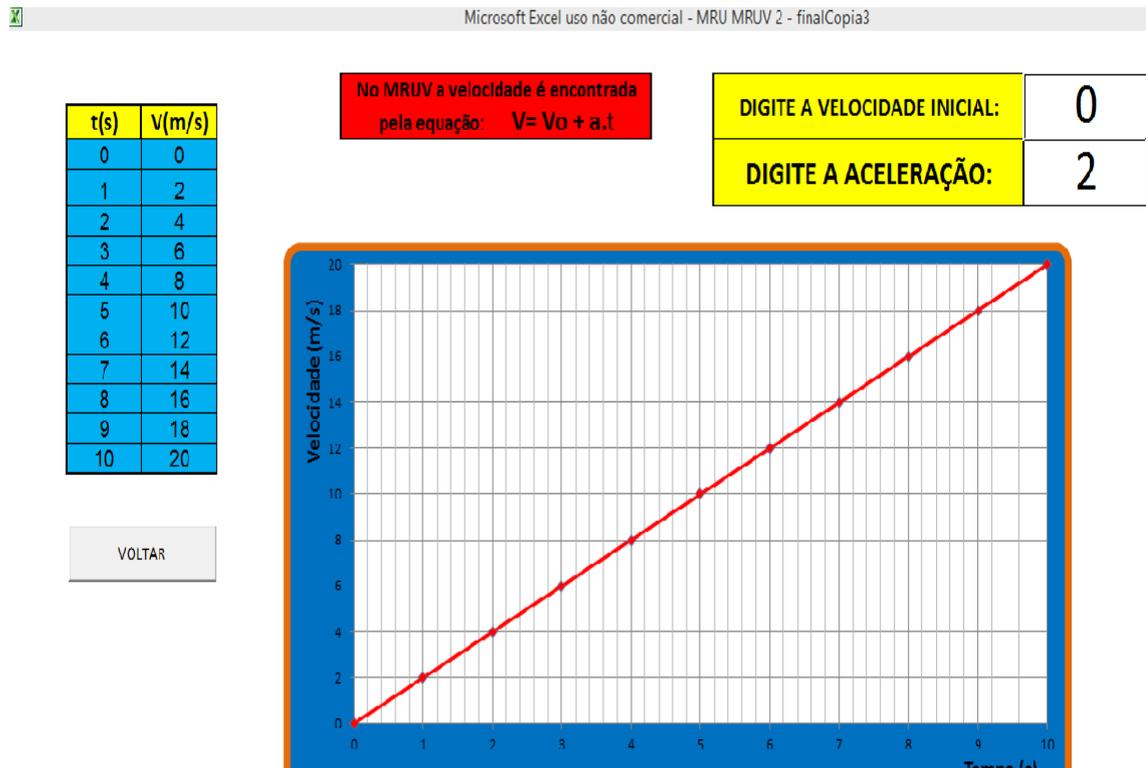
#### 4.5. Planilha MRUV – Velocidade

Na figura 5 apresentamos a imagem da planilha MRUV – Velocidade, quando selecionada pelo aluno.

Nesta planilha, o aluno poderá digitar tanto uma velocidade inicial quanto uma aceleração, e seguindo o roteiro (apêndice D), poderá analisar problemas e tirar suas conclusões sobre o gráfico da velocidade em função do tempo do MRUV.

Como citado anteriormente os valores que o aluno irá digitar estão descritos no roteiro mencionado.

Figura 7. Planilha do MRUV – VELOCIDADE.



#### 4.6. Planilha MRUV – Espaço

Na figura 6, apresentamos a imagem da planilha MRUV – Espaço, quando selecionada pelo aluno.

Nesta planilha o aluno poderá digitar um espaço inicial, uma velocidade inicial e uma aceleração, nossa proposta é que o aluno siga o roteiro (apêndice D).

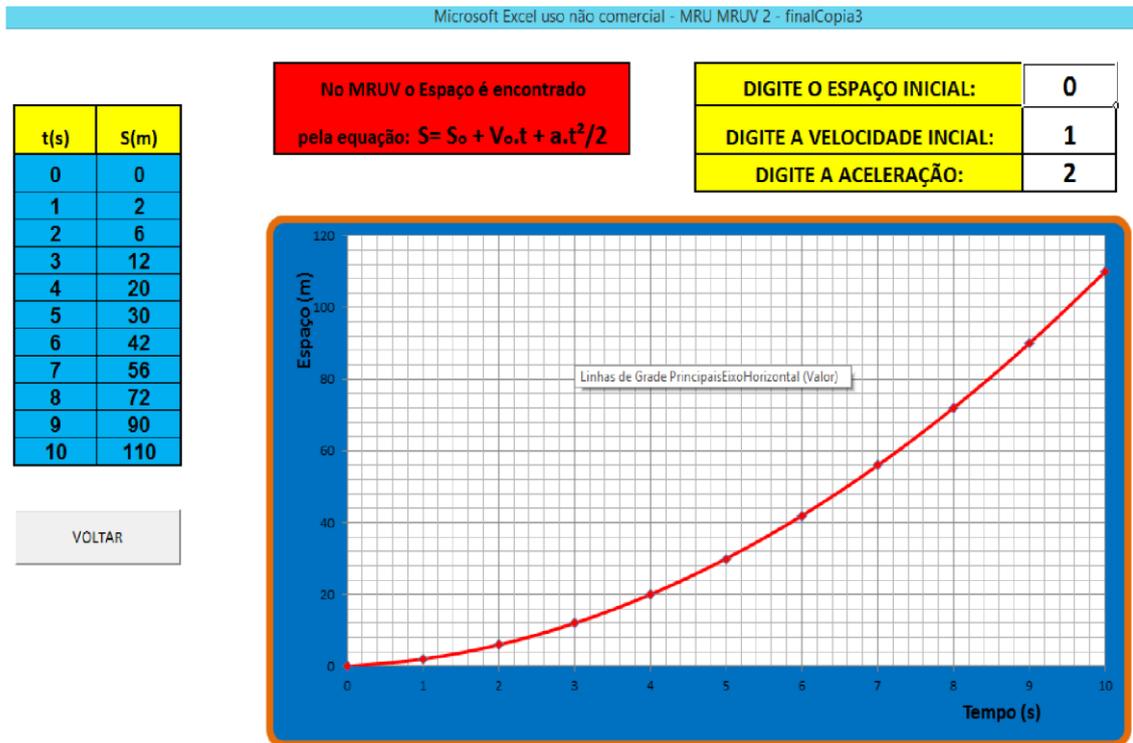
A sequência lógica apresentada no roteiro deve ser seguida pelo aluno para que possa chegar as suas conclusões sobre as características das equações e dos gráficos do MRUV.

Durante a aula, questões foram levantadas de forma a auxiliar o estudo, tais como:

- 1- O que acontece com a aceleração durante um MRUV?
- 2- No MRU quanto vale a aceleração?
- 3- Em relação a velocidade, qual a diferença entre ela no MRU e no MRUV?
- 4- Em relação ao espaço, qual a diferença entre ela no MRU e no MRUV?
- 5- É possível perceber essas diferenças analisando as tabelas e os gráficos?

Esperamos que após o estudo das planilhas 4.3. MRUV – Aceleração; 4.4. MRUV - Velocidade (citadas anteriormente) e desta MRUV – Espaço, o aluno consiga diferenciar e caracterizar as equações e os tipos de gráficos pertencentes ao MRUV.

**Figura 8. Planilha do MRUV – ESPAÇO.**



#### 4.7. Planilha MV – Aceleração Variável

Na figura 7, apresentamos a planilha do MV – Aceleração Variável, quando o respectivo botão for selecionado pelo aluno.

Nesta planilha apresentamos o roteiro (apêndice E) para orientar a análise de uma situação em que o movimento é variável e conseqüentemente a aceleração também é variável.

Vale ressaltar que no início dessa aula já foram realizados uma revisão sobre as características do movimento variável, conforme descrevemos na metodologia a seguir.

Nesta planilha o aluno somente poderá digitar um valor de velocidade terminal, os outros campos estão bloqueados. Caso seja interesse do docente variar outros parâmetros, isso pode de forma simples diretamente na programação. Foram fixados então o intervalo de tempo  $\Delta t = 0,5 \text{ s}$ ; o espaço inicial  $S_0 = 0$ ; a velocidade inicial  $V_0 = 0$  e aceleração gravitacional  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , para facilitar o estudo deste tipo de movimento.

Nossa proposta foi que o aluno seguindo o roteiro, analise os problemas, observe os valores das tabelas e as características dos gráficos que encontrará.

Durante a execução das atividades as questões que foram levantadas para auxiliar o estudo seguem abaixo:

- 1- O que está acontecendo com a aceleração?
- 2- O que está acontecendo com a velocidade e com o espaço neste movimento?
- 3- Se um corpo atingisse uma velocidade terminal absurda (100 m/s) durante a queda, seria possível enxergar isso nas tabelas e nos gráficos?
- 4- Com base na segunda lei de Newton, você saberia explicar o porquê da gota atingir uma velocidade terminal?

**Figura 9. Planilha do MV – ACELERAÇÃO VARIÁVEL.**



#### 4.8. Roteiro das Aulas

Nesta seção apresentamos um resumo de como o nosso trabalho se desenvolveu. Como citado anteriormente, foram utilizadas 6 (seis) aulas para desenvolver a pesquisa com os alunos. Sendo as aulas duplas com duração de 50 minutos cada aula, ou seja, 3 (três) encontros com duração de 1h e 40 minutos cada.

O espaço utilizado na escola foi o laboratório de informática, o qual possui exatamente 20 (vinte) computadores aos quais foi instalado o programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS.

Antes do primeiro encontro, o questionário foi aplicado aos alunos, os quais levaram em média 20 (vinte) minutos para respondê-lo. O nosso objetivo foi de coletar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos conteúdos que já haviam sido ensinados aos mesmos no bimestre anterior.

No primeiro encontro, optamos por fazer uma revisão sobre o movimento retilíneo uniforme (MRU) durante os 10 minutos iniciais da aula. Utilizamos uma apresentação em PowerPoint projetada no Datashow, optamos por apresentar um resumo das características do MRU, suas equações e tipos de gráficos que encontramos neste movimento.

Em seguida, após a explicação da metodologia e apresentação do programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS, cada aluno recebeu o primeiro roteiro sobre MRU (em anexo – apêndice C). A partir daí os alunos puderam manipular o programa e analisar as tabelas e os gráficos característicos do MRU, durante 1 hora e 30 minutos restante da aula.

Estivemos a disposição para tirar quaisquer dúvidas que os alunos pudessem apresentar tanto em relação ao programa, quanto da utilização dos roteiros. O estudo foi proposto de forma individual. Porém, percebemos que durante as aulas os alunos comparavam seus resultados e trocavam informações uns com os outros. Essa atitude foi permitida por nossa parte, após perceber que a interação entre os mesmos conduziu para uma aula mais descontraída, diferente do que ocorre num ambiente em que a é aula tradicional.

No segundo dia e conseqüentemente segundo encontro, realizamos uma revisão sobre o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), durante os 10

primeiros minutos da aula. Utilizamos também uma apresentação em power point projetada no data show, neste resumo apresentamos as características do MRUV, suas equações e tipos de gráficos que encontramos neste movimento.

A seguir, cada aluno recebeu o segundo roteiro sobre MRUV (em anexo – apêndice D). A atividade proposta foi utilizar o programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS para analisar tabelas e gráficos característicos do MRUV, a metodologia foi a mesma do primeiro encontro. Aproximadamente 1 hora e 30 minutos, foi o tempo dedicado para esse fim.

No terceiro dia e terceiro encontro, foram dedicados 30 minutos iniciais para uma revisão sobre as leis de Newton até chegarmos a analisar o movimento com altas velocidades, situação em que ocorre durante um salto de para quedas ou durante a queda de uma gota de chuva.

Apresentamos para os alunos as características e parâmetros que devem ser considerados no movimento com aceleração variável. Informamos que para se calcular o deslocamento, a velocidade e aceleração, seria necessário dominar cálculo diferencial e integral, que não faz parte do programa para o ensino médio. Contudo, com a utilização do programa, tínhamos acesso ao conteúdo sem a necessidade de conhecer cálculo diferencial e integral.

O programa ESTUDO DOS MOVIMENTOS apresenta uma planilha que executa esses cálculos utilizando o método de Euler, que consiste em uma forma de se calcular espaço, velocidade e aceleração a partir do cálculo numérico.

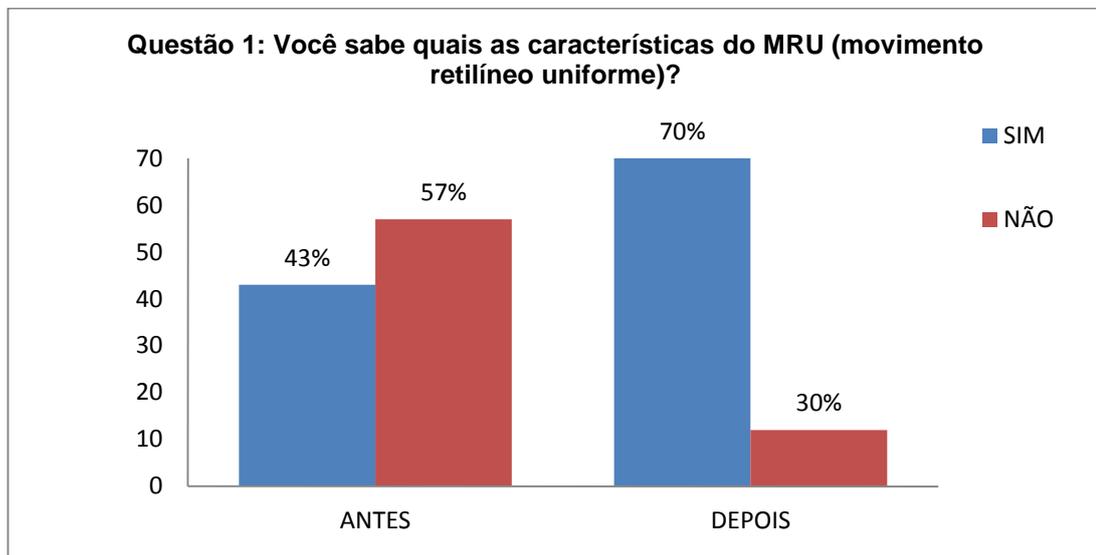
A partir daí 1 hora e 10 minutos restantes foram dedicados para ao estudo do movimento com aceleração variável, os alunos receberam os roteiros e utilizando o programa se dedicaram a analisar as características desse movimento sem se preocupar em efetuar os cálculos, inclusive porque não faz parte do programa do ensino médio.

Vale ressaltar que o estudo desse tipo de movimento foi proposto como uma atividade capaz de despertar o interesse dos alunos para desenvolver a habilidade e competência para interpretação e análise de tabelas e gráficos; assim como uma introdução ao estudo do cálculo diferencial para despertar o interesse dos alunos que futuramente pensem em estudar física, engenharia ou outra área ligada à ciências exata

## CAPÍTULO 5: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresentaremos os dados oriundos da aplicação do questionário e da entrevista antes e depois das aulas serem ministradas. Lembramos que o mesmo questionário foi aplicado como pré-teste e pós-teste.

Conforme relatado no capítulo anterior, o questionário disponível no (apêndice A) foi aplicado de maneira prévia nas três turmas em que a pesquisa se desenvolveu, as quais, no dia da aplicação, contavam com 20 estudantes em cada turma, totalizando 60 alunos participantes.

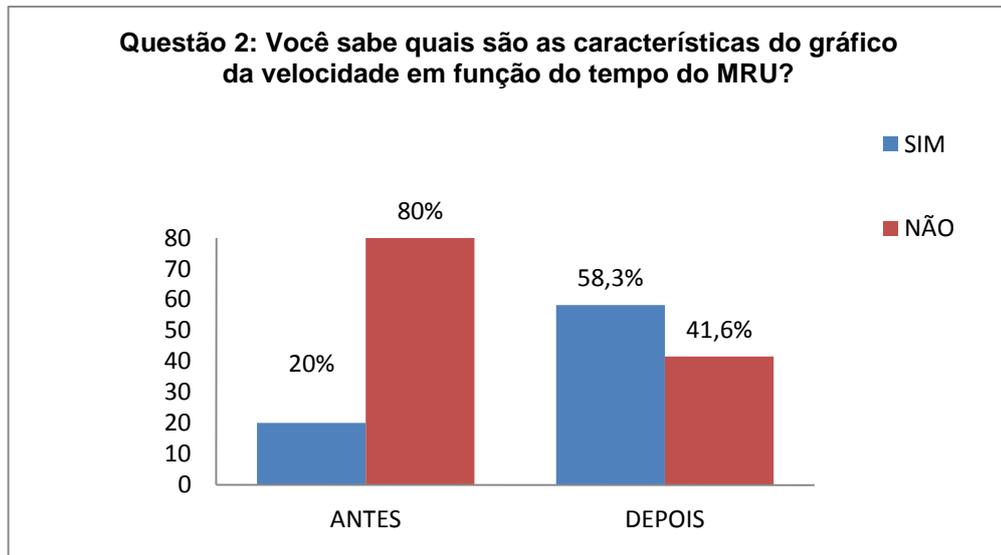


**Gráfico 1. Percentual de respostas da questão 1.**

O gráfico 1, nos mostra o conhecimento prévio dos alunos somente com as aulas teóricas, 43% responderam que conheciam as características do MRU e 57% responderam não conhecer essas características.

Observamos que após a aplicação do nosso produto, 70% dos alunos já passaram a conhecer as características do MRU e somente 30% responderam ainda não conhecer essas características. Na questão, após o estudante marcar sim ou não, havia um espaço para que ele respondesse quais seriam essas características. A maior parte dos que responderam sim, tanto antes quanto depois do uso do programa, de fato apresentavam justificativas coerentes.

Comparando então, dos que passaram a conhecer as características houve um aumento de 37%. O gráfico 2, apresentado abaixo, indaga o estudante sobre o conhecimento das características do gráfico da velocidade em função do tempo do MRU. A análise deste gráfico vem a seguir.



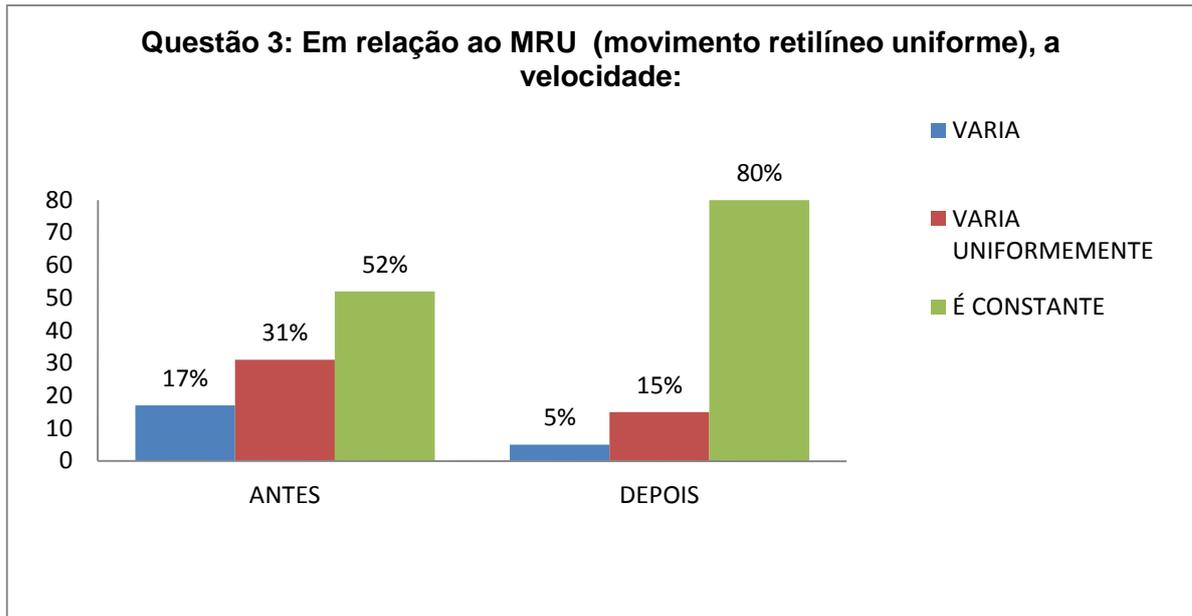
**Gráfico 2. Percentual de respostas da questão 2.**

Analisando o gráfico 2, observamos o aprendizado com as aulas tradicionais, 20% dos alunos responderam conhecer as características do gráfico da velocidade do MRU e 80% responderam que não conheciam essas características.

Após a aplicação do produto, 58,3% dos alunos já responderam conhecer as características do gráfico da velocidade do MRU e 41,7% responderam que não conheciam essas características.

Podemos observar um aumento de 38,3% do total de alunos passaram a conhecer as características desse tipo de gráfico.

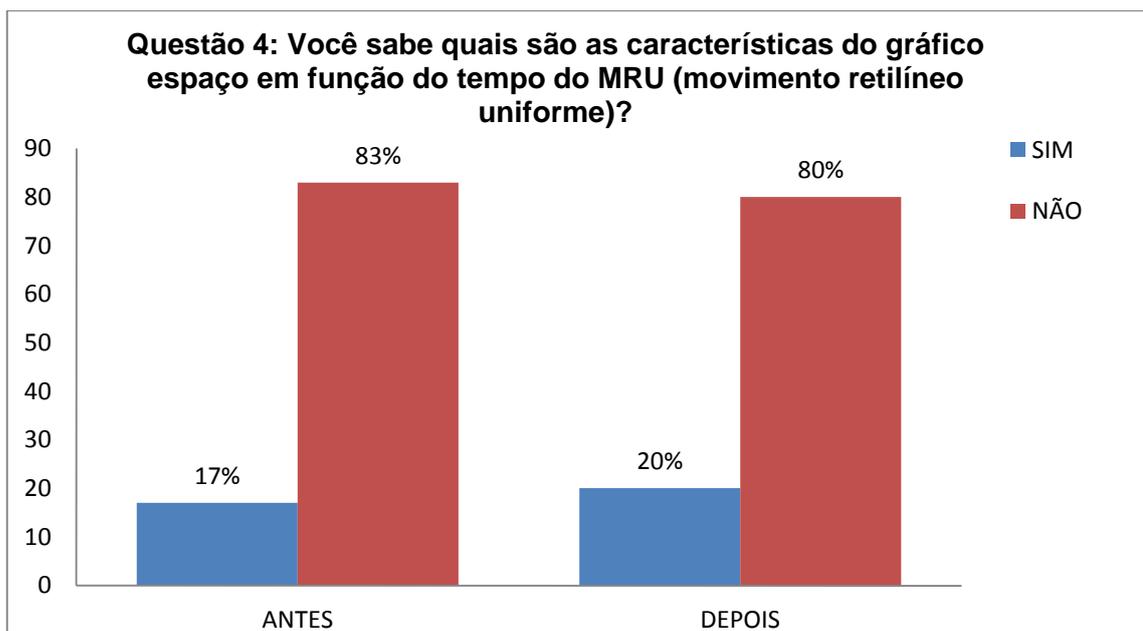
Vale ressaltar que a questão 3 está ligada a essa, justamente é a pergunta em que nos preocupamos em testar se os alunos conheciam as características desse tipo de gráfico. Suas respostas então é que nos mostraram um resultado mais detalhado.



**Gráfico 3. Percentual de respostas da questão 3.**

Levando-se em consideração que a resposta certa da questão 3 é: o gráfico da velocidade do MRU é uma função constante, percebemos que somente com as aulas tradicionais, 52% dos alunos marcaram a resposta certa e 48% marcaram a resposta errada.

Já depois das aulas em que o produto foi aplicado observamos que 80% marcaram a resposta certa e somente 20% marcaram a resposta errada. Houve um aumento de 28% nas respostas certas.



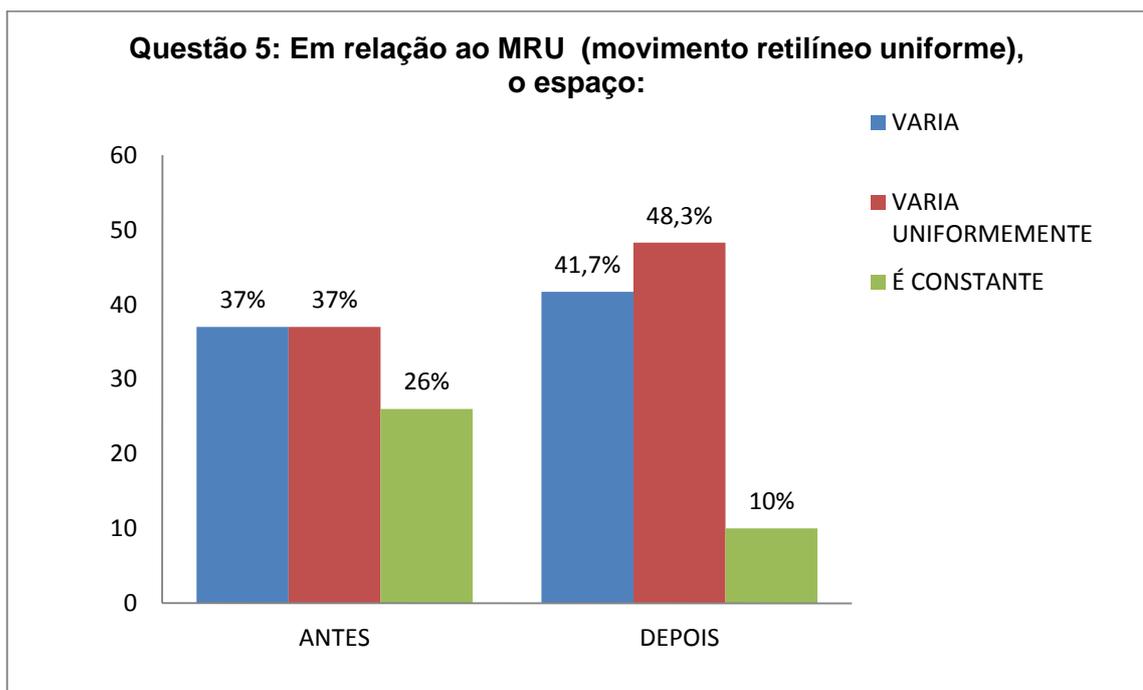
**Gráfico 4. Percentual de respostas da questão 4.**

Analisando o gráfico 4, observamos o aprendizado com as aulas tradicionais, 17% dos alunos responderam conhecer as características do gráfico do espaço do MRU e 83% responderam que não conheciam essas características.

Após a aplicação do produto, 20% dos alunos já responderam conhecer as características do gráfico do espaço do MRU e 80% responderam que não conheciam essas características.

Observamos um aumento de 3% do total de alunos passaram a conhecer as características desse tipo de gráfico.

A análise da próxima questão (questão 5) está relacionada a essa, justamente por ser uma pergunta em que nos preocupamos em testar se os alunos conheciam as características desse tipo de gráfico. Suas respostas então é que nos mostraram um resultado mais detalhado.



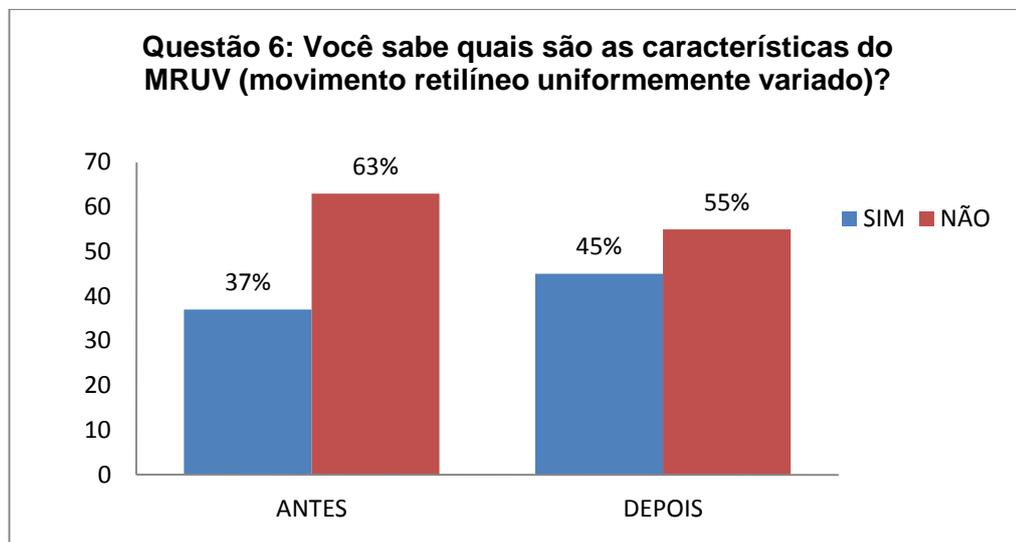
**Gráfico 5. Percentual de respostas da questão 5.**

Esta foi a questão que em conjunto a questão 4, sua resposta permitiria perceber se de fato o aluno conhece a característica deste tipo de gráfico. Lembrando que o gráfico do espaço do MRU é uma função do 1º grau, o espaço varia uniformemente.

Com as aulas tradicionais 37% dos alunos acertaram a resposta dessa questão e 63% erraram.

Após a aplicação do produto 48,3% dos alunos acertaram a resposta desta questão e 51,7% erraram. Houve um crescimento de 11,3% no total de acertos.

Em relação às características dos dois tipos de gráficos do MRU (velocidade e espaço) podemos inferir um aumento do conhecimento nos dois casos, 28% no primeiro e 11,3% no segundo. O que nos leva a crer que a utilização do produto foi capaz de aumentar o número de acertos dessa parte do conteúdo sugerindo ser um produto que auxilia no processo ensino-aprendizagem.

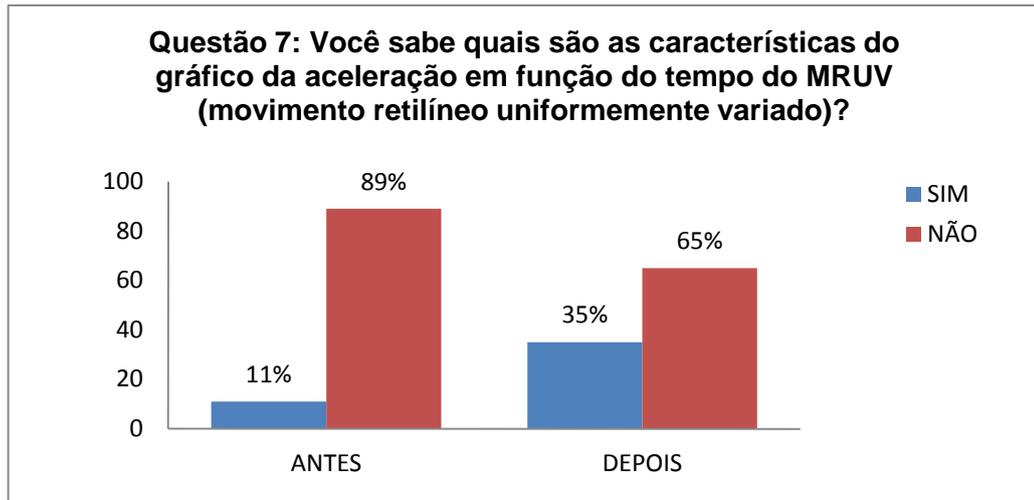


**Gráfico 6. Percentual de respostas da questão 6.**

Analisando o gráfico 6, observamos o aprendizado com as aulas tradicionais, 37% dos alunos responderam conhecer as características do MRUV e 63% responderam que não conheciam essas características.

Após a aplicação do produto, 45% dos alunos já responderam conhecer as características do MRUV e 55% responderam que não conheciam essas características.

Observamos um aumento de 8% do total de alunos passaram a conhecer as características desse tipo de gráfico.

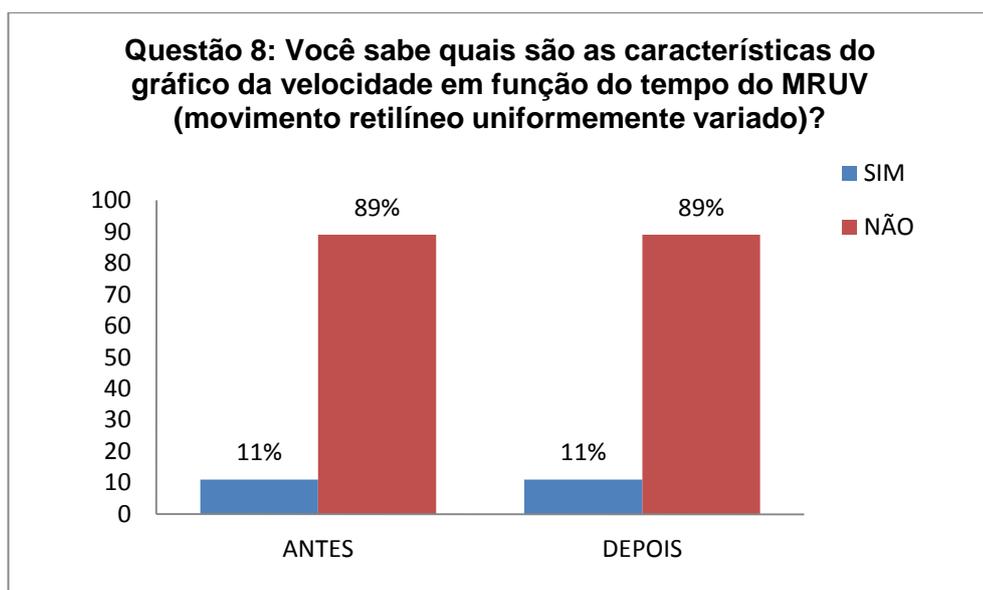


**Gráfico 7. Percentual de respostas da questão 7.**

O gráfico 7, nos mostra o conhecimento prévio dos alunos somente utilizando as aulas teóricas, 11% responderam que conheciam as características do gráfico da aceleração do MRUV e 89% responderam não conhecer essas características.

Observamos que após a aplicação do nosso produto, 35% dos alunos já passaram a conhecer as características desse tipo de gráfico e 65% responderam ainda não conhecer essas características.

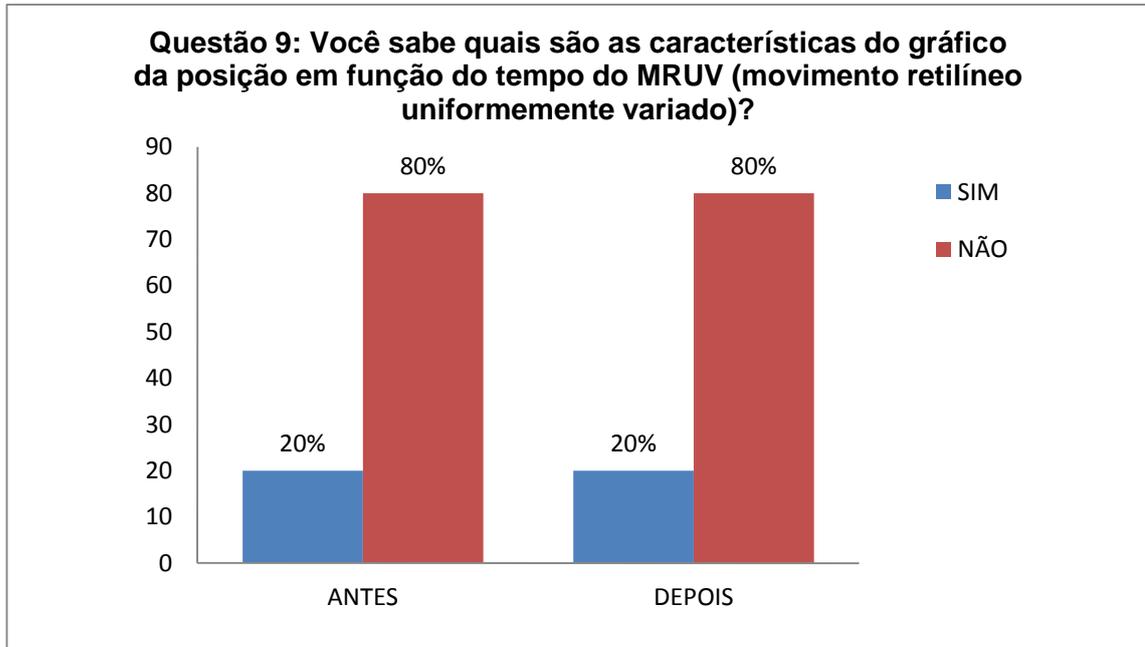
Comparando então, dos que passaram a conhecer as características houve um aumento de 24%.



**Gráfico 8. Percentual de respostas da questão 8.**

O gráfico 8, nos mostra o conhecimento prévio dos alunos somente com as aulas teóricas, 11% responderam que conheciam as características do gráfico da velocidade do MRUV e 89% responderam não conhecer essas características.

Observamos que após a aplicação do nosso produto, o mesmo percentual.

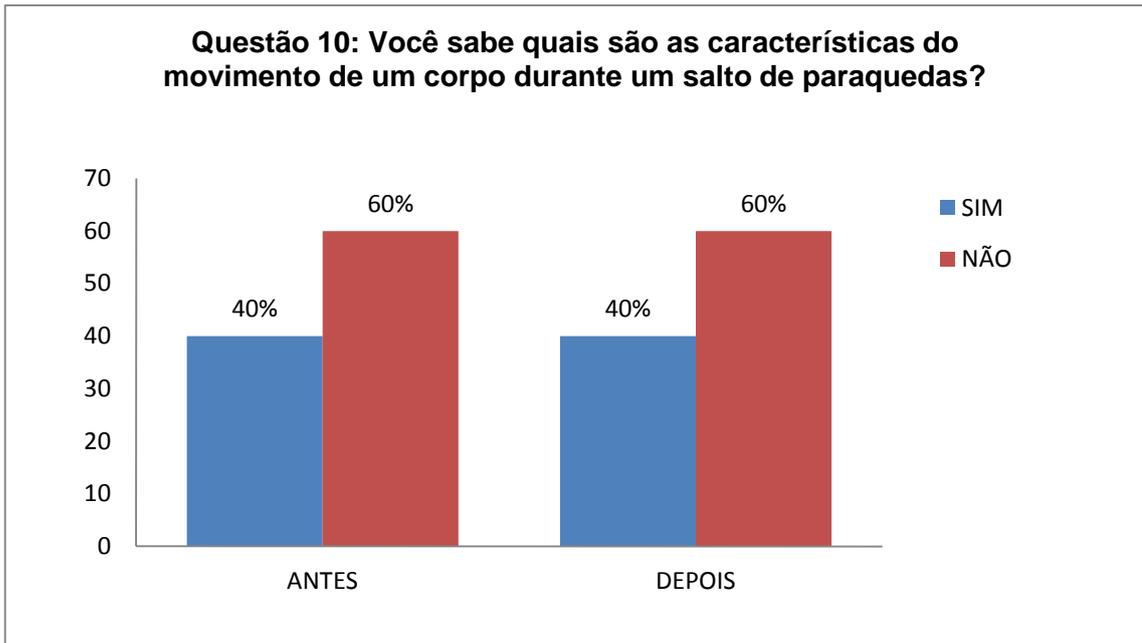


**Gráfico 9. Percentual de respostas da questão 9.**

O gráfico 9, nos mostra o conhecimento prévio dos alunos somente com as aulas teóricas, 20% responderam que conheciam as características do gráfico do espaço do MRUV e 80% responderam não conhecer essas características.

Observamos após a aplicação do nosso produto, o mesmo percentual de erros e acertos, antes e depois.

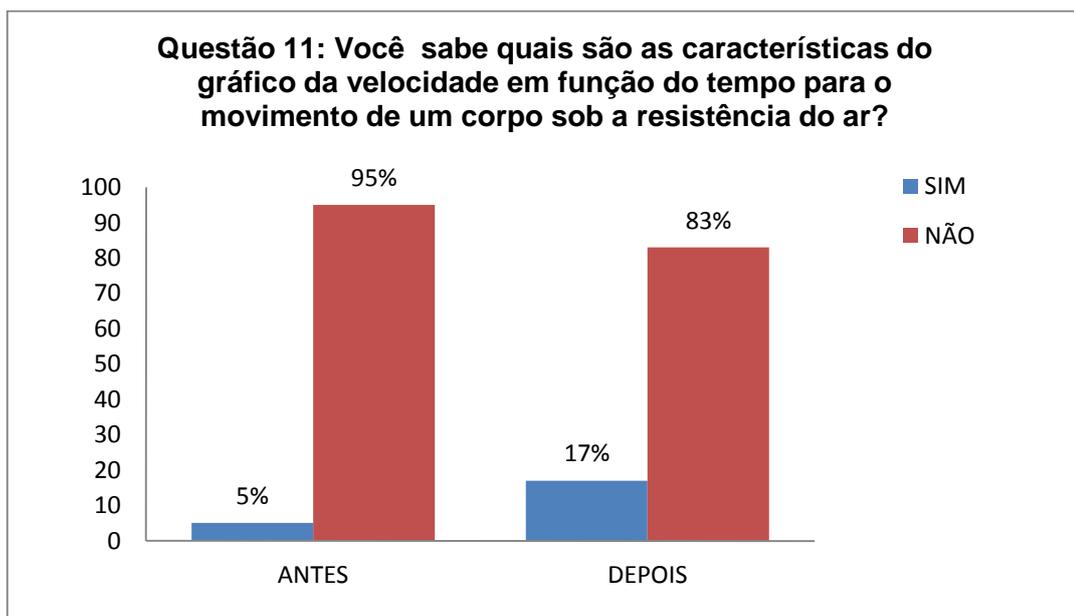
Identificamos aqui, o mesmo aprendizado em relação as aulas tradicionais e a aplicação do produto. Faz-se necessário, então, outra forma de intervenção. Sugerimos o aumento do número de atividades, poderia ser dedicando mais aulas e mais exercícios.



**Gráfico 10. Percentual de respostas da questão 10.**

O gráfico 10, nos mostra o conhecimento prévio dos alunos somente com as aulas teóricas, 40% responderam que conheciam as características desse tipo de movimento e 60% responderam não conhecer essas características.

Observamos após a aplicação do nosso produto, o mesmo percentual de conhecimentos e desconhecimento.

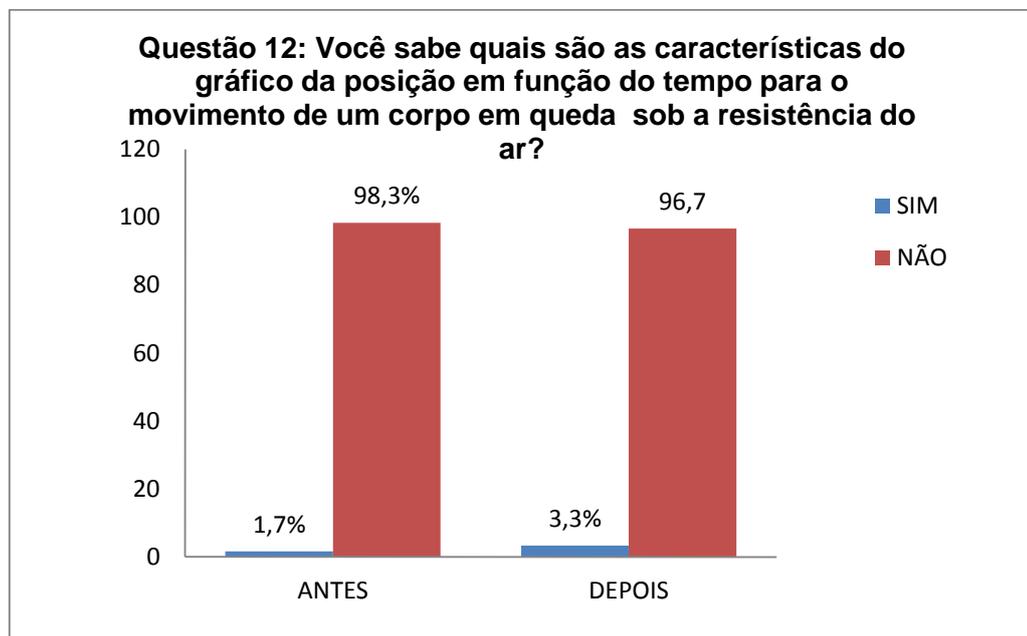


**Gráfico 11. Percentual de respostas da questão 11.**

O gráfico 11, nos mostra o conhecimento prévio dos alunos somente com as aulas teóricas, 5% responderam que conheciam as características do gráfico do movimento variado e 95% responderam não conhecer essas características.

Observamos que após a aplicação do nosso produto, 17% dos alunos já passaram a conhecer as características do MRU e somente 83% responderam ainda não conhecer essas características.

Comparando então, dos que passaram a conhecer as características houve um aumento de 12%.

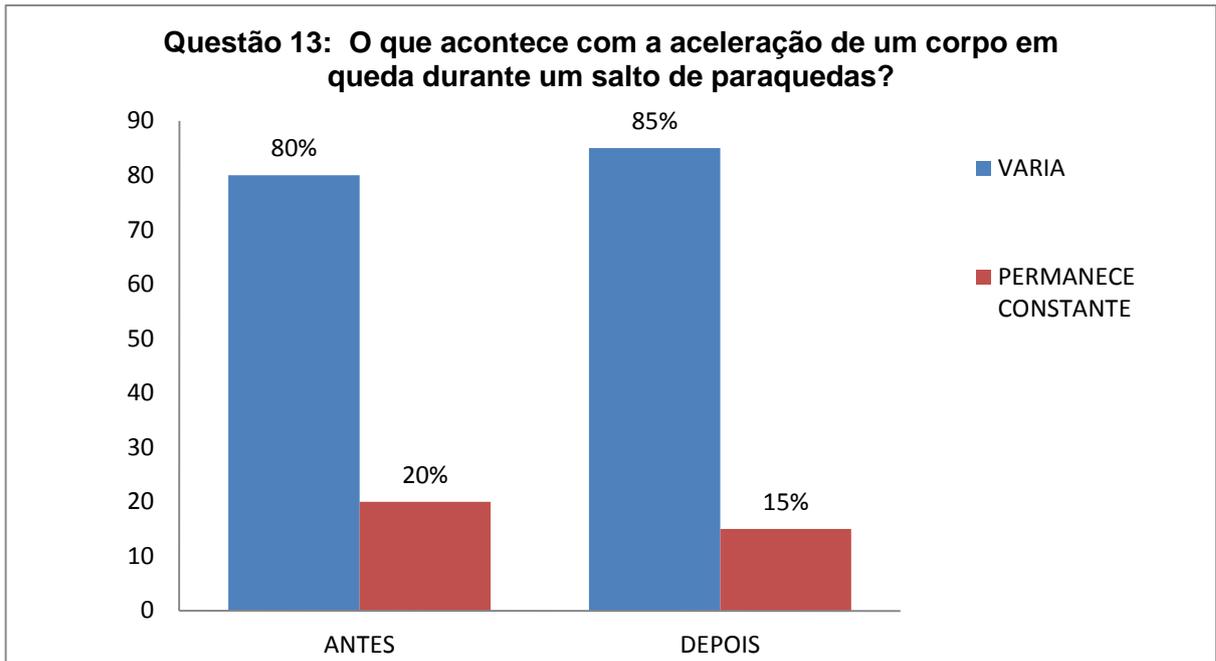


**Gráfico 12. Percentual de respostas da questão 12.**

O gráfico 12, nos mostra o conhecimento prévio dos alunos somente com as aulas teóricas, 1,7% responderam que conheciam as características do gráfico do movimento variado e 98,3% responderam não conhecer essas características.

Observamos que após a aplicação do nosso produto, 3,3% dos alunos já passaram a conhecer as características desse tipo de gráfico e 96,7% responderam ainda não conhecer essas características.

Comparando então, dos que passaram a conhecer as características houve um aumento sensível de 1,6%.

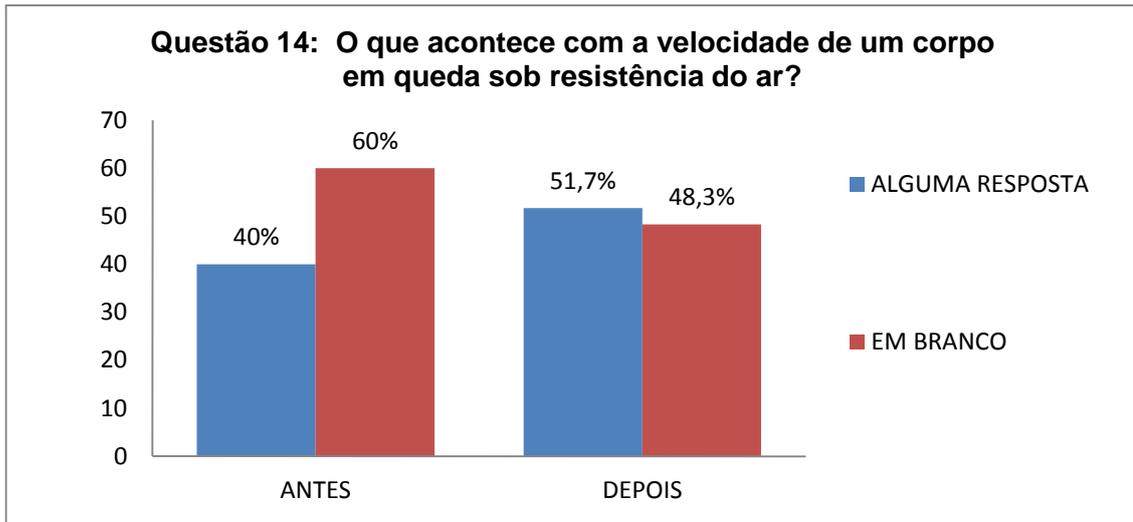


**Gráfico 13. Percentual de respostas da questão 13.**

O gráfico 13, nos mostra o conhecimento prévio dos alunos somente com as aulas teóricas, 80% responderam certo, ou seja, a aceleração varia durante um salto de paraquedas, e 20% responderam errado, ou seja, essa aceleração permanece constante.

Observamos que após a aplicação do nosso produto, 85% responderam certo, ou seja, a aceleração varia durante um salto de paraquedas, e 15% responderam errado, ou seja, essa aceleração permanece constante.

Comparando então, dos que responderam certo houve um aumento sensível de 5%.



**Gráfico 14. Percentual de respostas da questão 14.**

Essa foi uma questão elaborada de forma subjetiva, os alunos deveriam escrever uma resposta.

A análise do gráfico 14, somente com as aulas expositivas, 40% dos alunos deram alguma resposta enquanto 60% dos alunos deixaram em branco essa questão.

Dentre as justificativas dadas pelos alunos enunciamos algumas:

“Vai tendo quase a mesma resistência do ar com o corpo.”

“Aumenta sua velocidade até um certo ponto em que a força gravitacional e a velocidade se igualam.”

“Porque o corpo cai,... é uma força, aí aparece a força de atrito, que faz as forças ficarem constantes.”

“Muda a velocidade.” “Cai a velocidade.”

“O ar é como se fosse o “atrito”, mantendo ou não o corpo em movimento constante.”

“O corpo fica em uma velocidade constante depende da velocidade eu acho que o vento faz com que maneira a queda se o vento estiver sobre o corpo.”

Após as aulas em que aplicamos nosso produto, o percentual de 51,7% dos alunos deram alguma resposta enquanto 48,3% dos alunos deixaram em branco essa questão.

Percebemos um aumento de 11,7% do total de alunos que se preocuparam em dar alguma resposta.

Além do aumento do número de alunos que se preocuparam em dar alguma resposta, percebemos uma certa coerência nas justificativas dadas por alguns após a aplicação do produto. Merece ênfase o fato de que antes da aplicação do produto, os estudantes que marcavam a resposta correta, não apresentavam uma justificativa ou não escreviam algo coerente no espaço destinado às justificativas. Este panorama se modificou após a utilização do produto. Os estudantes passaram a justificar de forma coerente os seus pontos de vista.

Dentre as justificativas dadas pelos alunos podemos citar:

“Fica constante durante a resistência do ar.”

“A força peso diminui.”

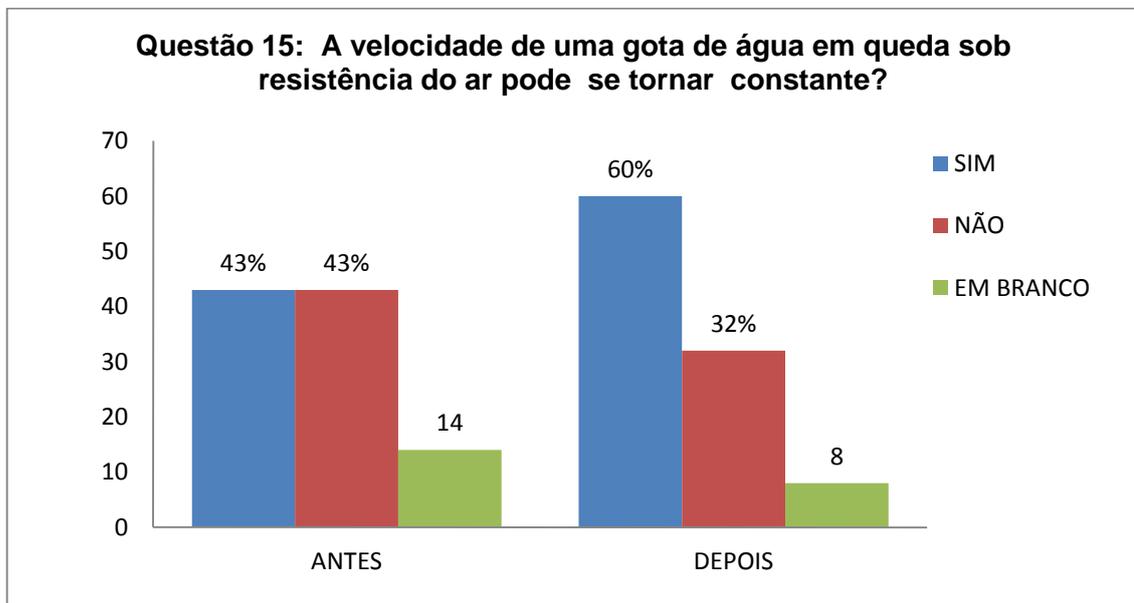
“Ela fica constante.”

“Ela fica constante durante a resistência do ar.”

“Ela vai aumentando até chegar a velocidade máxima exercida. (4 alunos deram esta resposta).”

“Diminui a aceleração e aumenta a velocidade.”

“A velocidade vai aumentando. Quando a aceleração fica constante, a velocidade também fica.”



**Gráfico 15. Percentual de respostas da questão 15.**

O gráfico 15, nos mostra o conhecimento prévio dos alunos somente com as aulas teóricas, 43,3% responderam certo, ou seja, a velocidade de uma gota de água sob resistência do ar pode se tornar constante e 43,3% responderam errado, nessa questão um item surpresa foi que 13,4% deixaram de responder.

Observamos que após a aplicação do nosso produto, 61,7% responderam certo, ou seja, a velocidade de uma gota de água sob resistência do ar pode se tornar constante e 31,7% responderam errado, nessa questão um item surpresa foi que 6,6% deixaram de responder.

Comparando então, dos que responderam certo houve um aumento de 18,4%.

Na sequência, apresentamos os resultados e a análise da aplicação da entrevista de satisfação. Essa entrevista teve a finalidade de averiguar aspectos mais pessoais e qualitativos do uso do produto educacional. Tais aspectos seriam difíceis de se tornarem evidentes mediante o questionário disposto no apêndice A.



**Gráfico 16. Percentual de respostas do questionário de satisfação.**

No gráfico 16, apresentamos o percentual de respostas do questionário de satisfação respondidas pelos alunos.

Percebemos que para 70% dos alunos entrevistados, o produto educacional agradou completamente. 30% dos alunos responderam que agradou mais ou menos. Enfatizamos assim, que segundo a entrevista, o produto não desagradou nenhum estudante.

A seguir apresentamos algumas justificativas dos alunos:

- 1) “Eu me agradei porque me ajudou a aprender mais e foi muito importantes essas aulas.”
- 2) “Com esse programa deu pra entender melhor os gráficos do MRU e MRUV. E também ajudou com a tabela.”
- 3) “Reforça o conteúdo e facilita o entendimento.”
- 4) “Me fez focar mais nos estudos e aprendi mais.”
- 5) “Me agradou bastante pelos exemplos e a praticidade.”
- 6) “Ajudou bastante, pois foi bem feito e o professor ajudou bastante, o programa explica bem e ajuda na pratica da matéria.”
- 7) “Forma a praticidade de fazer cálculos mais rapidamente, e por que o ensino foi bem explicado.”
- 8) “Fiquei mais esclarecida com a cinemática já que o MRUV é um conteúdo difícil, fica bem mais claro.”
- 9) “Tecnologia faz tudo mais fácil.”
- 10) “Fiquei satisfeita com a atenção do professor e com os recursos usado no computador, que foram úteis para o nosso aprendizado.”

A seguir apresentamos algumas respostas dos 30% que justificaram que agradaram mais ou menos:

- 1) “Eu achei que agradou pois ajudou a relembrar as fórmulas, mas não gostei porque não nos ajudou a calcular.”
- 2) “O programa em si é bom, mas é muito complicado de entender, teve momento que eu não sabia o que o programa estava me falando, mas com alguns ajustes ficará um ótimo programa, principalmente para os professores.”
- 3) “Não entendi muito bem, pois a explicação no meu ponto de vista não foi muito esclarecida.”
- 4) “Ajudou muito a identificação do gráfico, porém os conceitos só dar para saber com a ajuda de um professor mesmo.”
- 5) “Positivos são que ajudam no entendimento da matéria. Negativos são que a maneira dele é um pouco difícil de mecher.”
- 6) “O programa desenvolvido precisa de aperfeiçoamentos, acho importante a estética, que achei desanimadora, precisa ser trabalhado o desing do

programa. A ideia é boa, mas o programa precisa melhorar e inovar em algum ponto.”

Essas entrevistas (apêndice B) são respostas qualitativas que nos fornecem elementos importantes a respeito do desenvolvimento de um material potencialmente significativo. A partir da apreciação das respostas dos estudantes, principalmente as respostas às entrevistas de satisfação, notamos que a motivação, o entendimento, a desinibição, a socialização, o prazer em aprender foram características narradas na grande parte dos discursos. Se considerarmos os dados estatísticos apresentados a partir das respostas ao questionário, no qual observamos uma evolução no acerto da maioria das questões, juntamente aos depoimentos dados na entrevista de satisfação, podemos concluir, presumidamente, que houve indícios de aprendizagem significativa.

Os resultados apresentados, oriundos tanto da aplicação do questionário quanto da entrevista de satisfação, evidenciam uma convergência do produto pedagógico às ideias de Nogueira e Rinaldi (2003) discutidas no referencial teórico. Nogueira e Rinaldi relatam que um software adequado deve ser interativo, de forma a permitir que o estudante discuta conceitos. Além disso, os autores destacam que, para propiciar uma aprendizagem significativa, um software educacional deve funcionar de forma diferente para cada aluno e permitir a sua interação, sendo que os resultados da interação ou modificação de algum parâmetro deve ficar visível para que o discente observe o fenômeno e tire suas próprias conclusões. Esses pressupostos são observados em nosso produto, uma vez que ele é interativo, ou seja, o estudante pode modificar os parâmetros velocidade, aceleração, etc. Além disso, o estudante pode visualizar nos gráficos e nas planilhas os efeitos das modificações propostas. Os roteiros de aplicação conduzem os estudantes ao levantamento de hipóteses e a formulação de generalizações. Assim, na perspectiva dos autores citados, há elementos que nos induzem a vislumbrar que o nosso produto educacional pode levar o estudante a uma aprendizagem significativa.

## CONCLUSÃO

No decorrer dessa pesquisa desenvolvemos um programa ao qual denominamos ESTUDO DOS MOVIMENTOS. O referido programa funciona no Microsoft Excel e opera mediante o uso de planilhas eletrônicas. Objetivamos que o programa desenvolvido funcione como um recurso auxiliar no ensino-aprendizagem de cinemática, sobretudo do movimento com aceleração variável. Este programa constitui o produto educacional oriundo desta pesquisa de mestrado profissional.

O diferencial do nosso trabalho foi desenvolver um produto didático que utilize a informática, construto tão enfatizado na contemporaneidade, para ensinar conteúdos referentes à cinemática. Nossa proposta é de que o processo ensino-aprendizagem das características do MRU, do MRUV e do movimento sob ação de uma aceleração variável seja conduzido por meio da análise de tabelas e gráficos gerados num programa facilitador da aprendizagem. Neste programa, o estudante tem a possibilidade de visualizar o gráfico, bem como a tabela que o gerou, podendo entender o que ocorre com o movimento da partícula em cada ponto. Vale lembrar que também foram desenvolvidos roteiros (apêndices C,D e E) para orientar a metodologia da pesquisa.

Outra inovação apresentada nesta proposta foi propor um método de estudar as características do movimento com aceleração variável. A dificuldade em se estudar esse conteúdo no ensino médio reside no fato de que neste nível de ensino os estudantes ainda não conhecem o cálculo diferencial e integral. Essa dificuldade foi parcialmente contornada mediante as planilhas, pois o estudante, mesmo desconhecendo derivas e integrais, pode variar parâmetros relacionados ao fenômeno físico e obter gráficos e tabelas que permitem a compreensão do referido fenômeno.

Ao analisarmos os aspectos quantitativos e qualitativos oriundos das respostas ao questionário e a entrevista, percebemos uma melhoria nas respostas em relação a alguns conteúdos e um elevado grau de satisfação nas entrevistas realizadas. Sendo assim, encontramos fortes indícios de que a motivação, o entendimento, a socialização, a desinibição, a satisfação em aprender são pressupostos desenvolvidos com a aplicação do produto. Essa conjunção

evidenciada com a evolução dos estudantes no acerto das questões e o alto índice de satisfação com o produto, nos fornece indícios de que o produto educacional utilizado pode ser encarado como um material potencialmente significativo.

É importante ressaltar que não encaramos o material como um produto acabado. Ao longo do seu desenvolvimento e implantação, percebemos vários aspectos que precisam ser melhorados que deixamos como um desafio de trabalho futuro, como por exemplo, aplicar o produto de uma forma diferente da que foi aplicada, modificando a metodologia, testando outra sequência de aplicação, inclusive dedicando mais aulas e mais exercícios propostos. Outra implementação que pretendemos realizar numa nova versão é tornar o uso das planilhas mais autônomo, de forma que o estudante possa criar o seu próprio programa. Contudo, isso pode ser feito caso o projeto pedagógico da escola preveja um projeto interdisciplinar, no qual haveria mais tempo na condução da metodologia de ensino.

Sugerimos ainda adaptar e testar o produto de forma a torná-lo uma atividade interdisciplinar, tendo em vista o interesse demonstrado pelos professores de matemática quando o produto foi apresentado. Além disso, esperamos que o uso das planilhas eletrônicas tornem-se ferramentas mais comuns no ensino de Física, pois a sua utilização em outros conteúdos tem bastante potencial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BARBOSA, Augusto C. de C., COSTA, Marcus V. T., CARVALHAES, Claudio G. A computação numérica como ferramenta para o professor de Física do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 2, p.249-254, 2006.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. **O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica.** **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.

BRASIL. PCN - **Parâmetros curriculares Nacionais Ensino Médio.** Brasil, 1999. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>, acesso em: Fevereiro/2015.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio, Orientações complementares aos parâmetros curriculares nacionais.** Brasil, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>, acesso em: Fevereiro/2015.

FERRUZZI, Elaine C. **Considerações sobre a linguagem de programação Logo**, 2001. Disponível em <<http://mtm.ufsc.br/geiaam/consiLogo2.PDF>.> Acesso em: Outubro/2015.

CÓSER FILHO, Marcelo S.. **Aprendizagem de matemática financeira no ensino médio: uma proposta de trabalho a partir de planilhas eletrônicas**, 2008. Disponível em <[http://www.mat.ufrgs.br/ppgem/produto\\_didatico/sequencias/coser/dissertacao\\_coser.pdf](http://www.mat.ufrgs.br/ppgem/produto_didatico/sequencias/coser/dissertacao_coser.pdf), acesso em: Fev/2015.

DAVIES, C.H.J. Student engagement with simulations: a case study. **Computers & Education**, 39, p. 271 (2002).

JIMOYIANNIS, A.; KOMIS, V. Computer simulations in physics teaching and learning study. **Computers & Education**, 36, p.183 (2001).

Logo – PUC MINAS. **Linguagem de programação Logo. Ferramenta 203**, 2014. Disponível em [http://www.ich.pucminas.br/pged/arquivos/ped/logo\\_tools\\_13.pdf](http://www.ich.pucminas.br/pged/arquivos/ped/logo_tools_13.pdf) Acesso em: Outubro/2015.

LOPES, Ricardo R. S. **Conceitos de eletricidade e suas aplicações tecnológicas: uma unidade de ensino potencialmente significativa.** Tese de mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

LUDKE, M.; ANDRE, Marli E.D.A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U. - Editora Pedagógica e Universitaria Ltda (1986).

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e limitações das simulações no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

MENDES, J.F.; COSTA, I.F.; SOUSA, C.M.S.G. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 34, n. 1, 2402, 2012.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1999.

NASCIMENTO, João K. F. **Informática aplicada à educação**. Universidade de Brasília, 2007.

NOGUEIRA, J.S.; RINALDI, C. **Utilização do computador como instrumento de ensino**: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 517-522, 2000.

RUGGIERO, M.A.G; LOPES, V.L.R. **Cálculo Numérico: aspectos teóricos e computacionais**. 2. Ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

SOUZA JUNIOR, Wanderley C. de. **Química em geral a partir de uma tabela periódica no Microsoft Excel: uma estratégia de ensino de química na educação básica**, 2010. Disponível em [http://www2.unigranrio.br/unidades\\_adm/pro\\_reitorias/propep/stricto\\_sensu.old/curso\\_s/mestrado/ensino\\_ciencias/galleries/downloads/produtos/produto\\_wanderley\\_carreira.pdf](http://www2.unigranrio.br/unidades_adm/pro_reitorias/propep/stricto_sensu.old/curso_s/mestrado/ensino_ciencias/galleries/downloads/produtos/produto_wanderley_carreira.pdf). Acesso em: Fev/2015.

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

TIPLER, Paul A., MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. volume 1: mecânica, oscilações e ondas, Termodinâmica, Rio de Janeiro: LTC, 2010.

VALENTE, José A. **O computador na sociedade do conhecimento**, MEC, Coleção informática para a mudança na educação, 2012. Disponível em: <http://www.faculdadesjt.com.br/tecnico/gestao/arquivosportal/file/O%20computador%20MEC.pdf> Acesso em: Fevereiro/2015.

## APÊNDICE A



### Questionário de Pesquisa

Prezado (a) estudante,

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que se desenvolve no Instituto de Física da Universidade de Brasília – UnB. Nosso objetivo é analisar a eficácia da aplicação de um material didático complementar ao ensino-aprendizagem de cinemática, mais especificamente dos seguintes movimentos: MRU – movimento retilíneo uniforme, MRUV – movimento retilíneo uniformemente variado e MV – movimento com aceleração variável (movimento sob a resistência do ar). É importante salientar que a sua participação será mantida anônima em toda a pesquisa e em qualquer circunstância pública em que os resultados da investigação vierem a ser apresentados. Nesse sentido, conto com sua colaboração respondendo as questões abaixo, com ética, responsabilidade e autenticidade de modo a auxiliar de forma significativa a pesquisa em questão.

1) Você sabe quais são as características do MRU (movimento retilíneo uniforme)?

( ) Sim.

Quais \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

( ) Não.

2) Você sabe quais são as características do gráfico da velocidade em função do tempo do MRU (movimento retilíneo uniforme)?

( ) Sim.

Quais \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

( ) Não.

3) Em relação ao MRU (movimento retilíneo uniforme), a velocidade:

- varia.
- varia uniformemente.
- é constante.

4) Você sabe quais são as características do gráfico espaço em função do tempo do MRU (movimento retilíneo uniforme)?

Sim.

Quais \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Não.

5) Em relação ao MRU (movimento retilíneo uniforme), o espaço:

- varia.
- varia uniformemente.
- é constante.

6) Você sabe quais são as características do MRUV (movimento retilíneo uniformemente variado)?

Sim.

Quais \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Não.

7) Você sabe quais são as características do gráfico da aceleração em função do tempo do MRUV (movimento retilíneo uniformemente variado)?

Sim.

Quais \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Não.

8) Você sabe quais são as características do gráfico da velocidade em função do tempo do MRUV (movimento retilíneo uniformemente variado)?

( ) Sim.

Quais \_\_\_\_\_

( ) Não.

9) Você sabe quais são as características do gráfico da posição em função do tempo do MRUV (movimento retilíneo uniformemente variado)?

( ) Sim.

Quais \_\_\_\_\_

( ) Não.

10) Você sabe quais são as características do movimento de um corpo durante um salto de paraquedas?

( ) Sim.

Quais \_\_\_\_\_

( ) Não.

11) Você sabe quais são as características do gráfico da velocidade em função do tempo para o movimento de um corpo sob a resistência do ar?

( ) Sim.

Quais \_\_\_\_\_

( ) Não.

12) Você sabe quais são as características do gráfico da posição em função do tempo para o movimento de um corpo em queda sob a resistência do ar?

( ) Sim.

Quais \_\_\_\_\_

( ) Não.

13) O que acontece com a aceleração de um corpo em queda durante um salto de paraquedas?

( ) Varia.

( ) Permanece constante.

Justifique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14) O que acontece com a velocidade de um corpo em queda sob resistência do ar?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

15) A velocidade de uma gota de água em queda sob resistência do ar pode se tornar constante?

( ) Sim

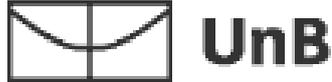
( ) Não

Justifique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## APÊNDICE B

**Questionário de Pesquisa**

Prezado (a) estudante,

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa de mestrado que se desenvolve no Instituto de Física da Universidade de Brasília – UnB. Nosso objetivo é analisar a eficácia da aplicação de um material didático complementar ao ensino-aprendizagem de cinemática, mais especificamente dos seguintes movimentos: MRU – movimento retilíneo uniforme, MRUV – movimento retilíneo uniformemente variado e MV – movimento com aceleração variável (movimento sob a resistência do ar). É importante salientar que a sua participação será mantida anônima em toda a pesquisa e em qualquer circunstância pública em que os resultados da investigação vierem a ser apresentados. Nesse sentido, conto com sua colaboração respondendo as questões abaixo, com ética, responsabilidade e autenticidade de modo a auxiliar de forma significativa a pesquisa em questão.

Questão 1: Na sua opinião, os recursos didáticos utilizados no desenvolvimento do conteúdo de cinemática nas aulas de Física:

- a) Agradaram completamente
- b) Agradaram mais ou menos
- c) Não agradaram

Questão 2: Caso os recursos didáticos utilizados tenham o agradado completamente, informe os fatores que influenciaram em sua satisfação.

---

---

---

---

---

Questão 3: Caso você tenha respondido que os recursos didáticos utilizados o agradaram mais ou menos, informe os fatores positivos e os fatores negativos da utilização desses recursos.

---

---

---

---

---

---

---

Questão 4: Caso você tenha respondido que os recursos utilizados não o agradaram, informe os fatores que influenciaram em sua avaliação e em seguida apresente algumas sugestões de aprimoramento.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE C

### ROTEIRO UTILIZADO PARA O ESTUDO DO: MRU – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME

Para analisar o movimento de um corpo que se move em linha reta e com velocidade constante, utilizaremos o programa “Estudo dos movimentos” e também as situações A e B colocadas a seguir.

- **Situação A:**

**Um ciclista está se movimentando em linha reta com velocidade constante e igual a 10 m/s. Quando se inicia a marcação do tempo, ele está na origem dos espaços.**

**1º)** Clique no botão “MRU – VELOCIDADE” e em seguida, digite a velocidade do ciclista.

- a) Observe o gráfico. Quais são as suas características?
- b) Observe a tabela. Quais são os valores da velocidade em diferentes instantes de tempo?

**2º)** Clique no botão “MRU – ESPAÇO” e digite a velocidade e a posição inicial do ciclista.

- a) Observe o gráfico e descreva suas características.
- b) O gráfico é uma reta? É crescente ou decrescente?
- c) Observe a tabela. Qual é a posição do ciclista no instante 2s? E no instante 4s? E no instante 6s?
- d) Com base nas respostas do item “b” conclua como o espaço varia com o tempo.

- **Situação B:**

**Suponha outro ciclista se movimentando em linha reta com velocidade constante e igual a 8m/s, mas em sentido contrário ao ciclista da situação A (descrita acima). Quando se inicia a marcação do tempo ele está na posição 40 m.**

**1º) Clique no botão “MRU – VELOCIDADE” e digite essa velocidade do ciclista.**

- a) Observe o gráfico. Quais são as suas características?
- b) Observe a tabela. Quais são os valores da velocidade em diferentes instantes de tempo?

**2º) Clique no botão “MRU – ESPAÇO” e digite a velocidade e espaço inicial do ciclista.**

- c) Observe o gráfico e descreva suas características.
- d) O gráfico é uma reta? É crescente ou decrescente?
- e) Observe a tabela. Qual é o espaço do ciclista no instante 2s? E no instante 4s? E no instante 6s?
- f) Com base nas respostas do item “b” conclua como o espaço varia com o tempo.

**OBSERVAÇÃO:**

Caso você queira aprofundar os seus estudos, digite nas planilhas outros valores para a velocidade (positivos ou negativos) e outros valores para o espaço inicial (positivos, nulo ou negativos) e observe as características nos gráficos e nas tabelas.

## APÊNDICE D

### ROTEIRO UTILIZADO PARA O ESTUDO DO: MRUV – MOVIMENTO RETÍLÍNEO UNIFORME VARIADO

Para analisar o movimento de um corpo em linha reta e com aceleração constante utilizaremos o programa “Estudo dos movimentos” e também a análise das situações A e B descritas a seguir.

- **Situação A:**

**Um carro parte do repouso, da origem dos espaços e com aceleração constante e igual a  $2 \text{ m/s}^2$ .**

**1º)** Clique no botão “MRUV – ACELERAÇÃO”, digite essa aceleração.

- Observe o gráfico. Quais são as suas características?
- Observe a tabela. Quais são os valores da aceleração em diferentes instantes de tempo?

**2º)** Clique no botão “MRUV – VELOCIDADE”, digite a velocidade inicial e a aceleração.

- Observe o gráfico e descreva as suas características.
- O gráfico é uma reta? É crescente ou decrescente?
- Observe a tabela. Qual é a velocidade do carro no instante 2s? E no instante 4s? E no instante 6s?
- Com base nas respostas do item “b” conclua como a velocidade varia com o tempo.

**3º)** Clique no botão “MRUV – ESPAÇO”, digite o espaço inicial, a velocidade inicial e a aceleração.

- Observe o gráfico e descreva as suas características.
- O gráfico é uma reta ou uma curva? É crescente ou decrescente?
- Observe a tabela. Qual é a posição do carro no instante 2s? E no instante 4s? E no instante 6s?
- Qual é o instante em que sua posição é 36 m?
- Com base nas respostas acima conclua como o espaço varia com o tempo.

- **Situação B:**

**Um carro parte do repouso, da posição 20m e com aceleração constante e igual a  $-5 \text{ m/s}^2$ .**

**1º)** Clique no botão “MRUV – ACELERAÇÃO”, digite essa aceleração.

- a) Observe o gráfico. Quais são as suas características?
- b) Observe a tabela. Quais são os valores da aceleração em diferentes instantes de tempo?

**2º)** Clique no botão “MRUV – VELOCIDADE” , digite a velocidade inicial e a aceleração.

- a) Observe o gráfico e descreva as suas características.
- b) O gráfico é uma reta? É crescente ou decrescente?
- c) Observe a tabela. Qual é a velocidade do carro no instante 2s? E no instante 4s? E no instante 6s?
- d) Com base nas respostas do item “b” conclua como a velocidade varia com o tempo.

**3º)** Clique no botão “MRUV – ESPAÇO”, digite o espaço inicial, a velocidade inicial e a aceleração.

- a) Observe o gráfico e descreva as suas características.
- b) O gráfico é uma reta ou uma curva? É crescente ou decrescente?
- c) Observe a tabela. Qual é a posição do carro no instante 2s? E no instante 4s? E no instante 6s?
- d) Qual é o instante em que sua posição é  $-50 \text{ m}$ ?
- e) Com base nas respostas acima conclua como o espaço varia com o tempo.

Você seria capaz de reconhecer o MRUV, após analisar os gráficos da aceleração, da velocidade e do espaço?

**OBSERVAÇÃO:**

Caso você queira aprofundar seus estudos, digite nas planilhas outros valores para aceleração (valores positivos ou negativos), velocidade (valores

positivos ou negativos) ou outros valores para o espaço inicial (positivos, nulo ou negativos) e observe as características nos gráficos e nas tabelas.

## APÊNDICE E

### ROTEIRO UTILIZADO PARA O ESTUDO DO: MOVIMENTO COM ACELERAÇÃO VARIÁVEL

Na natureza encontramos bons exemplos de movimentos com aceleração variável. Um desses exemplos são os movimentos verticais sujeitos à resistência do ar, que consideraremos na direção perpendicular à superfície da Terra. A queda das gotas de chuva e o movimento de um paraquedista simbolizam tais movimentos.

Consideraremos aqui o movimento vertical de queda de uma gota de água que se inicia com velocidade nula. A gota está sujeita à força peso e à resistência do ar. Trabalharemos com um modelo em que a força de resistência do ar é proporcional à velocidade de queda.

Sendo assim, a posição, a velocidade e a aceleração variam continuamente durante a queda da gota.

Utilizaremos o programa “Estudo dos movimentos” e também a análise da situação descrita a seguir para realizar nosso estudo.

- **Situação :**

**Uma gota de água parte do repouso de uma certa altura sob a influência de uma força resistiva. Admita  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Após certo tempo de queda, a gota atinge uma velocidade terminal e passa a cair com velocidade constante. Com o uso do programa analisaremos o movimento desta gota.**

**1º) Clique no botão “MV – ACELERAÇÃO VARIÁVEL” e digite a velocidade terminal igual a 40 m/s.**

- a) Observe a tabela e o gráfico. O que está acontecendo com a aceleração?
- b) O que está acontecendo com a velocidade e com o espaço?
- c) Qual a velocidade nos instantes 5s, 10s, 15s e 20s?
- d) Em algum momento a aceleração é nula. E o que acontece com a velocidade nesse instante.
- e) Qual o deslocamento ( $\Delta S$ ) entre os instantes  $t = 15 \text{ s}$  e  $15,5 \text{ s}$ . E entre os instantes  $t = 19,5 \text{ s}$  e  $20 \text{ s}$ .

- f) Em algum momento a velocidade se torna constante? A partir desse instante classifique esse movimento.

**2º) Digite uma nova velocidade terminal igual a 60 m/s.**

- a) Observe a tabela e o gráfico. O que está acontecendo com a aceleração?
- b) O que está acontecendo com a velocidade e com o espaço?
- c) Qual a velocidade nos instantes 5s, 10s, 15s e 20s?
- d) Em algum momento a aceleração é nula. E o que acontece com a velocidade nesse instante.
- e) Qual o deslocamento ( $\Delta S$ ) entre os instantes  $t= 15s$  e  $15,5s$ . E entre os instantes  $t= 19,5s$  e  $20s$ .
- f) Em algum instante a velocidade tende a ser constante. A partir desse instante classifique esse movimento.

Com base na segunda lei de Newton, você saberia explicar o porquê da gota atingir uma velocidade terminal?

## Apêndice – Programa Estudo dos Movimentos

Prezado(a) Professor(a),

O produto educacional aqui apresentado é um programa foi desenvolvido para funcionar no Excel – Microsoft, necessitando da versão Excel 2010 ou superior. Denominamos o programa como ESTUDOS DOS MOVIMENTOS, e é o produto de uma pesquisa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UnB. Foram desenvolvidos em conjunto roteiros de aprendizagem para auxiliar o uso do programa. O programa é um recurso didático auxiliar ao ensino dos estudos do MRU, MRUV e movimento com aceleração variável. Ele possui algumas planilhas em que propomos o estudo destes movimentos. Nossa proposta é a de que o aluno aprenda através da análise das tabelas e dos gráficos orientados por roteiros. Ressaltamos que o programa inova ao apresentar uma proposta para o ensino do movimento com aceleração variável, mesmo que no ensino médio os alunos ainda não conheçam o cálculo diferencial e integral, o programa realiza esses cálculos utilizando o método de integração numérica de Euler.

Ressaltamos ainda que na tela de abertura do programa encontramos “botões” que encaminham para as planilhas que se queira estudar, em cada planilha o aluno conseguirá digitar alguns valores para os parâmetros, tais como: “velocidade”, “velocidade inicial”, “espaço inicial”, “aceleração”, dentre outras. O programa realiza cálculos e apresenta tabelas e gráficos, sendo assim um material auxiliar ao aprendizado desses conteúdos.

Dessa forma, esperamos que o senhor (a) faça um bom proveito didático do material proposto. Mais informações podem ser obtidas consultando a dissertação de mestrado intitulada “Uso de planilhas eletrônicas como ferramentas auxiliares no ensino-aprendizagem de cinemática”.

Atenciosamente,

JÚLIO CÉSAR SOUZA MARQUES