

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE FÍSICA - IF  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 36

Kleverson Lopes Guimarães

**Uso do simulador Modellus para o ensino de Física: uma sequência didática para o ensino de lançamento de projéteis**

Maceió

2025

**Kleverson Lopes Guimarães**

**Uso do simulador Modellus para o ensino de Física: uma sequência didática para o ensino de lançamento de projéteis**

Dissertação apresentada ao Polo 36 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Ensino de Física.  
Orientador: Dr. Frederico Passos

Maceió  
2025

## FICHA CATALOGRÁFICA

### **Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

G963u Guimaráes, Kleverson Lopes.

Uso do simulador Modellus para o ensino de física : uma sequência didática para o ensino de lançamento de projéteis / Kleverson Lopes Guimaráes. – 2025.

115 f. : il. color.

Orientador: Frederico Salgueiro Passos.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Física. Maceió, 2025.

Inclui produto educacional.

Inclui bibliografias.

Apêndices: f. 79-115.

1. Sequência didática. 2. Teoria de Ausubel. 3. Software Modellus. 4. Lançamento de projéteis. 5. Ensino de física. I. Título.

CDU: 53:371.3



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**INSTITUTO DE FÍSICA**

**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 36 - UFAL**  
Campus A. C. Simões - Av. Lourival de Melo Mota, S/Nº.  
Tabuleiro dos Martins - 57.072-970 - Maceió - AL - Brasil  
Tels.: Direção: (82) 3214-1645; Coordenação Graduação: (82) 3214.1421;  
Coordenação Pós-Graduação: (82) 3214-1423 / 3214 – 1267

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE**  
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**“USO DO SIMULADOR MODELLUS PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA  
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE LANÇAMENTO DE  
PROJÉTEIS”.**

**por**

***Kleverson Lopes Guimarães***

A Banca Examinadora composta pelos professores, Dr. Frederico Salgueiro Passos (Orientador), do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Dr. Ricardo Batista do Carmo, do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Piranhas e Dr. André Luís Baggio, do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), consideram o candidato **aprovado**.

Maceió/AL, 29 de agosto de 2025.

Documento assinado digitalmente



**FREDERICO SALGUEIRO PASSOS**  
Data: 29/08/2025 17:41:11-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Frederico Salgueiro Passos

Documento assinado digitalmente



**RICARDO BATISTA DO CARMO**  
Data: 29/08/2025 19:06:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ricardo Batista do Carmo

Documento assinado digitalmente



**ANDRE LUIS BAGGIO**  
Data: 29/08/2025 20:20:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. André Luís Baggio

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha mãe, Quitéria, que sempre me apoiou em continuar os estudos; à minha querida esposa, Jéssica Karla, que sempre esteve junto na minha caminhada acadêmica, e ao meu filho, Antônio Jorge, a quem espero dar muito orgulho.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Agradeço ao meu orientador, Frederico Salgueiro Passos, pelo apoio e por todo o conhecimento transmitido.

À minha mãe, Quitéria Lopes, e aos meus irmãos, Adelmo Barbosa e Wendell Taffarel, por ter me dado um essencial apoio familiar.

À minha esposa, Jéssica Karla, por ter me dado apoio em toda a minha caminhada acadêmica.

Ao meu filho, Antônio Jorge, por ser fonte de força para vencer cada batalha.

À minha querida madrinha, Nadja França, por sempre me dar conselhos pertinentes.

A todos os meus amigos, que sempre me incentivaram a continuar.

Ao polo 36 do Mestrado Profissional, por toda a ajuda e aconselhamentos, em especial ao professor Wagner.

## RESUMO

Este trabalho trata de uma sequência didática baseada nas teorias de aprendizagem de Ausubel, com foco na criação de uma sequência didática, voltada para a utilização de uma simulação no simulador Modellus, a fim de ensinar o assunto de lançamento de projéteis. O simulador Modellus traz algumas vantagens que podem ser aliadas no processo de ensino do docente, podendo auxiliar o professor em um dos principais problemas para o ensino de ciências em geral, que é a falta de um laboratório adequado para o ensino de ciências. Com esse laboratório virtual o professor pode cobrir a carência de equipamentos que faltam no laboratório para um experimento adequado e ainda estimular o aluno, pois o laboratório é, de maneira virtual, algo que atualmente o aluno tem grande domínio. A sequência didática apresentada no trabalho serve como uma opção a mais para o professor usar em suas aulas e tem como objetivo principal melhorar o ensino de Física nas escolas, com foco no ensino de lançamento de projéteis. A sequência apresentada tem como objetivo tornar o aluno protagonista do ensino, pois são eles que atuam no ensino com o auxílio do simulador, deixando o professor como mediador do processo de ensino-aprendizagem. Com o uso do simulador, o professor tem um vasto leque de trabalho, podendo criar simulações para os alunos alcançarem seus objetivos ou também pode atuar como mediador para que tais estudantes criem as próprias simulações, deixando-os trabalharem um dos principais fatores que são cobrados na formação de um cidadão, que é o uso da criatividade. O simulador também pode auxiliar os alunos a entenderem como funciona um processo de programação, no qual eles criam simulações e conseguem juntar o ensino teórico a uma prática. Com o simulador, o professor consegue também cobrir algumas lacunas que são deixadas na aula expositiva, como o de associar o conteúdo a um movimento. Tendo em vista a dificuldade de fazer com que os alunos consigam associar o que é falado em sala de aula a algo do dia a dia, o simulador consegue ser um auxílio ao professor. Além disso, o simulador também se torna um facilitador na parte matemática, pois os alunos não precisam resolver cálculos e montar gráficos no papel, uma vez que a própria máquina consegue fazer esse processo de maneira bastante simples e intuitiva. A presente pesquisa, foi feita através da abordagem metodológica mista e teve como um de seus principais instrumentos a aplicação de questionários diagnósticos para avaliar o conhecimento prévio dos alunos. A aplicação inicial de um questionário com quatro perguntas sobre conceitos de lançamento de projéteis, como "oblíquo" e "parabólico", e sobre a relação da matemática com o movimento, revelou que a grande maioria dos alunos não possuía o conhecimento

ideal sobre o assunto. Os resultados mostraram que 95% dos alunos não sabiam o significado de "oblíquo" e 93% não sabiam o de "parabólico". Além disso, 83% dos participantes não conseguiram associar uma equação de segundo grau a um tipo de movimento específico. Essa defasagem inicial demonstrou a necessidade de uma abordagem de ensino mais prática e visual, justificando a utilização do simulador Modellus na sequência didática proposta. A análise dos questionários aplicados após a intervenção pedagógica, juntamente com a observação das simulações criadas, permitiu avaliar a eficácia da ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Lançamento de Projéteis, Simulação, Modellus.

## ABSTRACT

This work deals with a didactic sequence based on Ausubel's learning theories, focusing on the creation of a didactic sequence aimed at the use of a simulation in the Modellus simulator to teach the subject of projectile launch. The Modellus simulator brings some advantages that can be allied in the teacher's teaching process, and can help the teacher in one of the main problems for science teaching in general, which is the lack of an adequate laboratory for science teaching. With this virtual laboratory, the teacher can cover the lack of equipment that is missing in the laboratory for an adequate experiment and still stimulate the student because the laboratory is virtual, a factor that the student of today has great mastery. The didactic sequence presented in the work serves as one more option for the teacher to use in his classes and has as its main objective to improve the teaching of physics in schools, with a focus on the teaching of projectile launches. The sequence presented aims to make the student the protagonist of teaching, they are the ones who act in teaching with the help of the simulator and leaves the teacher as a mediator of the teaching-learning process. With the use of the simulator, the teacher has a wide range of work, being able to create simulations for students to achieve a goal or can also act as a mediator for students to create their own simulations, letting students work, one of the main factors that are charged in the formation of a citizen, which is the use of their creativity. The simulator can also help students understand how a programming process works, where they create simulations and manage to combine theoretical teaching with practice. With the simulator, the teacher can also cover some gaps that are left in the expository class, such as associating the content with a movement, we know how difficult the task of making students able to associate what is said in the classroom with something from their daily lives is, the simulator can help the teacher in this role. We can also put the simulator as a facilitator in the mathematical part, where students do not need to solve calculations and assemble graphs on paper, the simulator can do this process in a very simple and intuitive way.

**Keywords:** Physics Teaching, Projectile Throwing, Simulation, Modellus.

**SUMÁRIO****SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>09</b>
<b>CAPÍTULO 1. ENSINO DE FÍSICA.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 2. SIMULAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 3. SIMULADOR MODELLUS.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 4. METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO 5. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO 6. FÍSICA DO MOVIMENTO DE PROJETEIS .....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 7. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO 8. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>100</b>

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho é acompanhado de um breve relato sobre a motivação a realizar tal pesquisa. O ensino não é algo simples de ser feito, precisa-se que os alunos tenham uma base consistente dos conceitos das séries anteriores e, com isso, identificar o que o aluno sabe ou não, a fim de, a partir desse ponto, criar estratégias para que a aprendizagem seja eficaz.

É uma necessidade ter clareza do que o aluno já sabe no momento em que lhe é apresentado um conteúdo novo, já que o conhecimento a ser construído por ele é, na verdade, uma reconstrução que se apoia no conhecimento prévio de que dispõe. O conhecimento prévio é o conjunto de ideias, representações e informações que servem de sustentação para essa nova aprendizagem, ainda que não tenham necessariamente uma relação direta com o conteúdo do que se quer ensinar (Weisz, 2006, p.93).

Infelizmente, a grande maioria dos alunos que chegam no ensino médio tem uma parte matemática muito defasada e o conhecimento sobre ciências é bastante superficial, fazendo com que o rendimento em Física seja abaixo do esperado, como mostram os resultados do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA). Os resultados do país mostram essa realidade que é enfrentada na escola; no PISA de 2022, o Brasil ocupou a 65ª posição em conhecimentos matemáticos e a 62ª em conhecimentos sobre ciências, dos 81 países que participaram da pesquisa.

Os alunos chegam no ensino médio com o conhecimento básico bastante precário, por isso, se faz necessário o apoio da família para o rendimento do aluno


A família que acompanha o processo de aprendizagem do filho poderá auxiliá-lo no momento que surgem dificuldades escolares. Logo, se a família acompanhar o rendimento dos filhos em sala de aula, estes dificilmente enfrentarão situações de defasagem no aprendizado. (Casarin, 2007, p.19)

Além disso, uma parte imprescindível, evidentemente, é a vontade do aluno em aprender os conceitos. Pode-se dizer que um padrão ideal de aluno de ensino médio seria uma base sólida, uma família que o apoie em sua vida emocional, a vontade de aprender, entre outras. Esse ideal, no entanto, é uma realidade que, infelizmente, é muito difícil de acontecer. Se focarmos apenas na parte do ensino de Física, as notícias também não são boas; quando estudava no ensino médio, a rede pública estadual de Alagoas contava com 4 aulas semanais de Física, hoje temos apenas

1 aula por semana, no 1º ano do ensino médio, 1 aula no 2º ano, e, oficialmente, nenhuma aula de Física no 3º ano do ensino médio.

A figura 1, mostra a matriz curricular do ano de 2024, da Formação Geral Básica.

Figura 1 - Matriz Curricular do Estado de Alagoas em 2024



Secretaria de Estado da Educação

ALAGOAS GOVERNO

ESCOLA 101

**MATRIZ CURRICULAR 2024**

**ENSINO MÉDIO - TEMPO INTEGRAL 7 HORAS\***

**TRILHA DE APROFUNDAMENTO "ÁGUAS NATURAIS"**

///	ÁREAS DO CONHECIMENTO Ateliês Pedagógicos	COMPONENTES CURRICULARES	1ª Série		2ª Série		3ª Série	
			CHS	CHA	CHS	CHA	CHS	CHA
FORMAÇÃO GERAL BÁSICA	LINGUAGENS E SUAS TECNOLOGIAS	Língua Portuguesa	4	160	2	80	2	80
		Educação Física	2	80	2	80	2	80
		Arte	1	40	1	40	0	0
		Língua Inglesa	1	40	1	40	0	0
	MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS	Matemática	4	160	2	80	2	80
	CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	Química	1	40	1	40	0	0
		Física	1	40	1	40	0	0
		Biologia	2	80	1	40	2	80
	CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS	História	1	40	1	40	2	80
		Geografia	1	40	1	40	0	0
Filosofia		1	40	1	40	0	0	
Sociologia		1	40	1	40	0	0	

Fonte: educacaointegral.org.br

Diante de todos esses fatores que dificultam a atuação do professor, ele deve usar estratégias diferentes para tentar conseguir atingir o objetivo de ensinar sua disciplina de formação. A ideia do simulador ajuda bastante ao professor, pois ele consegue alcançar pontos que na aula tradicional ficam mais difíceis e mais demorados. Essa percepção veio por meio da disciplina Atividades Computacionais para o Ensino Médio e Fundamental no Mestrado, onde conhecemos o simulador Modellus e aprendemos a usá-lo. Com esse simulador o professor consegue ganhar tempo em relação as aulas tradicionais, pois é sabido o quanto é trabalhoso montar um gráfico em um quadro branco. Com o simulador, ele consegue fazer vários quadros em menos tempo.

Outro fator que o simulador consegue ajudar o professor a economizar tempo é na questão de mostrar o que está acontecendo quando usamos uma equação. A equação no quadro é um elemento matemático que, na maioria das vezes, os alunos seguem os passos e conseguem resolver, sem saber o que está acontecendo; com o simulador, porém, ele insere a equação e tem um comportamento do que está acontecendo.

A decisão acerca de usar o assunto de lançamento de projéteis se justifica, tendo em vista o êxito de ter conseguido aliar o assunto físico a alguns comportamentos no esporte, com o intuito de mostrar aos alunos que, por exemplo, uma falta cobrada por cima da barreira ou um lançamento de uma bola de basquete podem ser explicados pelas leis da Física e, assim, tentar resolver um dos problemas citados acima, que é a falta de vontade do aluno em relação à aprendizagem. Cremos que, se ele conseguir visualizar esse processo no cotidiano, conseguiremos instigar a curiosidade do aluno.

A Física, como uma ciência experimental e por trabalhar com sistemas dinâmicos, precisa de uma parte bem estruturada em laboratório. Infelizmente, a grande maioria das escolas do Estado de Alagoas não possuem um laboratório para se trabalhar essa parte prática da Física, e as que possuem, não tem uma estrutura ideal para se realizar um trabalho bem feito. Com os simuladores computacionais, podemos pelo menos diminuir esse empecilho que atrapalha o professor, pois mesmo se a escola não possuir diversos computadores para cada aluno operar no simulador, o professor pode, através de uma projeção, usar o simulador e mostrar virtualmente como ocorrem alguns fenômenos que ficariam inviáveis apenas com as equações matemáticas e resoluções de problemas matemáticos. Em nosso caso específico, é muito difícil o professor demonstrar o movimento de projéteis apenas com o uso do quadro, através de equações e gráficos feitos manualmente. Nesse caso, o simulador consegue auxiliar o professor a mostrar e alinhar o uso das equações com o fenômeno a ser estudado.

Com o laboratório virtual, o professor consegue vencer a barreira que existe para a construção de um laboratório adequado para experimentos complexos em diversas áreas, como a mecânica, termologia, eletricidade e magnetismo. Consegue mostrar aos alunos como os fenômenos ocorrem, e que a equação matemática é uma linguagem para explicar e prever o que vai acontecer.

O simulador pode ser mais uma opção que o professor pode usar para motivar o aluno, com o uso de desafios ou metas a serem alcançadas, tendo em vista que a falta de interesse do aluno é umas das grandes dificuldades para o docente.

Nesta era de informação e tecnologia, onde dispositivos inteligentes e telefones celulares são uma necessidade básica da sociedade, concentrar-se em estudos sem distrações é bastante difícil. Com acesso à internet 24 horas por dia, 7 dias por semana, envolvimento em sites de redes sociais e um mundo de videogames à sua disposição, encontrar tempo para estudar ativamente é muito difícil (Machado e Massolin, 2022).

Nos tempos atuais de avanço enorme no campo da tecnologia, a escola recebe alunos que sabem e gostam de manusear elementos virtuais, e o professor pode aproveitar isso como forma de engajar o aluno, tendo presente que a cada dia está ficando mais difícil fazer com que o estudante se interesse por algo relacionado à ciência. O uso de simuladores também consegue alcançar umas das competências específicas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A competência de sigla (EM13CNT101) diz que o aluno deve analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso de recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

Um dos objetivos do trabalho é dar a opção ao professor de criar um laboratório; mesmo de maneira virtual, é um laboratório que consegue suprir a necessidade que a maioria das escolas do Estado tem. Com o Modellus, o professor tem uma opção a mais de tentar alcançar seu aluno, e fazer com que o ensino de Física seja feito da melhor maneira, mesmo com todos os entraves criados para atrapalhar esse objetivo.

Nos capítulos seguintes falaremos sobre como está o ensino de Física de uma maneira geral, das dificuldades de se efetivar o ensino, do currículo que a cada dia a mais prejudica a disciplina, e a diferença de como os simuladores podem auxiliar o papel do docente. No capítulo 3, destacaremos a importância do uso dos simuladores no ensino, e como eles podem auxiliar o professor no papel docente. No capítulo 4, falaremos de uma simulação específica do Modellus, de como funciona, como é a interface e como é possível montar uma simulação. No capítulo 5, falaremos sobre a teoria de aprendizagem de Ausubel, que foi usado como base para o trabalho, falando do conhecimento prévio do aluno, subsunçores e de como o simulador se encaixa nessa teoria de aprendizagem. No capítulo 6, destacamos a parte teórica da Física, do lançamento de projéteis. No capítulo 7, falaremos sobre a sequência didática, da sua importância para o processo de ensino-aprendizagem e de como a sequência do produto educacional foi realizado. No capítulo 8, destacamos os resultados e aplicações do produto educacional criado no trabalho.

## CAPÍTULO 1. ENSINO DE FÍSICA

Quando falamos em educação Brasileira os resultados não são bons. Basta observar os resultados no site da OCDE/ PISA, onde o Brasil, no ano de 2018, por exemplo, ocupava as últimas colocações, fato que não é exclusividade desse período. Se fecharmos mais o campo e falarmos do ensino de Física, os resultados não fogem do padrão do PISA.

Atualmente, no ensino médio o ensino de Física vem sofrendo algumas alterações; por exemplo, no primeiro ano os alunos tem apenas uma hora-aula de Física. Essas alterações no ensino de Física não são recentes e podemos dizer que

O ensino de Física já sofreu com algumas “crises de existência”, de como deveria ser a abordagem da Física aos alunos, por exemplo, em 1956 existiu um projeto no MIT para a renovação do currículo nos Estados Unidos (Moreira, 2000, p.94).

No Brasil também houve tentativas de mudanças no sentido de como ensinar a Física, “como a mudança de base nos livros para os projetos, ou de livros que usassem abordagens diferenciadas, como o GREF, mas a maioria sem muito êxito”. Moreira (2000, p.95).

Até hoje existem várias tentativas de obter êxito no ensino em geral, e no ensino de Física não é diferente, como cita Moreira (2018) quando fala que existem alguns pesquisadores excelentes na área de ensino de Física, mas a qualidade do ensino não consegue acompanhar essa excelência. Os motivos são diversos, como:

A carga horária semanal que chegou a 6 horas-aula por semana, hoje é de 2 ou menos. Aulas de laboratório praticamente não existem. Faltam professores de Física nas escolas e os que existem são obrigados a treinar os alunos para as provas, para as respostas corretas, ao invés de ensinar Física (Moreira, 2018, p.73).

Os problemas citados acima se referem à parte estrutural do ensino. Se pegarmos a parte profissional do docente, temos casos como:

a desvalorização da carreira docente na Educação Básica no Brasil. No discurso, a educação é sempre prioritária; na prática, as condições do trabalho, em muitos casos, são vergonhosas. Baixos salários, muitos alunos, elevada carga horária semanal, falta de apoio na formação continuada, currículos que não passam de uma lista de

conteúdos a serem cumpridos, preparação dos alunos para a testagem (Moreira, 2018, p.73).

Ensinar Física não é tarefa fácil, porém, como o papel de ensinar é do professor é tarefa dele buscar alguns meios estratégicos para tentar vencer, ou ao menos diminuir os prejuízos que a desvalorização da Física vem sofrendo ao longo do tempo. Algumas estratégias devem ser abordadas pelo professor, e uma das alternativas é o uso da tecnologia como sua aliada, entre elas, o uso de simulações, que é uma excelente alternativa para uma melhor visualização do fenômeno pelo aluno. A tecnologia faz parte do cotidiano dos alunos, os quais a usam para a maioria das atividades que realizam.

É óbvio que, no contexto atual, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) deveriam permear o ensino de Física. Mas isso não acontece. Como já foi destacado, esse ensino é o mesmo de sempre: aulas expositivas e listas de problemas, quadro-de-giz (slides em PowerPoint é a mesma coisa), livro de texto único (ou apostila única), conteúdos Desatualizados, aprendizagem mecânica (“decoreba”) de fórmulas e respostas corretas” (Moreira, 2018, p.76).

Dessa forma, a simulação faz um papel importante no ensino de Física, e funciona como um excelente auxiliar para o professor.

Simulações computacionais, modelagem computacional, laboratórios virtuais deveriam estar naturalmente integrados ao ensino de Física no século XX. A simulação pode fazer com que o aluno consiga visualizar alguns conteúdos da Física que fica apenas no imaginário, por exemplo, o assunto carga elétrica depende exclusivamente do desenho que o professor faz no quadro, com o uso da simulação a interação visual melhora em alguns aspectos, os alunos conseguem “movimentar” a carga e assim ele mesmo criar atalhos mentais para a construção do conceito trabalhado. (Moreira, 2018)

Se analisarmos ao pé da letra, os conceitos de Física estão em diversos lugares no cotidiano do aluno, mas aos poucos o sistema de ensino brasileiro vai colocando a Física como uma matéria sem muita importância para a vida do estudante. Como citado acima por Moreira (2018), o sistema de ensino já teve 6 aulas semanais de Física, e se compararmos com os dias atuais, no currículo da rede estadual de Alagoas, os alunos tem direito a apenas uma aula de Física no 1º ano do ensino médio, uma no 2º ano e nenhuma no 3º ano. Podemos observar que o professor que já possui diversas dificuldades em sala de aula para ensinar Física (como a falta de estrutura das escolas e a base matemática deficiente), o novo ensino médio coloca mais uma

barreira a ser enfrentada. Se comparado com o tempo de 6 aulas semanais, a disciplina de Física perdeu quase 90% de aulas, dificultando o que já não era simples. Assim “professores de Física são essenciais no ensino de Física. Mas suas condições de trabalho não lhes permitem buscar um verdadeiro ensino que conduza a uma verdadeira aprendizagem de Física” (Moreira, 2018, p.76).

O professor, com essas diversas barreiras, ainda assim deve cumprir o seu papel: ter que ensinar Física, apesar da redução na carga horária e, com isso, otimizar esse pouco tempo que dispõe. Uma alternativa é justamente o uso dos simuladores computacionais, que podem otimizar o tempo docente. Com eles, o aluno teria uma certa autonomia de aprender errando, e sem o professor correr riscos de acidentes que podem acontecer quando os alunos mexem com experiências. Com o simulador, o aluno exerce seu papel de protagonista e o professor, de mediador do ensino.

O professor, como profissional da área, deve ir em busca de uma solução, mas dificilmente conseguirá mudar todo o ensino de Física.

A simples iniciativa individual de professores dificilmente será suficiente para implementar mudanças tão radicais, além do que, o professor que se arriscar a implementar mudanças profundas vai se expor à crítica dos alunos e de suas famílias, que podem não entender ou não concordar com as propostas (Chiquetto, 2011, p.13).

A mudança do ensino de Física deve ser feita de maneira geral, incluindo a formação dos professores na Universidade, pois, na grande maioria das vezes aprendem no modo expositivo e matemático, fazendo com que reproduzam nas aulas do ensino básico, pois é a maneira que eles sentem segurança de passar o conteúdo, uma vez que assim aprenderam.

## CAPÍTULO 2. SIMULAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA

O uso de simulações pode ser um grande material de apoio para o professor no ensino de Física, “alguns pesquisadores defendem o uso da tecnologia de computadores na educação como uma nova mídia educacional, complementar a outras ferramentas pedagógicas” (Miranda, 2004, p.1). Se analisarmos alguns assuntos microscópicos, como a parte da eletrostática, eletrodinâmica ou qualquer outro que analisamos, o conceito físico, microscopicamente, pode ter o uso do simulador como um aliado interessante. Existem vários simuladores que podem contribuir com o professor, mas no trabalho apresentado aqui, focaremos no simulador Modellus.

O simulador PHET (*Physics Education Technology*) ajuda os estudantes a compreenderem conceitos através de cuidadosa visualização dos fenômenos, que não poderiam ser observados em aulas expositivas tradicionais, nem mesmo em experimentos didáticos de ensino médio, como, por exemplo, a movimentação dos elétrons em um fio condutor e o comportamento destes, quando a corrente for contínua ou alternada. O simulador PHET mostra de forma inteligente a diferença entre as correntes, o que facilita o ensino aprendizagem (Ferreira, 2016, p.12).

Se trouxermos para a realidade brasileira, onde a grande maioria das escolas não possuem laboratórios, e as que possuem não atendem a expectativa de uma mínima qualidade, os simuladores podem entrar como um auxiliar para suprir essa necessidade.

Programas de simulação tornam viáveis a qualquer momento, com acesso de diferentes locais, e com agilidade, a observação de fenômenos que só seria possível em laboratórios muito bem equipados. A utilização desta tecnologia virtual pode ajudar o entendimento dos diferentes aspectos, às vezes sutis, de um sistema físico, onde o aprendiz pode, ao mudar as condições da simulação, não só responder a questões sobre o sistema físico, mas fazer perguntas sobre ele, que é a forma de se criar conhecimentos em ciências (Miranda e Vanin, 2004, pg.2).

Outro aspecto importante é que o simulador consegue mudar um pouco a realidade da tão criticada aula expositiva, onde o aluno é apenas um ouvinte passivo. Com o uso do simulador ele consegue mexer no problema descrito, consegue interagir com o que está sendo mostrado, deixando de agir passivamente.

Um outro aspecto importante no uso dessas simulações é o fato do aluno poder atuar de forma independente na busca do entendimento da situação mostrada, fazendo ele

mesmo perguntas e procurando as respostas sobre uma dada situação Física, num processo de autorreflexão, diferentemente de uma atividade automática ou meramente reprodutiva de situação semelhante já vista, como são muitas das atividades usualmente propostas aos estudantes (Miranda e Vanin, 2004, pg.2).

Com a simulação os alunos podem mexer no sistema, sem correr risco nenhum, e a partir dessa autonomia ser protagonista do que está sendo aprendido, fato que na aula expositiva não é possível com tanta facilidade, pois muitas vezes o aluno fica engessado a problemas matemáticos e a teoria Física fica apenas em segundo plano. “O Laboratório Virtual, enquanto estratégia de ensino tem a finalidade de complementar à ação docente em sala de aula, a fim de trabalhar conceitos abstratos de maneira experimental” (Fonseca, 2013, p.1).

A sociedade vem passando por uma grande transformação tecnológica, onde as redes sociais exercem muita influência nos alunos. Nesse contexto, o ensino não se adaptou, continuamos com o uso excessivo do quadro e giz, e a aula expositiva é o carro chefe da educação.

O ensino das diferentes ciências muitas vezes ainda se caracteriza pela utilização de métodos convencionais, baseados na transmissão de conhecimento por intermédio de aulas expositivas, em que a participação dos alunos, em sua maior parte, ocorre de forma passiva e individual (Cardinot e Namen, 2017. p.65).

Vários aspectos sociais se adequaram ao avanço tecnológico, seja o crescimento de lojas virtuais, seja a facilidade de se realizar transações bancárias através da tecnologia, mas a educação não acompanhou devidamente essas mudanças.

Nesse sentido, ferramentas de simulação podem estimular a pesquisa e investigação dos alunos ao longo do processo de aprendizagem, proporcionando oportunidades de visualização que não seriam possíveis em ambientes reais (Joolingen; Jong, 2007, apud Cardinot e Namen, 2017. p. 66).

Existem diversas simulações que podem ser adequadas ao ensino, entre elas está o MODELLUS, o PHET e o PYTHON, mas como dito antes, nesse trabalho vamos desenvolver nosso produto no simulador MODELLUS.

### CAPÍTULO 3. O SIMULADOR MODELLUS

O software Modellus foi desenvolvido e está sendo constantemente aprimorado por um grupo liderado pelo Prof. Vitor Teodoro, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, e tem como objetivo principal melhorar o ensino-aprendizagem da Física e de áreas afins.

O Modellus é um software que “permite a construção de um laboratório virtual, que, a partir de equações matemáticas simula modelos de fenômenos físicos” (Machado, 2009, p.46), que funciona para o professor como um excelente material de apoio, pois consegue associar o modelo matemático teórico com uma simulação prática.

Essa interação com o material tem a participação fundamental do aluno como protagonista, e consegue associar a fórmula matemática expressa com a parte visual do fenômeno

O software Modellus é uma ferramenta computacional que permite a construção e simulação de modelos de fenômenos físicos, químicos e matemáticos utilizando equações matemáticas que representam esses fenômenos (Feitosa, 2018, p.62).

Com esse ato de construir a equação e observar a simulação do fenômeno, podemos resolver alguns problemas que são evidenciados nas aulas expositivas, de “quadro e giz”. Com o uso do simulador o aluno consegue ver sentido na matemática utilizada no fenômeno, consegue também alterar alguns dados e observar o que acontece na simulação, dando sentido ao uso da matemática no fenômeno.

O software Modellus permite que alunos e professores realizem experiências proporcionadas pela construção e manipulação de modelos matemáticos para a resolução de cálculos e construção de gráficos que permitem uma exploração mais dinâmica e interativa [...] (Novais; Simião, 2001, p. 2).

No Modellus os alunos são protagonistas do aprendizado e auxilia o professor de maneira importante.

O mais importante do trabalho com o Modellus é que o aluno se preocupe, não apenas com as equações matemáticas, mas principalmente com a interpretação do significado

dos problemas. Ao realizarem experiências com modelos matemáticos, professores e alunos podem controlar, eles mesmos, as variáveis envolvidas na resolução dos problemas de Física (Feitosa, 2018, p.12).

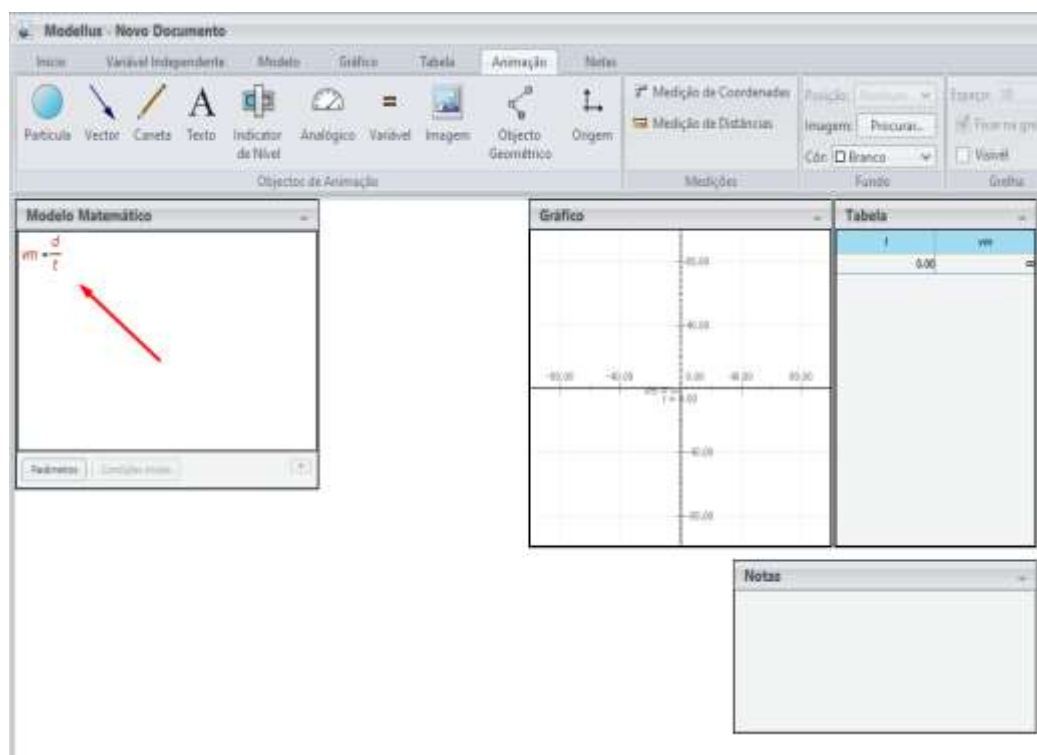
Além de observar os fenômenos expressos, o programa destaca muito bem alguns detalhes que são bastantes difíceis de serem assimilados e de serem explicados sem esse recurso, como os gráficos que explicam um fenômeno. É muito difícil em uma sala de aula o professor conseguir fazer vários gráficos que expliquem a situação demonstrada, com o Modellus, porém, o professor tem uma certa facilidade, pois o simulador consegue fazer vários gráficos ao mesmo tempo e de forma instantânea, facilitando o trabalho do professor, fazendo com que ele se torne apenas um auxiliar no uso do simulador, explicando os gráficos realizados pelo Modellus.

Além dos gráficos, o simulador consegue fazer tabelas simultaneamente com o gráfico e com a simulação, mais uma vez facilitando o trabalho do professor, que novamente atuará apenas como um mediador entre o simulador e o aluno.

Podemos resumir as principais funções do simulador Modellus em 4 tópicos.

- 1- Realizar cálculos numéricos baseados em equações e dados especificados pelo usuário, conforme mostra a figura 2.

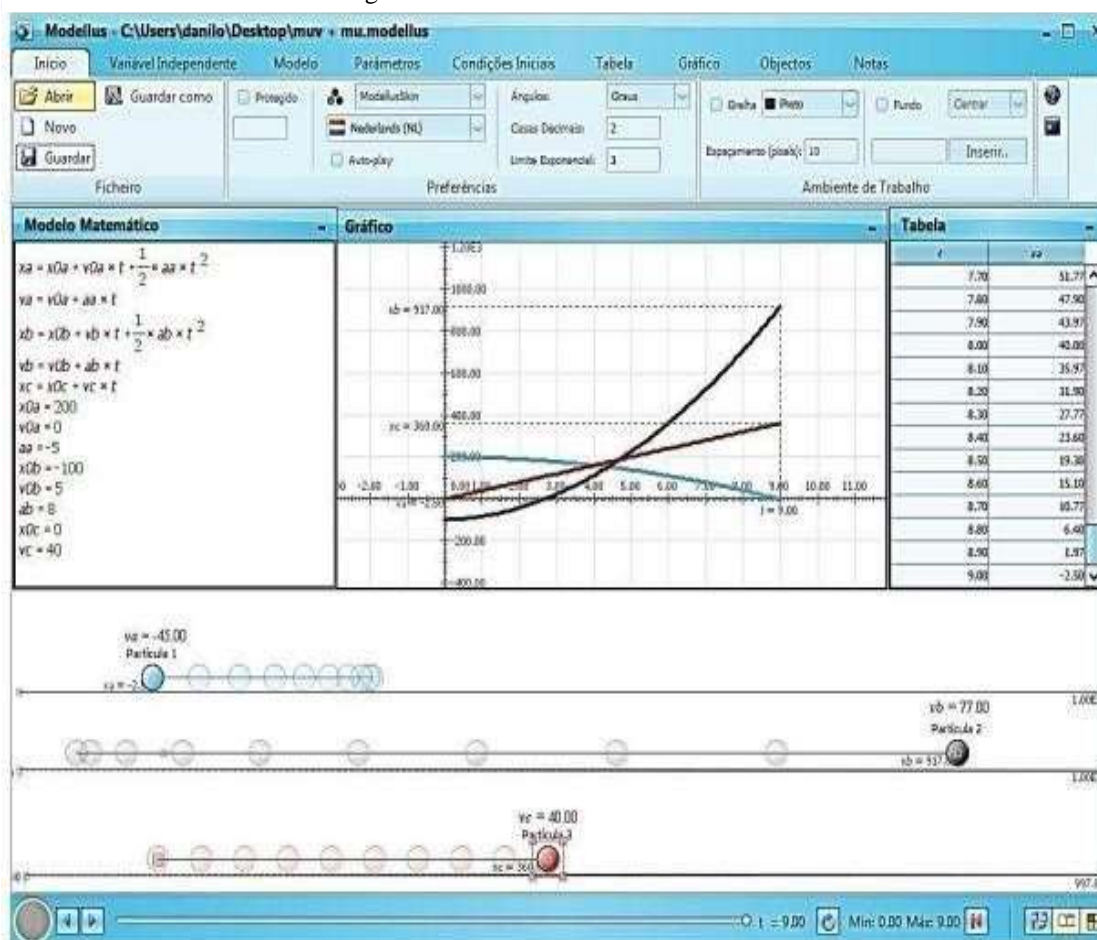
Figura 2 - interface do simulador Modellus



O simulador realiza os cálculos numéricos de acordo com as equações que os usuários escrevem e definem os parâmetros a serem seguidos. Essa função facilita bastante o professor, pois consegue suprir uma das principais dificuldades do aluno que é a realização do cálculo matemático.

2- Apresentar os resultados na forma de gráficos e tabelas, como mostra a figura 3.

Figura 3- interface do simulador Modellus

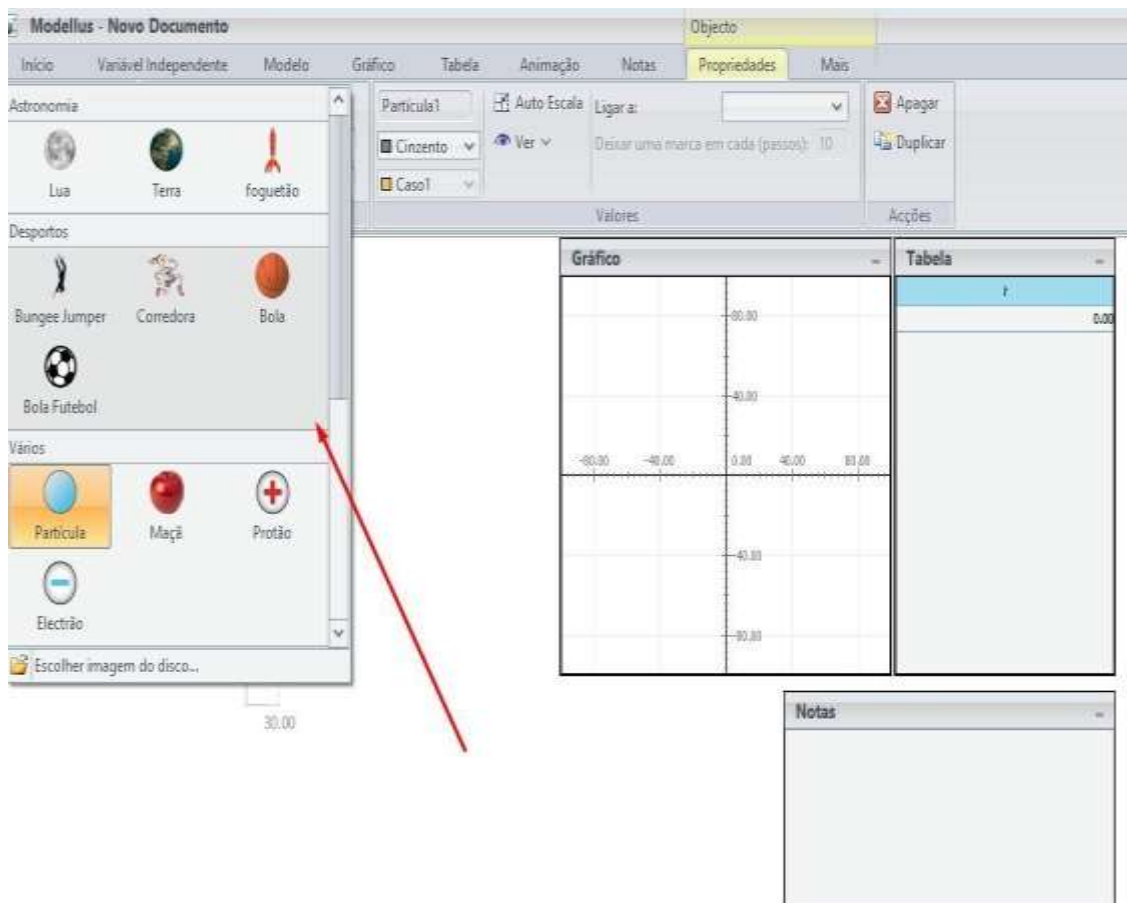


Fonte: Feitosa, 2018,p.12

Os resultados apresentados pelos cálculos matemáticos também são representados em gráficos e tabelas, o que mais uma vez facilita bastante o papel do professor, visto que, em uma aula tradicional ele perde muito tempo fazendo os gráficos e tabelas de determinado fenômeno. Com o simulador, a visualização dos gráficos e tabelas ficam mais dinâmica, facilitando, assim, o trabalho do professor.

3- Pode associar o modelo matemático a uma animação, conforme a figura 4.

Figura 4 - interface do simulador Modellus



Fonte: Simulador Modellus

O professor na sala de aula muitas vezes depende muito da criatividade dos seus discentes para poder imaginar determinadas situações. Com o Modellus, essa visualização fica mais clara, com diversos tipos de objetos que auxiliam ao professor na demonstração, podendo usar bolas de basquete, bolas de futebol, partículas, foguetes, planetas, entre outros. As animações proporcionadas pelo Modellus podem ser associadas a uma imagem que facilmente é colocada no programa, por exemplo, o aluno ou o professor podem fazer uma simulação de basquete usando uma imagem da quadra de basquete, que pode ser encontrada facilmente na internet.

4- Fazer medidas de distâncias e ângulos sobre uma imagem.

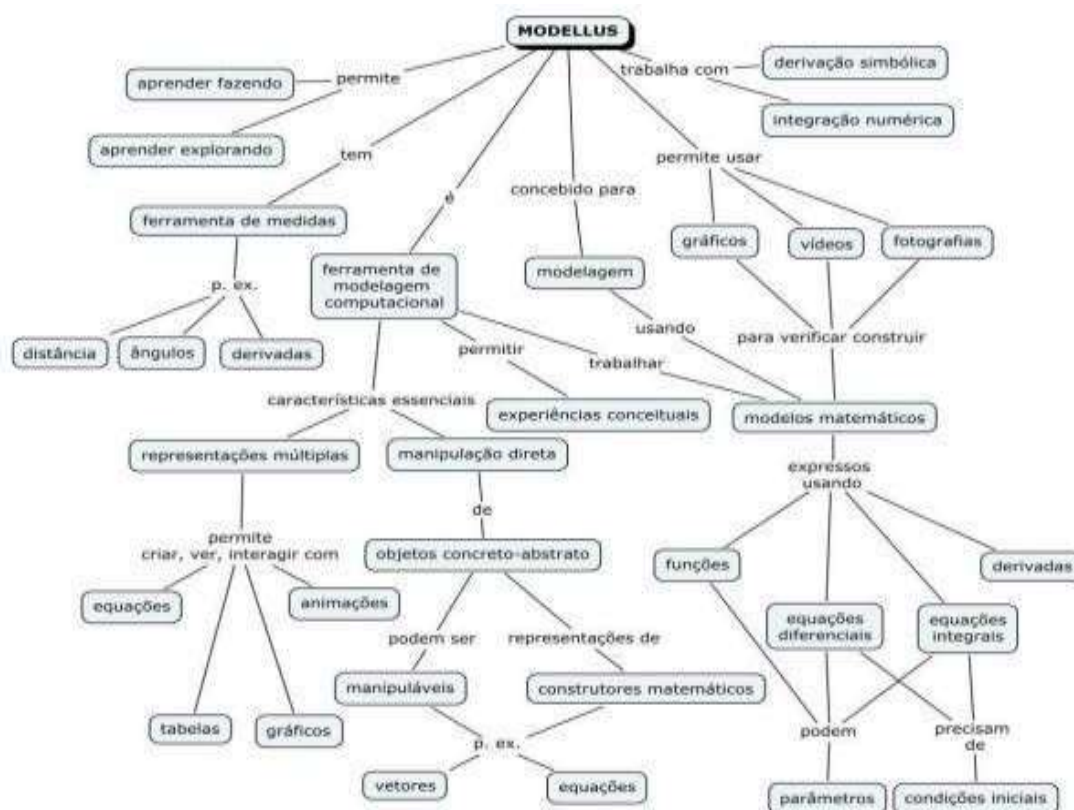
Essa função permite ao professor trabalhar com precisão a parte angular de determinado fenômeno, facilitando a visualização do aluno. Na aula tradicional, por falta de material, essa parte fica complexa.

5- Fazer medidas de distâncias e ângulos sobre uma imagem.

Essa função permite ao professor trabalhar com precisão a parte angular de determinado fenômeno, facilitando a visualização do aluno. Na aula tradicional, por falta de material, essa parte fica complexa.

A utilização do software Modellus foi bem resumida em um mapa conceitual feito por (Veit e Teodoro, 2002), onde o mapa resume as principais aplicações do Modellus em Física e Matemática.

Figura 5- mapa mental sobre as vantagens do simulador Modellus



Fonte: Veit e Teodoro, 2002

O mapa feito por Veit e Teodoro (2002) resume de maneira simples as vantagens do uso do Modellus, explicitando alguns conceitos teóricos da área, como a parte do aprendizado do aluno, bem como a parte do aprender-fazendo e aprender-explorando. Esses fatores fazem com que o aluno se torne o principal autor do aprendizado, sendo chamado de protagonista, e fazendo com que o professor se torne o mediador do conhecimento.

O Modellus possui uma característica que o diferencia dos outros softwares de aprendizagem, que é o fato de que, para usá-lo não é necessário nenhum conhecimento prévio de programação, pois o software é bastante intuitivo e simples de ser usado.

Esse software não requer conhecimento de linguagens de programação. O Modellus pode propiciar situações que facilitam a construção de significados, à medida que oferece ao aluno situações dinâmicas de aprendizagem, através de gráficos, tabelas e animações (Silva, 2014).

Esse fator se torna importante para o professor, uma vez que não é ensinado a trabalhar com programações, na universidade, e muita das vezes a grande quantidade de carga horária dos docentes faz com que a busca pelo conhecimento de outro assunto, mesmo que seja para uma melhoria da prática se torne inviável, e faz com que o docente rejeite qualquer outro tipo de metodologia que não seja a tradicional. Com o Modellus o professor terá que aprender a usá-lo, mas como já foi dito, o software é bastante intuitivo, fazendo com que o docente não demore muito tempo para dominá-lo, o que faz com que esse simulador saia na frente de outros softwares, que precisem de um domínio de programação.

O ensino de Física muitas vezes se torna bastante difícil de se passar pela grande dificuldade do professor conseguir relacionar o fenômeno trabalhado com o cotidiano do aluno, na grande maioria dos casos o aluno sente bastante dificuldade de associar o que o professor está ensinando com o cotidiano dele, dificultando o processo ensino-aprendizagem. Essa dificuldade pode ser diminuída drasticamente com o uso do laboratório pelo professor, associando o conteúdo com algo prático, porém a realidade da grande maioria das escolas públicas é a ausência de laboratórios ou laboratórios sem uma estrutura adequada. Os simuladores computacionais conseguem fechar a lacuna da estrutura, pois os fenômenos são feitos de forma totalmente virtual e ajuda o aluno no quesito observação do fenômeno trabalhado. “Os softwares de modelagem são ferramentas computacionais que facilitam a construção de modelos matemáticos que representam o cotidiano, tornando os processos de ensino e de aprendizagem mais próximo da realidade do aluno” (NEIDE e PASTANA, 2018, p. 3).

Entre os softwares de modelagem experimental, o Modellus consegue criar diversos cenários de experimentos físicos associados a modelagem matemática. O software Modellus é um software de distribuição gratuita na internet e sua criação foi feita pela faculdade de ciências e tecnologia da universidade nova de Lisboa.

O Software Modellus permite que alunos e professores realizem experiências proporcionadas pela construção e manipulação de modelos matemáticos para a resolução de cálculos e construção de gráficos que permitem uma exploração mais dinâmica e interativa (NOVAIS e SIMIAO, 2011, p.2.)

O simulador Modellus também consegue facilitar na parte do acesso a simulação, as escolas públicas do Brasil possuem uma grande dificuldade quando falamos do acesso a

internet, e o software Modellus por não precisar estar conectado a internet, ajuda bastante ao professor a sanar essa dificuldade.

Entre as muitas possibilidades de uso de uma ferramenta computacional, para modelar situações e fenômenos do mundo real, no contexto do ensino, o Software Modellus é uma das mais poderosas, visto que, sua distribuição é gratuita e não é necessário estar conectado à internet (CHWIF e MEDINA, 2010).

O Modellus quando comparado com outros softwares de modelação, tem uma diferença que pode ser muito vantajosa no quesito autonomia do estudante. A maioria dos simuladores já vem com sua modelagem pronta e o estudante apenas altera os dados para alcançar um objetivo, no Modellus o estudante pode montar uma simulação sem conhecimento básicos sobre programação.

O software Modellus permite ao usuário explorar modelos elaborados por outras pessoas (atividade exploratória) ou elaborar seus próprios modelos matemáticos (atividade expressiva) sem haver a necessidade de conhecimento profundo de linguagem de programação ou metáforas simbólicas. Os modelos matemáticos podem ser definidos a partir de funções, derivadas, taxa de variação, equações diferenciais e diferenças finitas, que podem ser escritas na “janela modelo” quase da mesma forma como se escreve no quadro negro ou mesmo numa folha de papel. (MENDES e COSTA, 2012. p.4)

Por ser um simulador digital, o Modellus consegue chamar a atenção do aluno, fator que é importantíssimo no processo ensino-aprendizagem.

O uso da tecnologia e a utilização de tarefas de modelação implementadas em sala de aula conferem oportunidades para os alunos fazerem escolhas sobre como aprender, podendo tirar proveito dos pontos fortes dos seus estilos de aprendizagem. Por exemplo, o uso de software utilizado com diversos fins, pode ajudá-los a desenvolver as capacidades cognitivas e aprender o conteúdo que está a ser lecionado, despertando os seus talentos e os seus interesses (SOARES E CATARINO, 2015, p.39)

O professor com o uso do simulador abre o leque no campo de escolha do aluno, podendo trabalhar simulações que despertem o interesse do aluno. Vamos ver mais adiante no nosso trabalho que os alunos podem criar simulações de acordo com suas preferências, podendo criar simulações com esportes, com animes, com carros e diversos outros elementos.

O Modellus é uma ferramenta que permite aos alunos e professores efetuarem experiências utilizando modelos matemáticos definidos pelo utilizador sem necessidade da utilização de outros modos de simbolismos que não aqueles que os alunos aprenderam em sala de aula. (SOARES E CATARINO, p.41).

Com o auxílio do Modellus o professor pode atuar como um mediador em sala e deixar os alunos usarem sua criatividade na criação de simulações de acordo com suas preferências, mas o Modellus também pode ser usado de uma maneira que o professor guie os alunos para um determinado objetivo como, por exemplo, acertar uma cesta de basquete que é a simulação

que trabalhamos na sequência didática que será apresentada. No nosso trabalho, tentamos abordar essa duas vertentes do uso do simulador, uma parte com os alunos criando simulações de suas preferências, porém sem fugir do tema principal que é o lançamento de projéteis, como também abordamos uma simulação pronta onde os alunos tem como objetivo acertar a bola na cesta de basquete.

O simulador Modellus serve também para otimizar o problema de pouca carga horária que o professor de Física vem passando. Atualmente na rede estadual de Alagoas, a carga horária das aulas de Física é de 1 aula por semana, ou seja, um tempo insuficiente para um bom trabalho. Com o simulador o professor pode otimizar esse tempo ganhando tempo na formulação matemática e construção de gráficos. O simulador Modellus consegue ao mesmo instante rodar a simulação e construir diversos gráficos, também consegue mostrar o que acontece com a simulação quando os parâmetros matemáticos são alterados. Se comparado com a aula tradicional, conhecida popularmente como aula tradicional essa parte matemática e de construção de gráficos leva muito tempo do professor, e como já falamos o professor não tem um tempo ideal para trabalhar esses parâmetros.

“O software Modellus, em particular, apresenta-se como uma alternativa promissora para melhorar o ensino de Física, proporcionando uma interface amigável e poderosos recursos para simulação e modelagem de fenômenos físicos” (SANTOS , 2024). O Modellus possui uma interface bastante intuitiva, facilitando muito o trabalho do professor, os alunos com pequenas instruções conseguem realizar as tarefas pedidas e até montar simulações, fazendo assim com que o professor otimize o tempo de aula para alcançar seu objetivo.

O ensino de Física ganha muito no quesito aprendizagem quando ensinado em laboratórios, pois é uma ciência experimental. Porém caímos em um grande problema que a muito tempo não é resolvido que é o de falta de laboratórios para o ensino experimental. No estado de Alagoas a grande maioria das escolas não possui laboratório e as que possuem não são laboratórios de qualidade para o ensino de Física. Para criar-se laboratórios de qualidade precisa-se de recursos que normalmente não são colocados para parte de ensino, o Modellus pode auxiliar o professor nesse problema gerado na escola, pois é um software gratuito e que não precisa do uso de internet para seu funcionamento conseguindo assim valorizar a aprendizagem ativa e a construção de conhecimento por meio de situações reais assim como no laboratório físico.

Se comparado com o laboratório físico, podemos citar algumas vantagens do simulador Modellus, como a visualização de elemento matemáticos como comportamentos de gráficos instantaneamente a reprodução do fenômeno, pode-se observar no simulador Modellus, por exemplo, um gráfico distância versus tempo no mesmo instante que um carro se movimenta na simulação, situação que em um laboratório físico não é possível. Além disso, o Modellus oferece recursos que vão além da replicação de experiências físicas, ele permite simular

situações idealizadas, testar hipóteses em tempo real, modificar parâmetros livremente e observar efeitos em escalas temporais e espaciais variadas. “Uma das mais importantes características dos programas de modelagem é a possibilidade de construir múltiplas representações de uma mesma situação” (TEODORO, 2002. p.88) Tais possibilidades seriam inviáveis ou impraticáveis em ambientes físicos. Assim, o software amplia o leque de fenômenos acessíveis aos estudantes e fomenta a exploração investigativa com menor custo e maior segurança.

O uso do Modellus no ensino de Física é uma estratégia pedagógica promissora, capaz de promover aprendizagens mais significativas e facilitar a compreensão de conceitos abstratos. No contexto da cinemática, algumas dissertações desenvolvidas no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) abordam o potencial didático do software, com destaque para os trabalhos de Amorim (2018) e Ramos (2021).

Amorim (2018) comparou a aprendizagem de alunos em turmas com e sem o uso do software, evidenciando ganhos mais expressivos no grupo que teve acesso às simulações. A pesquisa reforça a ideia de que recursos computacionais, quando bem integrados às estratégias de ensino, podem favorecer a construção de conhecimentos de forma mais ativa e contextualizada. Por sua vez, Ramos (2021) concentrou-se na elaboração de um manual de uso do Modellus, com foco nos conteúdos de cinemática, fornecendo uma proposta metodológica estruturada para professores interessados na utilização do software.

Esses trabalhos exerceram influência direta na concepção da presente dissertação, que busca avançar na proposta por meio de uma sequência didática com base em simulações, com ênfase no lançamento oblíquo, conteúdo que exige do aluno a articulação nos conceitos da cinemática em duas dimensões. A intenção é expandir o escopo de aplicação do Modellus, promovendo um ensino mais investigativo e visualmente apoiado.

Adicionalmente, outros estudos também contribuem para esse percurso. Santos (2006) investigou o desempenho de estudantes do ensino médio com o uso do Modellus, constatando avanços na aprendizagem dos conceitos físicos. O estudo é relevante por apresentar evidências do impacto positivo da ferramenta já nas séries iniciais do ensino médio, sugerindo sua aplicabilidade em diferentes contextos escolares. Em um trabalho mais recente, Cesarino dos Santos (2023) explorou o uso do software na abordagem dos conteúdos de Trabalho e Energia, mostrando que, ao interagirem com os modelos, os alunos não apenas compreendem melhor os conceitos, mas também assumem papel mais ativo no processo de aprendizagem, o que contribui para sua motivação e envolvimento.

Para uma visão mais abrangente sobre o uso do Modellus no ensino de Física, destaca-se o levantamento realizado por Sousa (2022), que analisou produções científicas entre 1997 e 2020. O estudo evidencia a diversidade de aplicações do software, mas também aponta lacunas

importantes, especialmente quanto a conteúdos que exigem maior elaboração matemática ou que não se enquadram diretamente nas funcionalidades oferecidas pelo programa. Essa observação reforça a relevância de trabalhos que busquem explorar novas possibilidades de aplicação, como a sequência didática aqui proposta para o lançamento oblíquo.

Dessa forma, esses estudos fornecem não apenas de comparativo e motivação para este trabalho, mas também justificam sua pertinência, ao evidenciar tanto os benefícios quanto os desafios do uso do Modellus no ensino de Física. Portanto, o objetivo aqui é contribuir com a ampliação das experiências didáticas envolvendo simulações, promovendo um ensino mais dinâmico, visual e centrado no aluno.

## CAPÍTULO 4. METODOLOGIA DE PESQUISA

Dentro do vasto universo metodológico, destacam-se duas abordagens principais: a pesquisa quantitativa e a pesquisa qualitativa. Embora distintas em suas premissas e métodos, ambas são essenciais e, muitas vezes, complementares na construção de uma compreensão aprofundada da realidade.

A pesquisa quantitativa se caracteriza pela sua objetividade e pela busca por mensurar e expressar em números os fenômenos estudados. Seu foco reside na coleta de dados numéricos, na utilização de métodos estatísticos para análise e na generalização dos resultados para uma população maior. Conforme Creswell (2014), essa abordagem é ideal para testar teorias, estabelecer relações de causa e efeito, descrever características de uma população e prever comportamentos. Instrumentos como questionários estruturados, levantamentos e experimentos são comumente empregados para coletar informações que possam ser codificadas e analisadas estatisticamente. A força da pesquisa quantitativa reside em sua capacidade de oferecer precisão, replicabilidade e a possibilidade de inferências estatísticas robustas.

Por outro lado, a pesquisa qualitativa adota uma perspectiva mais interpretativa e subjetiva, buscando compreender em profundidade os significados, as experiências e as percepções dos indivíduos. Ao invés de números, o foco recai sobre narrativas, discursos, observações e interações sociais. Minayo (2007) ressalta que essa abordagem é particularmente útil para explorar fenômenos complexos, desenvolver teorias emergentes, compreender contextos específicos e investigar questões "o quê", "por quê" e "como" de forma mais aprofundada. Entrevistas semiestruturadas e não estruturadas, grupos focais, observação participante e análise de documentos são técnicas amplamente utilizadas na coleta de dados qualitativos. A riqueza da pesquisa qualitativa reside em sua capacidade de capturar a complexidade da experiência humana e oferecer insights valiosos sobre motivações e processos.

É crucial reconhecer que, apesar de suas diferenças inerentes, as abordagens quantitativa e qualitativa não são mutuamente exclusivas. Pelo contrário, a combinação de ambas, conhecida como pesquisa de métodos mistos, tem ganhado cada vez mais relevância. Conforme Johnson e Christensen (2019), essa integração permite que os pesquisadores explorem um fenômeno sob múltiplas perspectivas, validando achados de uma abordagem com os de outra e enriquecendo a compreensão geral. Por exemplo, uma pesquisa pode iniciar com um levantamento

quantitativo para identificar padrões em uma grande população, e em seguida, utilizar entrevistas qualitativas para aprofundar a compreensão das razões por trás desses padrões.

Em síntese, tanto a pesquisa quantitativa quanto a qualitativa são ferramentas indispensáveis no arsenal do pesquisador. A escolha da abordagem mais adequada depende dos objetivos da pesquisa, da natureza do fenômeno estudado e das questões a serem respondidas. A pesquisa quantitativa oferece a amplitude e a capacidade de generalização, enquanto a pesquisa qualitativa proporciona a profundidade e a compreensão contextual. Ao invés de considerá-las abordagens opostas, é mais produtivo vê-las como complementares, cada uma contribuindo com uma peça única para o vasto e complexo quebra-cabeça do conhecimento científico. A sinergia entre elas permite uma investigação mais holística e robusta, impulsionando o avanço do saber em suas diversas manifestações.

No campo da pesquisa científica, a busca por uma compreensão aprofundada e multifacetada de fenômenos complexos tem impulsionado a evolução das abordagens metodológicas. Historicamente, a pesquisa tem sido dicotomizada em quantitativa e qualitativa, cada uma com suas próprias forças e limitações. Contudo, o reconhecimento de que a realidade raramente se encaixa em uma única caixa levou ao surgimento e à crescente popularidade da pesquisa de métodos mistos. Essa abordagem inovadora representa uma fusão estratégica de paradigmas, visando explorar um fenômeno sob diversas lentes e, assim, construir um conhecimento mais completo e robusto.

A pesquisa de métodos mistos é definida pela coleta, análise e integração de dados quantitativos e qualitativos em um único estudo ou em uma série de estudos. Seu principal objetivo é transcender as limitações inerentes a cada abordagem individual, aproveitando as forças de ambas para responder a questões de pesquisa que seriam difíceis de abordar com um único método (Creswell & Plano Clark, 2018). Em vez de ver as abordagens quantitativa e qualitativa como opostas, a pesquisa de métodos mistos as enxerga como complementares, oferecendo diferentes perspectivas sobre o mesmo objeto de estudo.

As razões para empregar métodos mistos são diversas e poderosas. Uma das mais comuns é a complementaridade, onde os resultados de uma abordagem ajudam a elucidar ou expandir os achados da outra. Por exemplo, dados quantitativos podem identificar padrões ou tendências em uma grande amostra, enquanto dados qualitativos podem aprofundar a compreensão das razões por trás desses padrões, fornecendo contexto e significado. Outra razão

é a corroboração, onde os resultados de diferentes métodos são comparados para verificar a consistência dos achados, aumentando a validade e a confiabilidade das conclusões. Além disso, os métodos mistos podem ser utilizados para desenvolvimento, onde uma fase da pesquisa informa e ajuda a projetar a fase seguinte, ou para iniciação, quando resultados inesperados de uma abordagem demandam uma nova perspectiva para serem compreendidos.

Existem diferentes delineamentos ou designs para a pesquisa de métodos mistos, cada um com sua lógica e sequência específicas. Os mais proeminentes incluem:

- Delineamento Sequencial Exploratório: Inicia-se com a coleta e análise de dados qualitativos para explorar um fenômeno e, a partir dos insights obtidos, desenvolve-se uma fase quantitativa para testar ou generalizar os achados.
- Delineamento Sequencial Explicativo: Começa com a coleta e análise de dados quantitativos para identificar resultados significativos e, em seguida, utiliza a fase qualitativa para explicar ou aprofundar esses resultados.
- Delineamento Convergente Paralelo: Os dados quantitativos e qualitativos são coletados e analisados de forma independente e simultânea, e então os resultados são comparados ou combinados durante a interpretação para uma compreensão integrada.
- Delineamento Aninhado: Uma abordagem principal (quantitativa ou qualitativa) é predominante, e uma abordagem secundária é inserida dentro dela para responder a questões específicas ou para aprofundar determinados aspectos.

A implementação da pesquisa de métodos mistos, no entanto, não é isenta de desafios. Ela exige do pesquisador a familiaridade com ambos os paradigmas, a capacidade de integrar diferentes tipos de dados e a habilidade de interpretar resultados que podem, à primeira vista, parecer contraditórios. Contudo, os benefícios superam os obstáculos, pois essa abordagem oferece uma visão mais holística e matizada da realidade, enriquecendo o rigor científico e a aplicabilidade das descobertas.

Em suma, a pesquisa de métodos mistos representa um avanço significativo na metodologia científica, reconhecendo a complexidade do mundo real e a necessidade de múltiplas lentes para compreendê-lo. Ao integrar as forças da pesquisa quantitativa e qualitativa, ela permite que os pesquisadores construam uma narrativa mais completa, validada e contextualizada, impulsionando a produção de conhecimento com maior profundidade e relevância.

No nosso trabalho usamos a pesquisa que aborda uma abordagem qualitativa e quantitativa, conhecida como pesquisa mista. Analisamos a parte qualitativa do uso do simulador Modellus na abordagem dos alunos sobre o uso do simulador, na parte em que os alunos relatam facilidades na questão de aprendizagem, falando sobre como o uso do simulador facilitam o aprendizado de determinado conteúdo e a parte qualitativa com os questionários propostos. Na abordagem qualitativa avaliamos todos os elementos e respostas dos alunos aos questionários que foram propostos e como os alunos reagiram ao simulador nas aulas, a parte quantitativa foi feita através das respostas dos alunos sobre os questionários feitos antes da aplicação e após a aplicação, na parte quantitativa colocamos gráficos para representar as respostas dos alunos aos questionários e de como eles impactam no processo da aplicação, por exemplo, na preparação das aulas a partir das respostas dos alunos. Toda abordagem qualitativa e quantitativa foi baseada na teoria de aprendizagem de Ausubel, que diz que o professor deve conhecer os conhecimentos prévios dos alunos para atuar em cima do que ele sabe e assim conseguir criar a ponte para um novo conteúdo.

## CAPÍTULO 5. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A grande curiosidade de como o ser humano aprende é tema de várias pesquisas no campo acadêmico. Entre os nomes mais conhecidos da área de teoria da aprendizagem estão Piaget e Vygotsky. Embora se considere as teorias desses autores de extrema importância quanto ao processo de aprendizagem, o tema aqui proposto se baseia principalmente na teoria de Ausubel.

David Paul Ausubel foi um Psicólogo e Pedagogo Americano que desenvolveu trabalhos sobre aprendizagens. Se consideramos somente o ambiente escolar

A teoria da aprendizagem de Ausubel propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam construir estruturas mentais utilizando, como meio, mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz” (Pelizzari, 2002, p.37).

Conhecida como teoria da aprendizagem significativa, a teoria de Ausubel valoriza os conhecimentos prévios do aluno ou conhecimentos de âncora como também é conhecido, como base primordial para o entendimento de um assunto seguinte. Para Ausubel, a aprendizagem se comporta de duas maneiras, ou a aprendizagem do conteúdo é significativa, quando o conhecimento prévio desse aluno consegue estabelecer uma ponte para o próximo conteúdo, ou a aprendizagem é mecânica sem estabelecer relação entre os conteúdos

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio”. (Pelizzari, 2022, p.38)

A aprendizagem significativa não condena o modelo tradicional de ensino, aula expositiva, mas que, para conseguir alcançar a tão esperada aprendizagem significativa, é preciso usar os conhecimentos de âncora dos alunos, usar os conhecimentos que os alunos já tem sobre determinado assunto e fazer esse como ponto inicial para o conteúdo. Nos casos em

que os alunos não possuem os conhecimentos prévios, o conhecimento mecânico é aceitável e indicado para criar uma interação com o conteúdo e servir como âncora para os próximos conteúdos, “O conhecimento pré-existente que se modificará tornando-se mais abrangente e servindo assim de ancoradouro para aquisição de outras informações” (Oliveira, 2015, p.7).

Na nossa sequência didática o objetivo é usar os conhecimentos prévios dos alunos para tentar agir em cima deles, usar o simulador Modellus para corrigir possíveis erros e em cima deles conseguir transmitir o conteúdo de maneira mais robusta, sempre criando uma ponte com o próximo conteúdo.

Não é tarefa fácil identificar o conhecimento prévio de cada aluno, mas é uma parte essencial para o processo que o professor consiga perceber esses conhecimentos, “é preciso que o docente identifique estes conhecimentos e desenvolva mecanismos de aprendizagem significativa para que conteúdo possa ser internalizado pelos discentes de forma efetiva” (Santos, 2018, p.13). Para que isso ocorra o professor deve usar materiais que consigam criar essa ponte entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento, que na teoria da aprendizagem significativa recebe o nome de material potencialmente significativo

Os mecanismos de aprendizagem significativa podem se personificar em procedimentos metodológicos de ensino, que integrem recursos didáticos que possam tornar o conteúdo a ser internalizado em material potencialmente significativo, tal como o software Modellus. Estabelecendo assim, a ancoragem ou ligações de ideias preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos construídas ao longo do tempo (Santos, 2018, p.14).

O Modellus, se bem utilizado, pode se tornar um material potencialmente significativo, pois possui alguns aspectos que se adequam ao processo de ancoragem. Com o software, o aluno consegue manobrar o material fazendo assim as conexões necessárias que chamamos de ponte para a aprendizagem significativa, colocando o professor no papel de mediador do assunto, conseguindo assim atuar em pontos cruciais para a aprendizagem, atuando exatamente no ponto em que cria a ponte entre o que o aluno sabe e o que ele vai aprender.

É de extrema importância que o docente consiga dar significado ao conteúdo exposto.

A significância do ensino-aprendizado é fator muito importante, pois o aluno aprende melhor e mais rápido, visualizando onde e quando aquele conteúdo será aplicado no seu cotidiano. É evidente que o professor quando explica um conteúdo fazendo relação entre teoria e prática, torna os conteúdos visíveis, fornecendo suporte para um melhor aprendizado (Oliveira, 2015, p.7)

Com essa significância do conteúdo, o aluno terá um domínio melhor sobre determinado tema, fazendo esse novo aprendizado de âncora para os próximos. É importante lembrar que, pela teoria de Ausubel, o fator mais importante para o aprendizado é aquilo que o aluno já sabe e, a partir desses fatores, atuar em cima deles para dar significância ao conteúdo. Então para dar significância ao que está sendo passado, o docente deve saber os conhecimentos prévios dos alunos para agir em cima deles, o que remete a uma avaliação diagnóstica sobre o tema e fazendo assim com que o professor atue em cima dos conhecimentos que os alunos possuem, que são definidos por Ausubel como subsunçores.

É relevante ressaltar que os subsunçores não devem ser escolhidos de forma arbitrária pelos professores, é necessário que eles identifiquem, dentro do conteúdo que será ministrado, os conhecimentos prévios que os alunos devem possuir, pois apenas dessa forma que a ancoragem será realizada de maneira adequada, gerando assim uma aprendizagem para vida do aluno. Entretanto, quando o estudante não possuir os subsunçores é necessário que o professor realize uma revisão para que eles adquiram. (Beraldo, 2022, p.16)

A Física nos dias atuais é vendida como uma disciplina que basta você memorizar a fórmula que você já aprende a Física em geral. Isso vem da grande indústria que prepara macetes para vestibulares. Muitos dos docentes já se depararam com o aluno dizendo que aprendeu o assunto pois sabia a fórmula do sorvetão. Mas essa forma de memorização vai totalmente contra ao que Ausubel relata sobre a aprendizagem significativa.

Para Ausubel a memorização e o aprender, são concepções distintas, ou seja, para ele o aluno que realiza processos massivos de repetições em muitos momentos realiza apenas o processo de memorização, e não de aprendizagem, pois quando o aluno adquire o conhecimento o mesmo terá um significado e será ancorado há outros conhecimentos. (Beraldo, 2022, p.14)

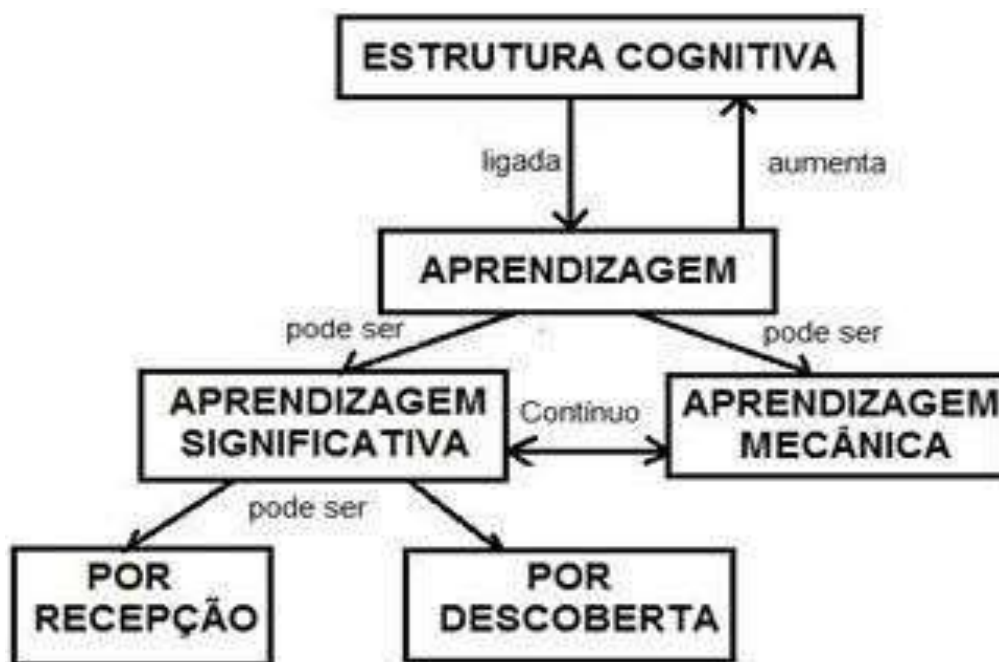
Então memorizar determinado assunto é diferente de aprender o conteúdo. Com a memorização o aluno não consegue dar significado, e assim esse conhecimento não servirá de forma adequada como âncora para os outros conhecimentos.

Na aprendizagem mecânica as novas ideias, as novas informações não se relacionam de forma lógica e clara com nenhuma ideia existente na estrutura cognitiva, ou seja, na estrutura cognitiva desse indivíduo não existe o conceito de subsunçor, não existe um ponto de ancoragem, um ponto onde a nova informação possa se ancorar, então a nova informação vai ser incorporada a estrutura cognitiva de forma mecânica, como ao decorar uma nova informação,

ela será armazenada de forma arbitrária, não se garantindo a flexibilidade do uso e nem a longevidade (Nascimento, 2019, p.13).

O mapa conceitual construído por (Nascimento, 2019), exemplifica bem a maneira que ocorre os processos de aprendizagem.

Figura 6 - mapa conceitual exemplificando como ocorre os processos de aprendizagem



Fonte: Nascimento, 2019

O aluno pode aprender de forma significativa ou de forma mecânica, por exemplo, um aluno que decorou e sabe utilizar as fórmulas matemáticas, que resolveu exercícios similares aos que caíram na prova, pode sim tirar uma nota excelente em uma avaliação, porém a aprendizagem dele não é considerada significativa, pois esse conhecimento provavelmente será descartado por ele mesmo e para ele não tem significado nenhum. Vale ressaltar que quando o aluno não possui nenhum conhecimento prévio, a aprendizagem mecânica pode ser considerada um subsunçor. O aluno não possui conhecimento prévio nenhum e a aprendizagem mecânica vira subsunçor até que novas informações sejam passadas para o indivíduo e consigam de forma significativa fazer parte da estrutura cognitiva do aluno.

## CAPÍTULO 6. FÍSICA DO MOVIMENTO DE PROJÉTEIS

Esse capítulo tem como objetivo dar uma base teórica sobre a física que será trabalhada na sequência didática. Na nossa sequência usaremos a física do movimento de projéteis associada aos esportes, pois vejo que, se associarmos o assunto teórico e ligarmos ao um tema específico, como esportes, conseguiremos engajar melhor os alunos ao conteúdo. O capítulo atual falará sobre a física dos projéteis em geral sem ligarmos a um tema específico.

### MOVIMENTO DE PROJÉTEIS

Se falarmos de uma partícula que se move em um plano vertical com velocidade inicial  $V_0$  e com uma aceleração constante, igual a aceleração de queda livre  $g$ , dirigida para baixo, definimos esse tipo especial de movimento como movimento de projéteis. Muitos esportes tem esse tipo de movimento em seus movimentos, como o futebol ao se cobrar uma falta sobre a barreira, o basquetebol ao se lançar a bola na cesta, entre outros. Esse foi um dos motivos de trazermos esse trabalho para um tema norteador que é o esporte.

Nossa primeira análise será sobre quando esse tipo de movimento não sofre a resistência do ar. Quando o movimento bidimensional não sofre a influência do ar e com velocidade inicial  $v_0$  podemos descrever a equação da seguinte forma:

$$v_0 = v_{0x}\hat{i} + v_{0y}\hat{j} \quad (1)$$

As componentes  $v_{0x}$ , e  $v_{0y}$  podem ser calculadas se conhecermos o ângulo  $\theta$  entre  $v_0$  e o semieixo  $x$  positivo:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta \quad \text{e} \quad v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta \quad (2)$$

Durante o movimento bidimensional a posição e a velocidade do projétil mudam continuamente, mas o vetor aceleração é constante e sempre dirigido para baixo, ou seja, o projétil não possui aceleração horizontal. Um fator interessante desse tipo de movimento é que

o movimento horizontal e o movimento vertical se comportam de forma independentes, ou seja, um não interfere no outro.

## ANÁLISE DO MOVIMENTO HORIZONTAL

Se analisarmos o lançamento de projéteis em duas partes uma no movimento horizontal e uma no movimento vertical, podemos observar algumas características interessantes. Analisando o movimento vertical, como não existe aceleração nessa direção, a velocidade não sofre alteração fazendo assim que a componente  $v_{0x}$  permaneça em todo o seu movimento durante a trajetória. Em qualquer instante  $t$ , o deslocamento horizontal do projétil em relação a posição inicial  $x - x_0$ , é dado por

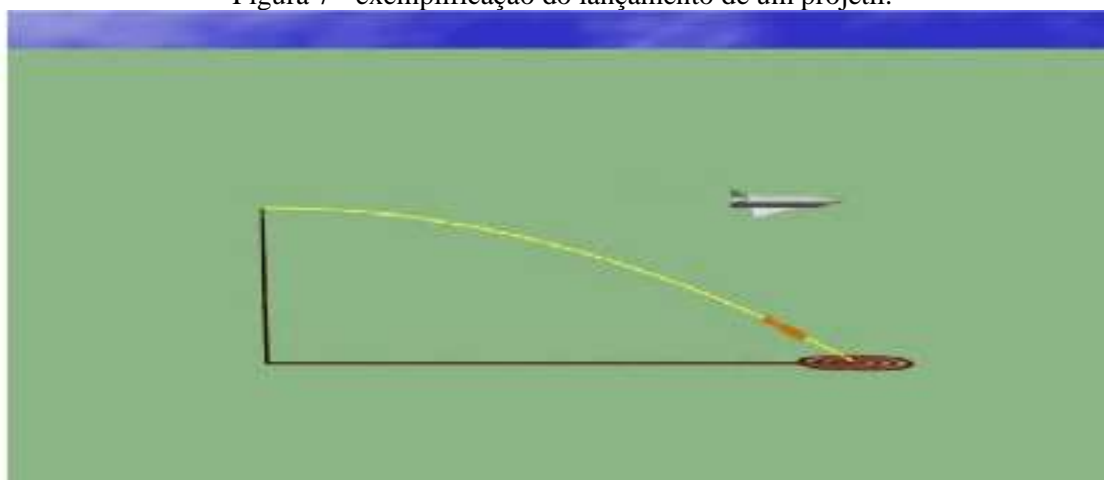
$$x - x_0 = v_{0x}t \quad (3)$$

Substituindo a parte  $x$  da equação 2 na equação 3, temos:

$$x - x_0 = v_0 \cdot \cos \theta \cdot t \quad (4)$$

A figura 7 demonstra o que foi relatado.

Figura 7 - exemplificação do lançamento de um projétil.



Fonte: casadasciencias.org

Mesmo sendo solto do avião o míssil consegue manter a mesma velocidade no eixo  $x$  do avião. Caindo no solo exatamente abaixo do avião.

## MOVIMENTO VERTICAL

Para o movimento vertical devemos levar em conta a aceleração que o corpo sofre para baixo em todo o movimento, como a aceleração durante o movimento é constante podemos considerar essa parte como um movimento em queda livre com aceleração  $g$  que, como sempre é voltada para baixo, usamos  $-g$  na equação da queda livre, lembrando também de substituir o eixo  $x$  pelo eixo  $y$ . Fazendo essas substituições, temos:

$$y - y_0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (5)$$

Substituindo o eixo  $y$  da equação 2 em 5, temos:

$$y - y_0 = (v_0 \text{sen} \theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (6)$$

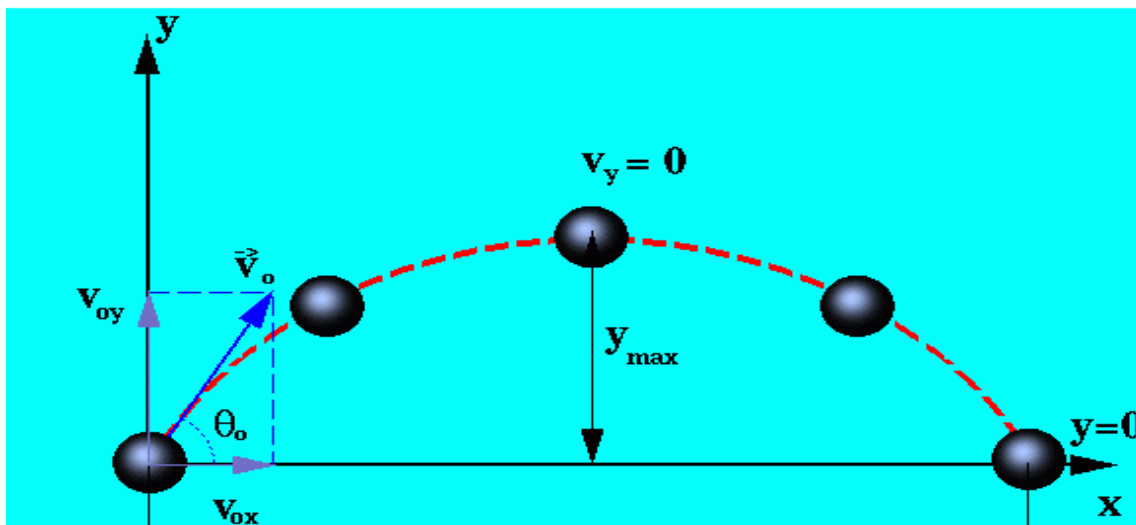
Podemos fazer a mesma relação com as equações da velocidade em função do tempo, onde se tornam:

$$v_y = v_0 \text{sen} \theta - gt \quad (7)$$

$$v_y^2 = (v_0 \text{sen} \theta)^2 - 2g(y - y_0) \quad (8)$$

A figura 8 exemplifica bem o que está descrito

Figura 8 - representação das velocidades de um lançamento nos eixos  $y$  e  $x$



Fonte: app.planejativo.com

Observa-se que a velocidade no eixo  $y$  varia a todo instante, inicialmente, quando está se dirigindo para cima, seu módulo diminui continuamente até chegar a zero, que é a altura máxima atingida. Em seguida, a componente vertical da velocidade muda de sentido e seu módulo passa a aumentar com o tempo.

### EQUAÇÃO DA TRAJETÓRIA

Podemos encontrar a equação da trajetória eliminando o tempo das equações 4 e 6. Para fazermos isso isolamos  $t$  na equação 4, onde temos:

$$t = \frac{x - x_0}{v_0 \cos \theta} \quad (9)$$

Substituindo o resultado em 6, temos:

$$y - y_0 = (v_0 \sin \theta) \frac{x - x_0}{v_0 \cos \theta} - \frac{1}{2} g \left( \frac{x - x_0}{v_0 \cos \theta} \right)^2 \quad (10)$$

Resolvendo algebricamente, tomando  $y_0 = 0$ , temos:

$$y = x \operatorname{tg} \theta - \frac{gx^2}{2(v_0 \cos \theta)^2} \quad (11)$$

### ALCANCE HORIZONTAL

O alcance horizontal  $R$  de um projétil é a distância horizontal percorrida pelo projétil até voltar a sua altura inicial que é a altura de lançamento. Para determinar o alcance  $R$  fazemos  $x = x_0 = R$  na equação 4 e  $y - y_0 = 0$  na equação 6, obtendo as equações

$$R = (v_0 \cos \theta)t \quad \text{e} \quad 0 = (v_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (12)$$

Eliminando  $t$  nas duas equações, temos:

$$R = \frac{2v_0^2}{g} \sin \theta \cdot \cos \theta \quad (13)$$

Usando a identidade  $2\theta = 2 \sin \theta \cdot \cos \theta$ , temos:

$$R = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta \quad (14)$$

É importante lembrar que essa equação não fornece o alcance horizontal quando a altura de lançamento é diferente da altura do alcance e que o alcance máximo ocorre quando temos para um ângulo de lançamento  $45^\circ$ , exceto quando a altura entre o ponto de partida e chegada são diferentes.

### AÇÃO DA RESISTÊNCIA DO AR

Agora vamos analisar a influência da ação da resistência do ar.

#### Queda vertical com resistência linear

Nessa etapa iremos estudar os corpos em movimentos apenas no eixo  $y$ , sendo então,

movimentos unidimensionais, sendo lançados de uma altura  $y_0$  para cima ou para baixo, tomando o centro da Terra como referência e a ação da força gravitacional como medida.

Considerando como exemplo a queda de um objeto onde a resistência atua de forma linear, temos a resistência do ar proporcional a queda do objeto. Pela segunda lei de Newton temos que a taxa de variação temporal do momento linear dado por:

$$F_y = \frac{dP_y}{dt} = P - R \quad (15)$$

A partir da equação 15, temos:

$$m \frac{dv_y}{dt} = mg - \gamma v_y \quad (16)$$

Podemos escrever a equação 16, que é exata e separável como:

$$\frac{1}{mg - \gamma v_y} dv_y = \frac{1}{m} dt$$

Integrando, temos:

$$\int_0^{v_y} \frac{1}{mg - \gamma v_y} dv_y = \int_0^t \frac{1}{m} dt$$

chamando  $u = mg - \gamma v$ , temos  $du = -\gamma dv$  e assim  $\frac{-1}{\gamma} du = dv$ , a partir daí, temos:

$$\frac{-1}{\gamma} \int_{mg}^{mg - \gamma v_y} \frac{1}{u} du = \frac{1}{m} \int_0^t dt$$

Resolvendo, temos:

$$-\frac{1}{\gamma} \ln \left( \frac{mg - \gamma v_y}{mg} \right) = \frac{t}{m}$$

Organizando a equação, temos:

$$\ln \left( \frac{mg - \gamma v_y}{mg} \right) = -\frac{t\gamma}{m}$$

A partir dessa equação, temos:

$$\frac{mg - \gamma v_y}{mg} = e^{-\frac{t\gamma}{m}}$$

Dessa forma, a velocidade atingida será dada por:

$$1 - \frac{\gamma v_y}{mg} = e^{-\frac{t\gamma}{m}}$$

Isolando  $v_y$ , temos

$$v_y(t) = \frac{mg}{\gamma} \left( 1 - e^{-\frac{t\gamma}{m}} \right)$$

## LANÇAMENTO OBLÍQUO COM RESISTÊNCIA DO AR

Vamos analisar um lançamento oblíquo onde ocorre a resistência do ar.

Considerando a resistência linear com a velocidade do corpo, na forma

$$\vec{R} = -\gamma\vec{v}$$

As forças que atuam sobre o corpo em lançamento são apenas a força gravitacional e a resistência do ar, assim pela segunda lei de Newton, temos:

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{P} + \vec{R}$$

Escrevendo em termos vetoriais, temos:

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -mg\hat{j} - \gamma\vec{v}$$

Ajustando a equação temos:

$$m \frac{dv_x}{dt} \hat{i} + m \frac{dv_y}{dt} \hat{j} = -mg\hat{j} - \gamma v_x \hat{i} - \gamma v_y \hat{j}$$

O que nos fornece o sistema de equações desacopladas

$$\begin{cases} m \frac{dv_x}{dt} = -\gamma v_x \\ m \frac{dv_y}{dt} = -mg - \gamma v_y \end{cases}$$

Resolvendo a equação para o eixo x, temos:

$$m \frac{dv_x}{dt} = -\gamma v_x$$

Ajustando a equação, temos:

$$\frac{dv_x}{v_x} = -\frac{\gamma}{m} dt$$

Integrando, temos:

$$\int_{v_{x_0}}^{v_x} \frac{dv_x}{v_x} = -\frac{\Upsilon}{m} \int_0^t dt$$

Resolvendo, temos:

$$\ln v_x - \ln v_{x_0} = -\frac{\Upsilon t}{m}$$

Usando as propriedades dos logaritmos, temos:

$$\ln \left( \frac{v_x}{v_{x_0}} \right) = -\frac{\Upsilon t}{m}$$

Resolvendo a equação, temos:

$$\frac{v_x}{v_{x_0}} = e^{-\frac{\Upsilon t}{m}}$$

Que resulta em:

$$v_x(t) = v_{x_0} e^{-\frac{\Upsilon t}{m}}$$

Onde temos:

$$v_x(t) = v_0 \cos \theta e^{-\frac{\Upsilon t}{m}}$$

Resolvendo em y , temos a seguinte equação diferencial.

$$m \frac{dv_y}{dt} = -mg - \Upsilon v_y$$

Organizando a equação, temos:

$$\frac{dv_y}{g + \frac{\Upsilon}{m} v_y} = -dt$$

Onde, temos:

$$\frac{dv_y}{\frac{\Upsilon}{m} \left( \frac{mg}{\Upsilon} + v_y \right)} = -dt$$

Onde temos:

$$\frac{dv_y}{\frac{mg}{\Upsilon} + v_y} = -\frac{\Upsilon}{m} dt$$

Integrando, temos:

$$\int_{v_{y_0}}^{v_y} \frac{dv'_y}{\frac{mg}{\Upsilon} + v'_y} = -\frac{\Upsilon}{m} \int_0^t dt$$

Realizando uma substituição simples de  $u = \frac{mg}{\Upsilon} + v'_y$ , teremos apenas uma integral de  $\frac{1}{u}$ , o que nos leva para:

$$\ln\left(\frac{mg}{\Upsilon} + v_y\right) - \ln\left(\frac{mg}{\Upsilon} + v_{y_0}\right) = -\frac{\Upsilon t}{m}$$

Resolvendo, temos:

$$\ln\left(\frac{\frac{mg}{\Upsilon} + v_y}{\frac{mg}{\Upsilon} + v_{y_0}}\right) = -\frac{\Upsilon t}{m}$$

Onde, temos:

$$\frac{\frac{mg}{\Upsilon} + v_y}{\frac{mg}{\Upsilon} + v_{y_0}} = e^{-\frac{\Upsilon t}{m}}$$

Organizando a equação, temos:

$$\frac{mg}{\Upsilon} + v_y = \left(\frac{mg}{\Upsilon} + v_{y_0}\right) e^{-\frac{\Upsilon t}{m}}$$

Que nos fornece:

$$v_y(t) = \left(\frac{mg}{\Upsilon} + v_{y_0}\right) e^{-\frac{\Upsilon t}{m}} - \frac{mg}{\Upsilon}$$

O que resulta, em:

$$v_y(t) = v_0 \text{sen}\theta e^{-\frac{\gamma t}{m}} - \frac{mg}{\gamma} (1 - e^{-\frac{\gamma t}{m}})$$

Da posse das velocidades, podemos determinar as posições. As duas equações diferenciais que temos, são:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v_0 \text{Cos}\theta e^{-\frac{\gamma t}{m}} \\ \frac{dy}{dt} = v_0 \text{sen}\theta e^{-\frac{\gamma t}{m}} - \frac{mg}{\gamma} (1 - e^{-\frac{\gamma t}{m}}) \end{cases}$$

Para o eixo x temos uma EDO separável que pode ser resolvida com a integral:

$$\int_0^x dx' = v_0 \text{Cos}\theta \int_0^t e^{-\frac{\gamma t'}{m}} dt'$$

Onde, temos:

$$x(t) = v_0 \text{Cos}\theta \cdot \left(-\frac{\gamma}{m}\right) (e^{-\frac{\gamma t}{m}}) - 1$$

O que resulta em:

$$x(t) = \frac{mv_0 \text{Cos}\theta}{\gamma} (1 - e^{-\frac{\gamma t}{m}})$$

No eixo y com a separação das variáveis, temos:

$$\frac{dy}{dt} = \left(\frac{mg}{\gamma} + v_0 \text{Sen}\theta\right) e^{-\frac{\gamma t}{m} - \frac{mg}{\gamma}} - \frac{mg}{\gamma}$$

Onde temos:

$$dy = \left[ \left(\frac{mg}{\gamma} + v_0 \text{Sen}\theta\right) e^{-\frac{\gamma t}{m} - \frac{mg}{\gamma}} - \frac{mg}{\gamma} \right] dt$$

Integrando, temos:

$$\int_0^y dy' = \int_0^t \left[ \left(\frac{mg}{\gamma} + v_0 \text{Sen}\theta\right) e^{-\frac{\gamma t'}{m} - \frac{mg}{\gamma}} - \frac{mg}{\gamma} \right] dt'$$

O que resulta em:

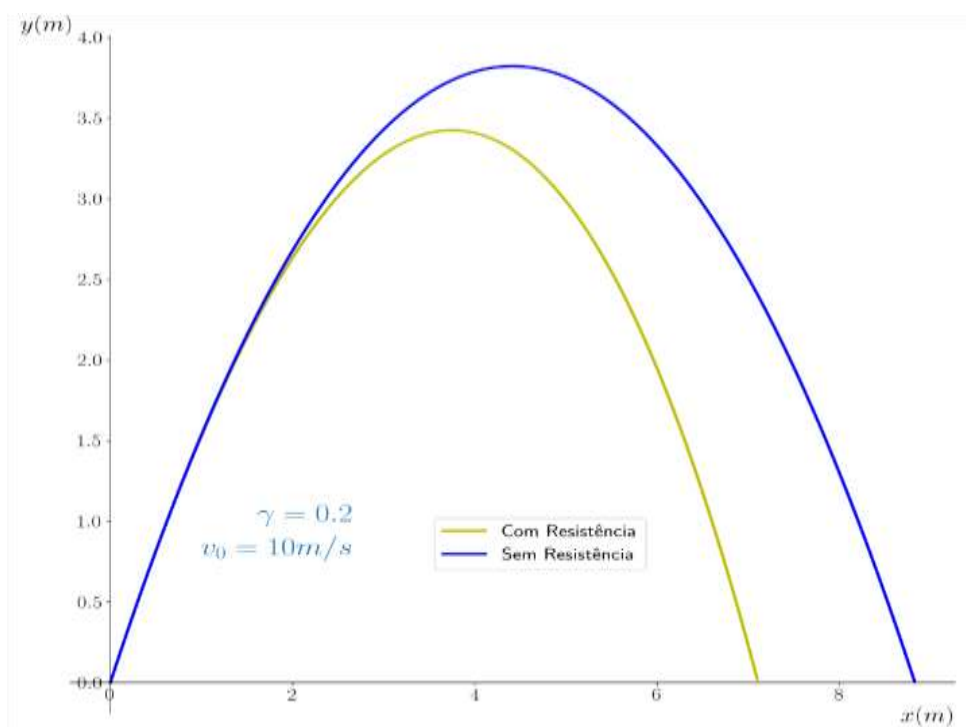
$$y(t) = \left( \frac{mg}{\gamma} + v_0 \text{Sen}\theta \right) \cdot \left( -\frac{mg}{\gamma} \right) \left( e^{-\frac{\gamma t}{m}} - 1 \right) - \frac{mgt}{\gamma}$$

Logo:

$$y(t) = \frac{m}{\gamma} \cdot \left( \frac{mg}{\gamma} + v_0 \text{Sen}\theta \right) \left( 1 - e^{-\frac{\gamma t}{m}} \right) - \frac{mgt}{\gamma}$$

A figura 9 demonstra graficamente o comportamento de um lançamento com e sem resistência do ar.

Figura 9: Gráfico comparando a queda com e sem resistência do ar



Fonte: Autor 2025

## CAPÍTULO 7. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para o uso das simulações para o ensino, não se pode usar os elementos das simulações de uma maneira aleatória sem um planejamento para alcançar o objetivo proposto e a sequência didática funciona como um planejamento para essa aplicação.

O termo Sequência Didática surgiu no Brasil nos documentos oficiais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), editados pelo Ministério da Educação e do Desporto (MEC, 1998), como "projetos" e "atividades sequenciadas" usadas no estudo da Língua Portuguesa. Atualmente, as sequências didáticas estão vinculadas ao estudo de todos os conteúdos dos diversos componentes curriculares da escola básica (Lima, 2018. p.154)

Como o próprio nome diz, a sequência didática é um planejamento de um certo número de aulas que buscam atingir um objetivo no final das aulas programadas.

Uma sequência didática é composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor. As atividades que fazem parte da sequência são ordenadas de maneira a aprofundar o tema que está sendo estudado e são variadas em termos de estratégia: leituras, aula dialogada, simulações computacionais, experimentos, etc. Assim o tema será tratado durante um conjunto de aulas de modo que o aluno se aprofunde e se aproprie dos temas desenvolvidos (Mantoviani, 2015, p.17).

A sequência didática é uma das opções de planejar o conteúdo abordado na simulação, criando uma estratégia, um plano para conseguir o objetivo, que é a aprendizagem sobre determinado assunto de uma área específica

A sequência didática é um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, organizadas de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para aprendizagem de seus alunos (Pereti, 2013, p.6)

A sequência didática é “Conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes (Kobashigawa *et al.*, 2008,apud, Lima,2018. p.153)”,

Podemos dizer que a sequência didática é um plano de aula mais detalhada, mais específica, conseguindo separar muito bem os objetivos propostos e alinhando as aulas em um

único objetivo. “Lembra um plano de aula, entretanto é mais amplo que este por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência de vários dias” (Lima, 2018, p.153).

A sequência surge como mais uma alternativa para tentarmos mudar o ensino pragmático, quadro e giz.

Almeja-se que, com a elaboração da sequência didática, um paradigma ultrapassado seja quebrado: que é quando um professor somente reproduz um conhecimento aos escolares. Ou seja, com a sequência didática é possível ensinar qualquer tema e conteúdo, inclusive a Física. (Lima, 2018, p.154)

Um das características da sequência didática é o passo a passo criado por ela, e se trazermos para o campo da Física, ela se torna aliada principalmente para alinhar alguns conteúdos em sequência e mostrar a relação entre eles. Zabala (1998) defende que ao pensar na configuração das sequências didáticas, esta é um dos caminhos mais acertados para melhorar a prática educativa. Sendo assim, os conteúdos trabalhados devem contribuir para a formação de cidadãos conscientes, informados e agentes de transformação da sociedade em que vivem. A sequência didática funciona como um planejamento no qual o professor determina uma quantidade de aulas limitadas, no qual ele monta uma sequência de atividades para se atingir um objetivo, seja ele aprender um conteúdo específico ou uma formação mais ampla, como atingir habilidades e competências da BNCC.

O planejamento pedagógico é essencial para a prática docente, mas muitas vezes o professor fica preso a um planejamento anual, semestral ou bimestral que faz com que ele tenha uma visão muito superficial dos conteúdos. Se analisarmos a sequência didática, esta não deixa de ser um planejamento, porém é um planejamento com mais objetividade. Ao invés de analisar o que o aluno aprendeu em Física no final do ano letivo, o professor pode analisar, por exemplo, o que o aluno aprendeu em 4 aulas destinadas para o ensino de Movimento Retilíneo Uniforme. A análise fica mais objetiva.

Ao organizar uma sequência didática, o professor pode planejar etapas do trabalho com os alunos e ao mesmo tempo, explorar diversos conteúdos procedimentais como: textos, tabelas, gráficos, práticas de laboratórios simples e adequadas para serem realizadas em sala de aula (Lima, 2018, p.155).

Como qualquer atividade pedagógica, a sequência pedagógica tem que chegar a algum lugar. Não é apenas uma sequência de aulas dadas, e sim uma sequência de atividades pedagógicas que visam um objetivo.

A sequência didática tem como finalidade organizar e orientar o processo de ensino. Em geral, o professor explica um tema, em seguida se desenvolve um conteúdo e, por fim, o aluno tenta colocar em prática o que foi aprendido (Lima, 2018, p.156)

O processo da sequência didática tem como objetivo final a aprendizagem do aluno, que consiga colocar em prática o que ele viu, tentando quebrar o paradigma de estudar apenas para a prova e decorar alguns passos matemáticos que são ensinados, memorizados, mas que depois da prova são facilmente esquecidos. O objetivo geral de qualquer atividade no âmbito escolar, e não é diferente na sequência didática, é que o aluno consiga levar o que aprendeu para sua vida, que ele consiga identificar que um lançamento de uma bola de basquete tem uma Física por trás e que não acontece de uma maneira aleatória.

Segundo Lima (2018) para a construção de uma sequência didática é essencial que sejam seguidas três etapas: abertura, desenvolvimento e fechamento. Abertura seria uma espécie de introdução ao assunto, onde o professor vai explicar, conversar, cativar o aluno sobre o assunto, e este é um processo muito pessoal, cada professor tem sua didática e sua maneira de cativar os alunos. O processo de desenvolvimento é a parte onde está sendo executada a atividade, através de uma elaboração prévia do professor. Nela o professor tem bastante autonomia, podendo usar vídeos, textos, temas interdisciplinares, elementos que façam com que o assunto tenha sentido para o aluno. Nenhum autor define um número específico de aulas, deixando o professor livre nessa escolha para atingir seu objetivo, porém vejo que deve haver um cuidado nesse aspecto, pois uma quantidade muito longa de aulas pode fazer com que os alunos dispersem e gera dificuldade ao professor de atingir seu objetivo. O processo final é o fechamento onde o docente pode escolher uma ou mais atividades para analisar o que os alunos absorveram do conteúdo e se atingiu ou não o objetivo que foi proposto.

Embora observemos uma metodologia para se montar uma sequência didática, vemos que a montagem, a execução e o término da sequência levam muito da parte pessoal do professor, de como ele observa sua turma e de como ele vê uma maneira de atingir o objetivo. Se dois professores forem montar uma sequência didática para o mesmo assunto, provavelmente elas não serão iguais, e isso é um fator importante, pois é o professor que

conhece e trabalha com os alunos no dia a dia e tem uma visão melhor de como chegar a tal objetivo. Diferente, por exemplo, do que acontece com os materiais didáticos pré-estabelecidos onde engessam a didática do professor, esses materiais são importantíssimos, mas devem funcionar de maneira auxiliar para o professor, inclusive sendo usados na sequência didática.

As sequências didáticas contribuem com a consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permite que progressivamente novas aquisições sejam possíveis, pois a organização dessas atividades prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos que os alunos já possuem sobre um determinado assunto (Lima, 2018, p.158)

É um processo que deve usar diversos elementos para se atingir o objetivo: livros, artigos, imagens, experimentos que façam com que os alunos consigam usar seus conhecimentos prévios como ponte para uma nova etapa.

A sequência didática proposta no nosso produto (anexo 1) é composta por 8 aulas, onde serão 4 aulas tradicionais com explanação do professor e resolução de problemas e 4 aulas com os alunos em contato direto com o simulador Modellus. A primeira aula em sala no modelo tradicional tem como objetivo principal observar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto: lançamento oblíquo. A partir desse ponto, o professor na segunda aula começa a expor o assunto teórico sobre o tema. Com a parte teórica dada, a terceira e a quarta aulas serão reservadas para a resolução de exercícios, focando em exercícios sobre esportes que usam o conceito de lançamento oblíquo.

A partir da quinta aula os alunos terão contato direto com o simulador Modellus e o objetivo é que o aluno se torne protagonista do seu conhecimento, aprendendo a mexer no simulador com situações problemas que envolvam esportes que foram trabalhados em sala de aula na resolução de exercícios. No contato direto com o simulador os alunos terão alguns objetivos a serem cumpridos e o professor se torna o mediador da situação, uma espécie de auxiliar dos alunos agindo como uma ponte entre o que o aluno já conhece e o próximo conhecimento necessário. Nosso produto tem como cena final uma simulação pronta onde o aluno tem como objetivo acertar a cesta de basquete montada na simulação, ele deve acertar a cesta de basquete usando os conhecimentos adquiridos na aula expositiva e nas aulas que eles têm contato direto com o simulador. Essas 8 aulas são a fase de desenvolvimento da sequência didática, onde a sequência está sendo aplicada e o professor está atuando como mediador de uma situação, com o auxílio do simulador. A parte pós desenvolvimento fica a critério do

professor que estará aplicando a sequência. Para vermos o resultado do ponto de vista do aluno sobre a sequência e sobre o simulador usamos um questionário pós aplicação que tem o intuito de que os alunos tenham uma avaliação qualitativa sobre o uso do simulador. A parte que o estudante avalia, participa é essencial para a sequência didática, pois o conceito de sequência didática, segundo Zabala (1998), é

um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (Zabala, 1998, p.18)

É importante que os alunos saibam o objetivo da sequência didática, principalmente com o uso de simuladores, para não confundirem com uma atividade que não possui viés pedagógico e eles entendam que têm um objetivo a ser alcançado com aquela atividade pedagógica.

O resultado final da avaliação dos alunos deve funcionar como um parâmetro para o professor para as próximas sequências didáticas criadas durante o ano letivo, se necessário, realizando mudanças no processo fazendo assim com que ele consiga melhores resultados com a turma onde a sequência didática foi aplicada.

## CAPÍTULO 8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

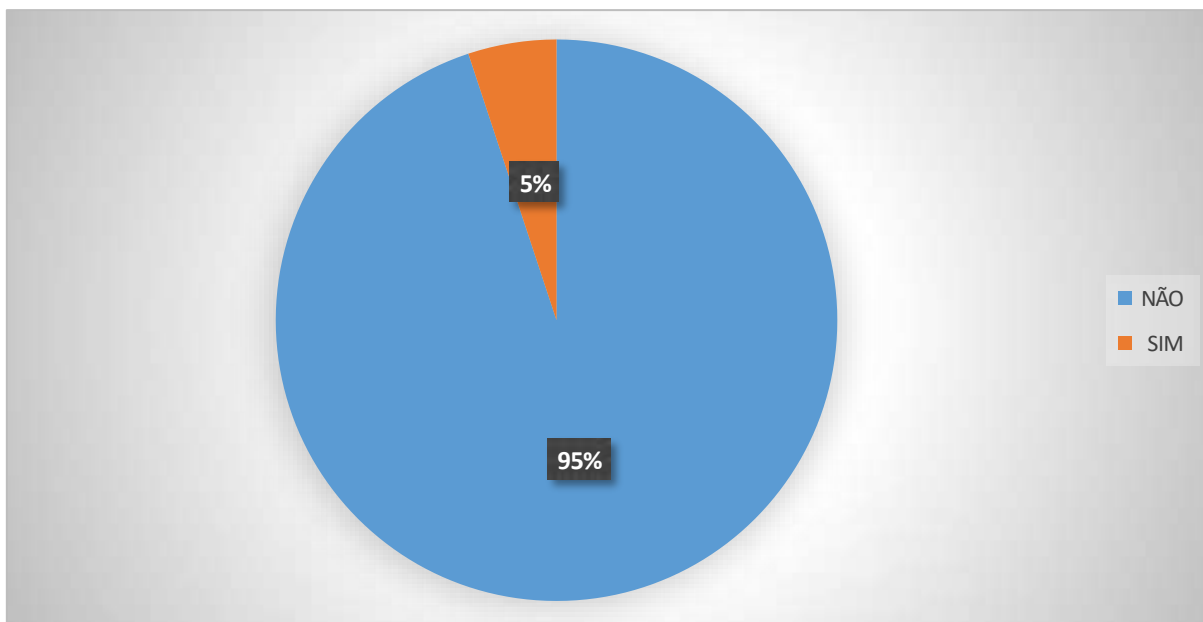
A aplicação ocorreu em uma escola estadual do estado de Alagoas que fica localizada na cidade de Messias com duas turmas de 3º ano do ensino médio do turno da tarde. No início da aplicação foi entregue um questionário para os alunos, para descobrir o que os alunos já sabiam sobre o assunto e se tinham os conhecimentos prévios necessários para o desenvolvimento das questões. Nesse primeiro momento participaram do questionário um total de 59 alunos.

As perguntas que estavam no questionário foram:

- 1- Você sabe o significado de oblíquo?
- 2- Você sabe o significado de parabólico?
- 3- Você já estudou função do 2º grau?
- 4- Quais tipos de movimento são representados por uma função do 2º grau?

As respostas dos alunos estão representadas nos gráficos abaixo.

Gráfico 1 - resposta dos alunos à pergunta 1



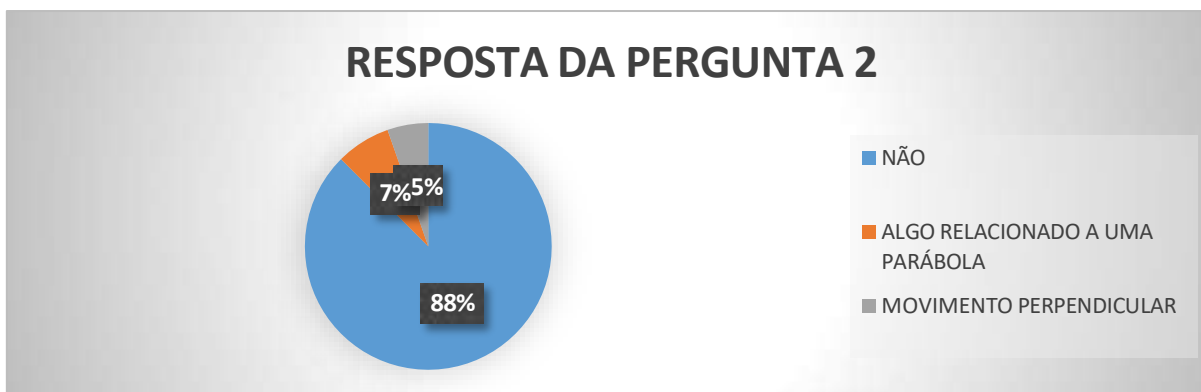
Fonte: Elaboração Própria

As respostas da pergunta 1, que tinha como objetivo saber se os alunos conheciam o conceito de oblíquo, demonstraram que a grande maioria dos alunos não sabiam o conceito de

oblíquo. Dos 59 alunos nenhum sabia certamente o conceito, apenas 3 tinham alguma ideia do que se tratava e 56 alunos não sabiam o que significava.

As respostas da pergunta 2 estão no gráfico abaixo:

Gráfico 2 - respostas dos alunos à pergunta 2

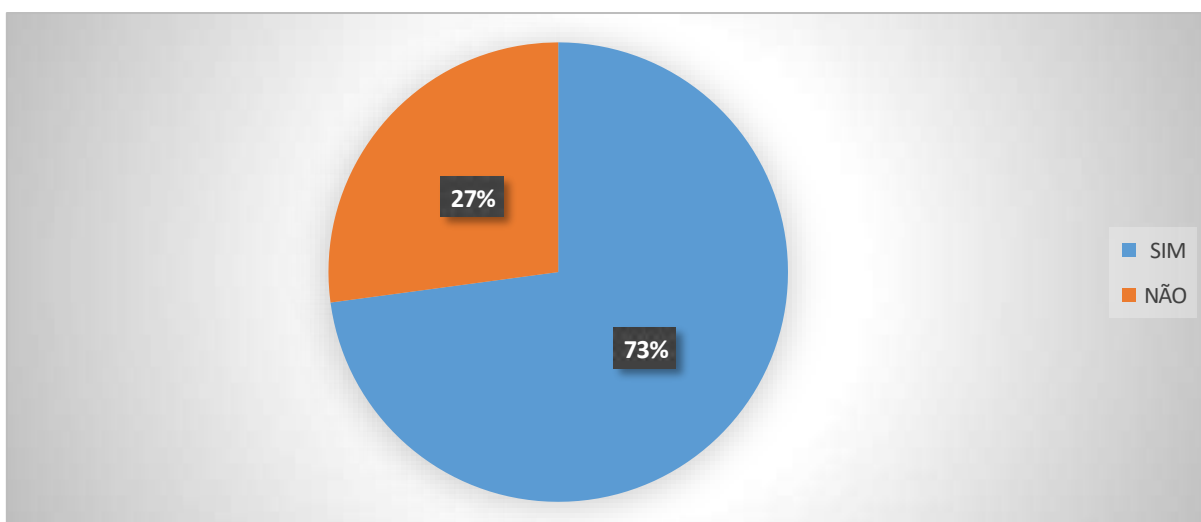


Fonte: Elaboração Própria

Na pergunta 2, dos 59 alunos que responderam ao questionário, 56 afirmaram que não sabiam o significado de parabólico, 3 alunos responderam que era algo relacionado a uma parábola, mas não explicaram ao certo como e 1 aluno respondeu que era relacionado com o movimento perpendicular. Nota-se com as respostas que a grande maioria dos alunos não tinham ideia do que era um movimento parabólico e alguns tinham uma ideia, porém não estavam com o conceito totalmente formado e um aluno relacionou o movimento parabólico com algo perpendicular, o que é um conceito incorreto.

As respostas da pergunta 3 estão expostas no gráfico 3:

Gráfico 3 - respostas dos alunos à pergunta 3

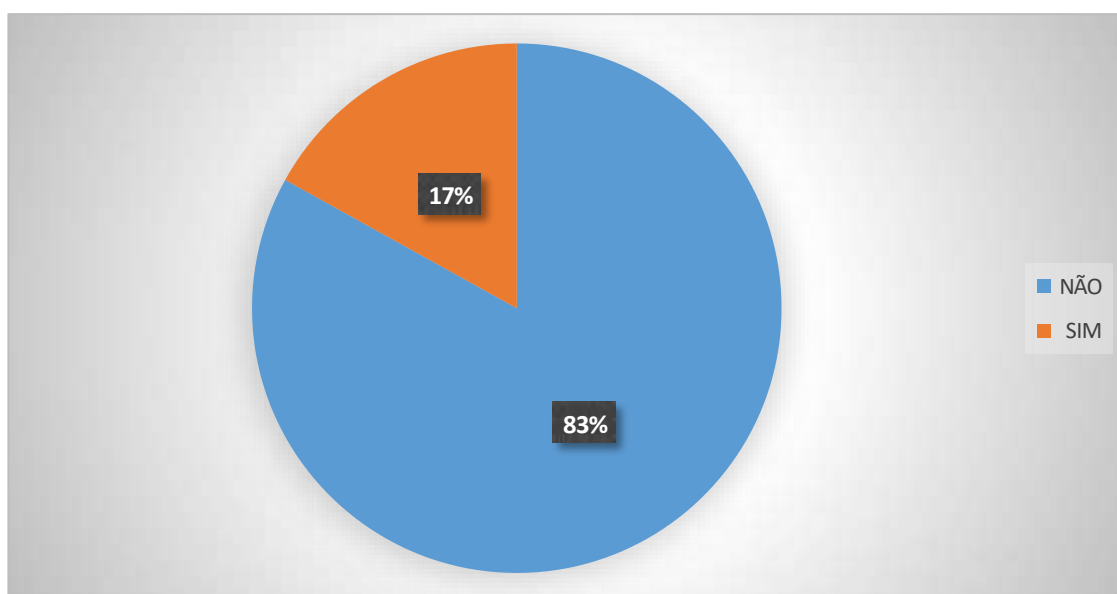


Fonte: Elaboração Própria

A pergunta 3 tinha como objetivo saber se os alunos já tinham estudado a função do 2º grau. Os resultados do gráfico mostram que a maioria dos alunos já tinham estudado sobre a função do 2º grau, onde 43 alunos responderam que já tinham estudado e 16 responderam que nunca tinham visto. Porém uma boa parte dos alunos que responderam que já tinham estudado a função completaram com a informação que não lembravam bem como se resolvia. Outra boa parte também mostrou que a função do 2º grau tinha algo relacionado com a equação de Bháskara.

As respostas da pergunta 4 estão expostas no gráfico 4:

Gráfico 4 - respostas dos alunos à pergunta 4



Fonte: Elaboração Própria

Na pergunta 4, o questionário tinha como objetivo saber se os alunos conseguiam associar a equação a um tipo de movimento específico. Um total de 49 alunos que representam 83% do total, ou seja, uma grande maioria alegou que não sabia relacionar a equação do 2º grau a um determinado tipo de movimento. 10 alunos responderam que sabiam, porém, algumas respostas não condizem ao comportamento esperado: alguns relacionaram ao movimento expresso por uma equação de 2º grau a equação de Bháskara, outros relacionaram que o movimento era uma parábola e também usaram a palavra vértice e ainda outros fizeram um desenho de uma parábola para demonstrar como acontecia o movimento.

As respostas das 4 questões do questionário prévio demonstraram que o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto não era o ideal, na verdade estava bem abaixo do ideal. A grande maioria não conseguia relacionar as equações com o movimento e nem mesmo o conceito básico da palavra oblíquo e parábola eles sabiam informar. Esse pequeno recorte mostra que os alunos chegaram ao 3º ano do ensino médio sem o conhecimento matemático ideal, principalmente na questão de equações consideradas simples como as do 2º grau. Mesmo os alunos que conseguiam lembra e associar a equação do 2º grau à um tipo de gráfico ou à equação de Bhaskára, não conseguiam relacionar isso com algo do cotidiano deles, como um lançamento de um projétil qualquer ou qualquer lançamento que tenha o mesmo comportamento.

Após recolher os questionários, a aplicação seguiu para a aula no formato expositivo. Antes de iniciar e explicar os conceitos abordados nos questionários, foi feita uma abordagem para saber quais esportes eles acompanhavam. Como o tempo da aplicação do produto coincidia com as olimpíadas de Paris, foram falados diversos esportes, como natação, futebol, voleibol, basquetebol, *skate* entre outros. Aproveitando a resposta dos alunos o assunto do movimento parabólico foi iniciado, mostrando a eles que isso poderia ser observado em diversos esportes. Dei o exemplo de um jogador que cobra uma falta por cima da barreira e que esse movimento pode ser representado por uma equação do 2º grau. A partir dessa informação os alunos começaram a descrever movimentos em diversos esportes que também poderiam ser representados pela equação. Falaram sobre saque de voleibol, arremesso de basquete, cobrança de tiro de meta no futebol, tacada de golfe. Pelas respostas dos alunos percebe-se que a grande maioria conseguiu associar o movimento parabólico a um tipo de movimento que eles veem na vida real, alcançando assim um significado para as representações de uma equação do 2º grau, encerrando assim as duas primeiras aulas da sequência didática.

Na semana seguinte, demos início ao conteúdo lançamento de projeteis de forma expositiva. Primeiro foi feita uma revisão da equação do 2º grau com os alunos, resolvendo alguns exercícios, e o resultado foi acima do esperado. Analisando as respostas dos questionários o esperado era que os alunos tivessem muita dificuldade na resolução da equação de 2º grau, porém a maioria conseguiu resolver sem grandes problemas. Uma boa parte dos alunos cometiam erros de matemática básicos, como o de resolver antes a subtração do que a multiplicação, mas que quando mostrado onde estava, o erro eles conseguiam ajustar sem grandes dificuldades. Após a revisão, foi exposto o conteúdo e proposto a eles as questões que estão no anexo 1. Embora os alunos tenham demonstrado uma certa tranquilidade para resolver

as equações do segundo grau, sentiram bastante dificuldade quando propomos a eles uma questão contextualizada, tendo uma parte alegando que não conseguiam identificar como isso era resolvido por uma equação de 2º grau; outra parte alegando que não conseguiam identificar o que a questão pedia, expondo assim um grande problema que o professor passa na sala de aula: a grande maioria dos alunos não conseguem interpretar questões contextualizadas. Alguns até sabem resolver as equações, porém sentem dificuldade em interpretar o contexto da questão. Mesmo usando questões sobre esportes, onde o objetivo era contextualizar o que estava sendo mostrado na sala com algo que eles estavam vendo, eles não conseguiam identificar. Vendo as dificuldades, resolvi uma das questões no quadro e, em seguida, pedi para que eles tentassem resolver as outras. Com uma questão resolvida no quadro, alguns conseguiram desenvolver as demais, resolveram e, ainda outros, chegaram próximo, porém esbarravam na falta de alguns conhecimentos básicos de matemática. Terminei o segundo dia da aplicação resolvendo as questões no quadro e mostrando a eles onde estavam errando.

No terceiro dia da aplicação do produto levei as turmas para o laboratório de informática, onde já tinha instalado o simulador Modellus para os alunos usarem. O laboratório dispõe de 8 computadores, porém na hora da aplicação apenas 7 funcionaram. Pela falta de material os alunos tiveram que se dividir em grupos, alguns grupos ficando com 5 alunos e a maioria dos grupos com 4 alunos. Comecei a aula revisando a parte teórica do assunto sobre lançamento de projeteis e logo em seguida comecei a mostrar aos alunos como o simulador funcionava. Primeiro passo foi pedido para eles iniciarem o simulador Modellus. Como os computadores da sala de informática da escola são antigos esse processo demorou um pouco, pois o simulador não estava abrindo. Depois de um tempo, aproximadamente uns 10 minutos, todos conseguiram acessar o simulador e foi dado início a explicação sobre o Modellus.

Expliquei aos alunos que o Modellus era um simulador e que o objetivo da aula era que eles aplicassem o conhecimento aprendido da aula teórica nesse simulador. Expliquei o local que eles deveriam escrever as equações e como fariam para criar uma simulação. Deixei bem claro que eles deveriam usar a imaginação e a criatividade para criar uma simulação, porém era obrigatório que as simulações se adequassem ao assunto dado em sala de aula. No início muitos sentiram dificuldades para definir os parâmetros das variáveis, até conseguiam escrever a equação adequadamente, porém a simulação não funcionava. Parei nesse instante e expliquei a todos como definiam as variáveis. Primeiramente mostrei o que acontecia caso eles deixassem a variável  $x$  nula, fazendo com que o objeto escrito por eles em um movimento exclusivamente sobre o eixo  $y$ . Também mostrei o que acontecia caso eles deixassem a variável  $y$  nula, fazendo

com que o movimento acontecesse exclusivamente no eixo x. Após isso os alunos compreenderam que o movimento de um lançamento de projétil é composto por um movimento na direção x e na direção y. Em seguida, mostrei a eles como adicionar uma imagem no simulador, com o objetivo de eles criarem uma simulação própria, associando a equação ao objeto e a imagem que eles escolheriam. A partir desse momento deixei que os alunos usassem a criatividade e a imaginação para criar a própria simulação. Como os alunos estavam em grupo, percebeu-se uma discussão entre eles com o que fariam, fato importante, pois estavam defendendo a sua opinião, parte importante do trabalho em equipe. A maioria dos grupos estavam com dificuldades em inserir a imagem no simulador. Muitos estavam copiando a imagem escolhida por eles e colando no simulador, fazendo com que a imagem cobrisse o objeto que eles estavam usando na simulação. Nesse momento entrei como mediador e mostrei a eles que, antes de inserir a imagem, eles deveriam salvar a mesma no computador para assim depois inseri-la no simulador. Nesse momento notou-se uma certa dificuldade dos alunos, pois estavam salvando em qualquer pasta e não conseguiam encontrar as imagens para inseri-las no simulador. Isso demonstra que, embora a geração deles tenham uma certa facilidade em manusear o computador, ainda carecem de alguns conceitos básicos de informática, como o de salvar em uma pasta adequada para facilitar no encontro do que foi salvo. Apesar dessa pequena dificuldade, após explicar como deveria ser feito, eles assimilaram muito rapidamente o processo.

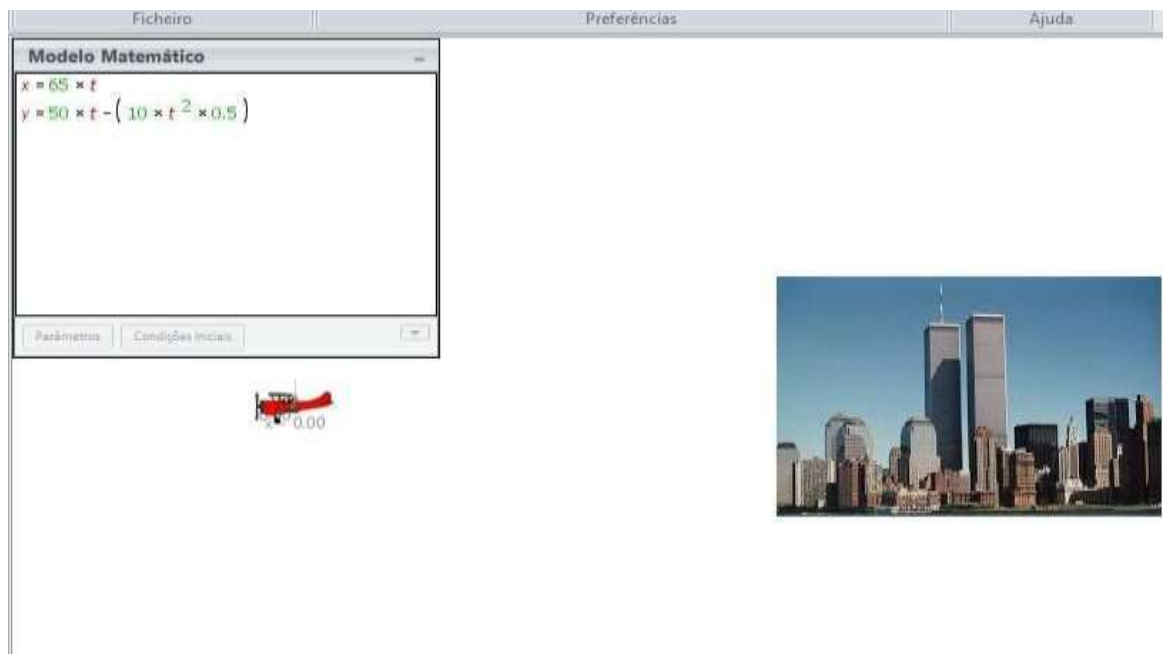
Alguns grupos perguntaram se era obrigatório criar uma simulação sobre esportes, pois foi o tema abordado com eles em sala de aula, mas deixei claro que ficassem à vontade e usassem a criatividade e a imaginação na criação da simulação. Após a criação da simulação mostrei a eles como a salvariam e nessa parte perguntaram se era obrigatório criar uma pasta específica, o que demonstra que o conceito explicado sobre a importância de guardar em uma pasta específica foi assimilado por eles.

Abaixo está descrito as simulações que os alunos conseguiram fazer.

## **SIMULAÇÃO 1**

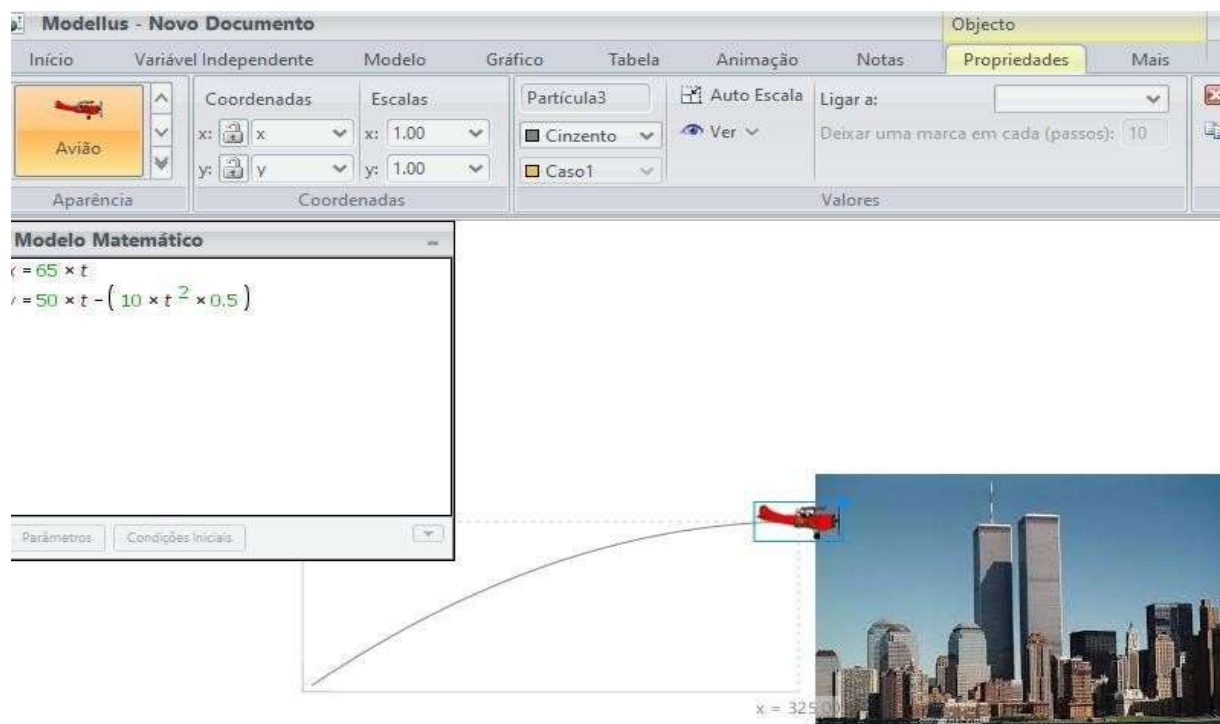
Na simulação 1, os alunos recriaram o atentado do 11 de setembro de 2001, onde um avião atingiu as torres gêmeas nos Estados Unidos

Figura 9 – Simulação criada no software Modellus



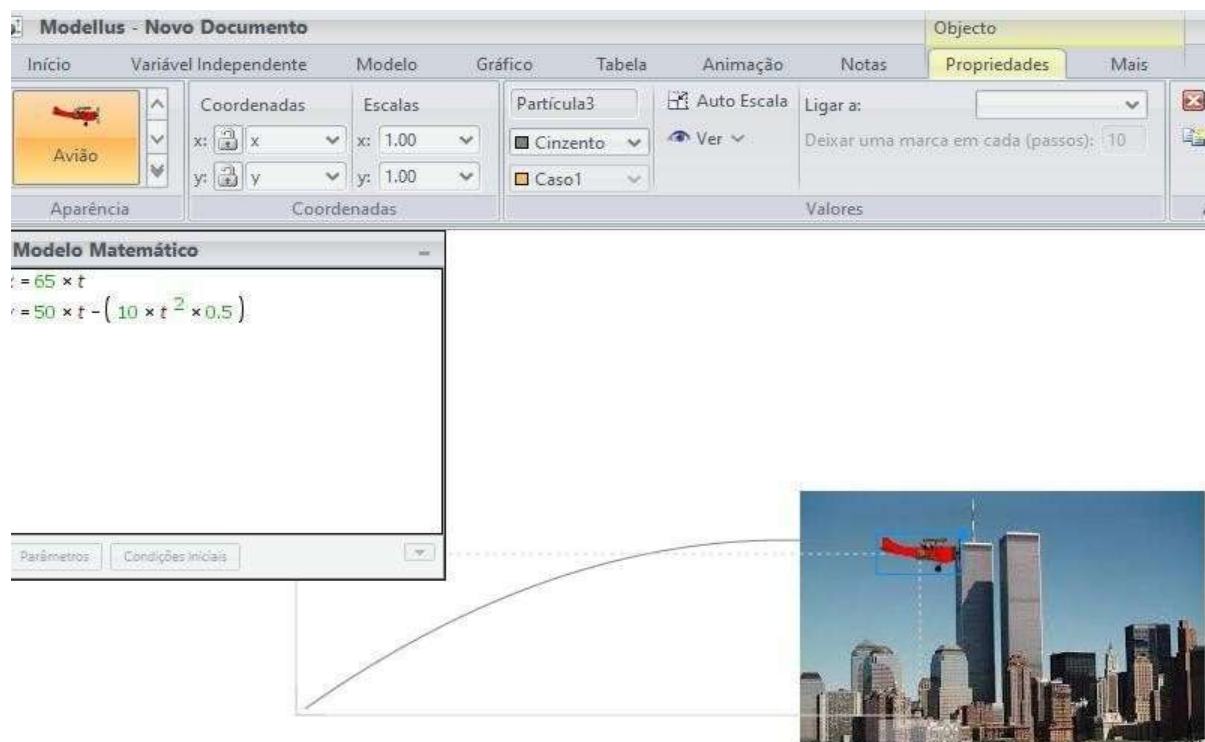
Fonte: Elaboração Própria

Figura 10 - Simulação criada no software Modellus



Fonte: Elaboração Própria

Figura 11 - Simulação criada no software Modellus

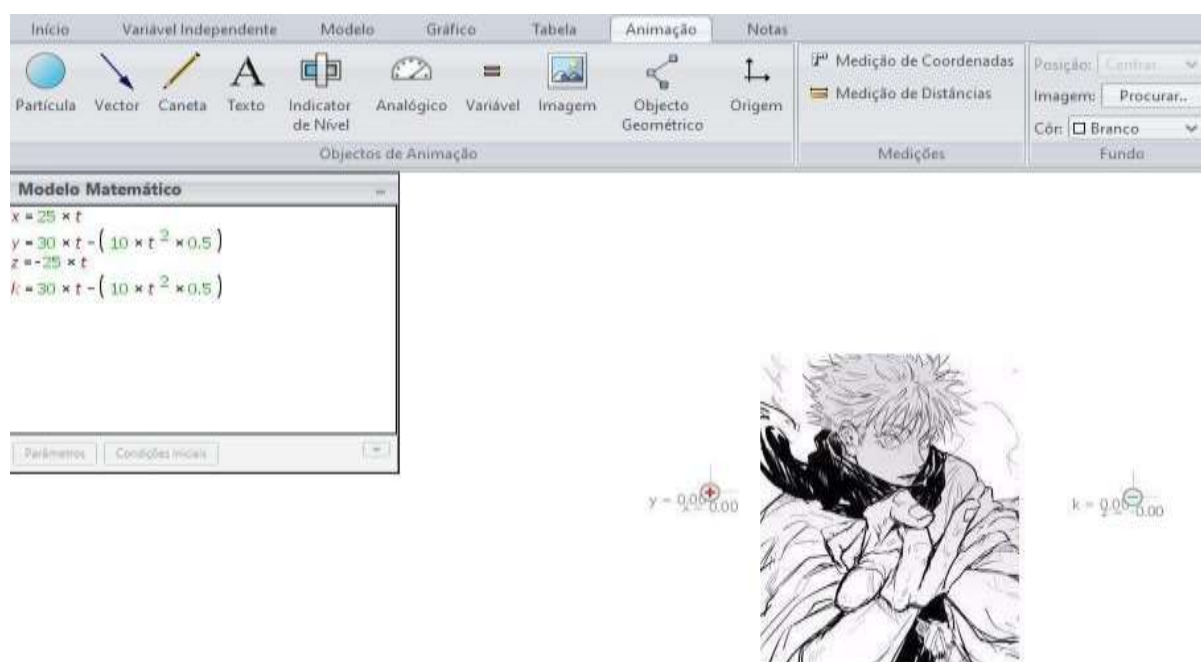


Fonte: Elaboração Própria

Como foi pedido para eles usarem a imaginação, esse grupo associou um acontecimento que foi muito comentado nos noticiários, pois a aplicação aconteceu no período de setembro, com o assunto abordado em sala. Eles primeiro montaram a equação do movimento, substituindo os parâmetros e salvaram uma imagem das torres, criando assim a simulação.

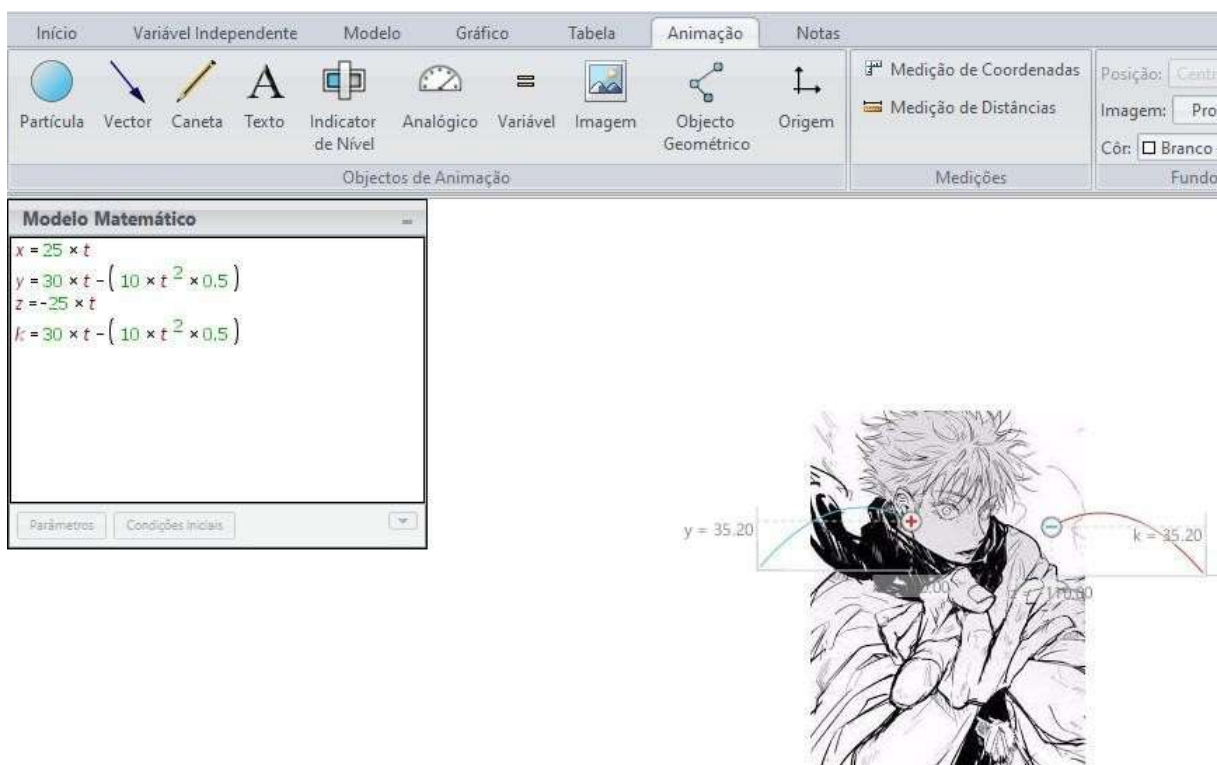
## SIMULAÇÃO 2

Figura 11 - Simulação criada no software Modellus



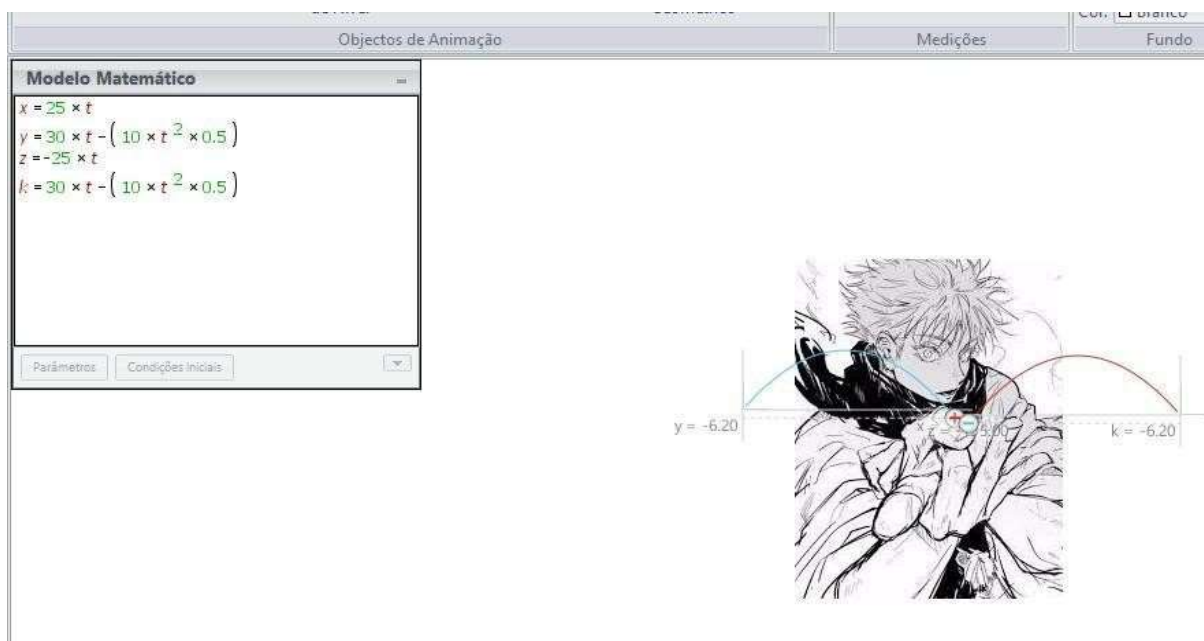
Fonte: Elaboração Própria

Figura 12 - Simulação criada no software Modellus



Fonte: Elaboração Própria

Figura 13 - Simulação criada no software Modellus

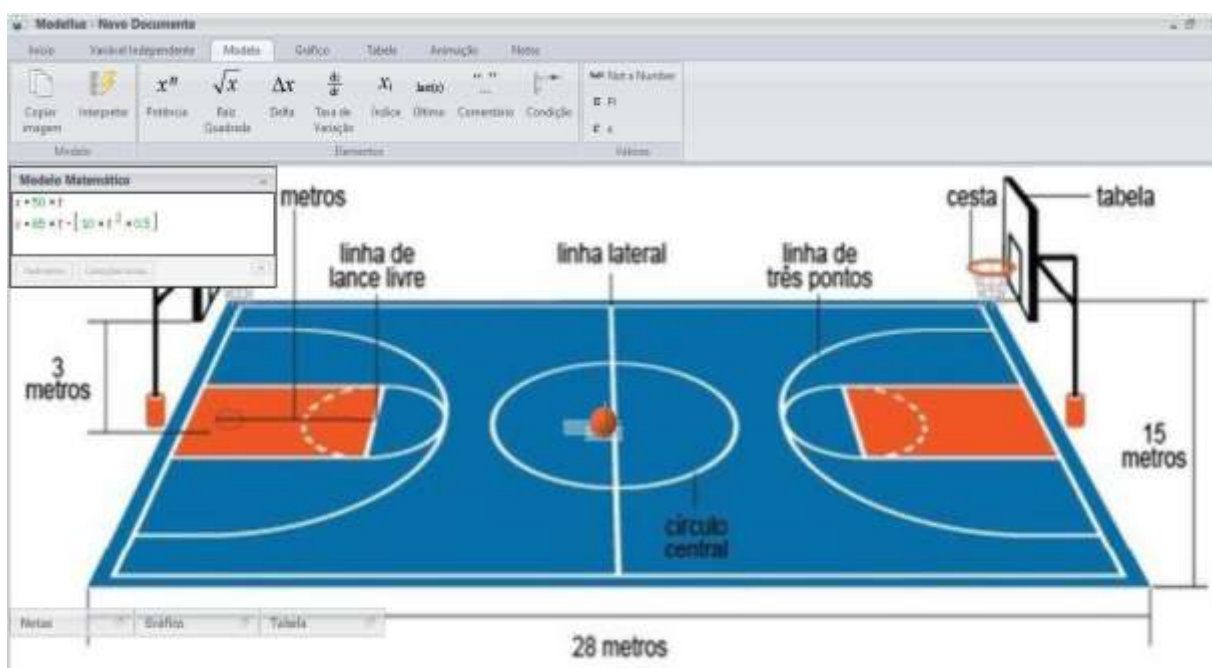


Fonte: Elaboração Própria

Na simulação 2, o grupo de alunos criou uma simulação de Satoru Gojo, onde usaram as partículas positivo e negativo do simulador para recriar um “poder” que esse personagem usa no seu anime. Eles salvaram a imagem mostrada na simulação e depois associaram ao movimento das partículas.

### SIMULAÇÃO 3

Figura 14 - Simulação criada no software Modellus



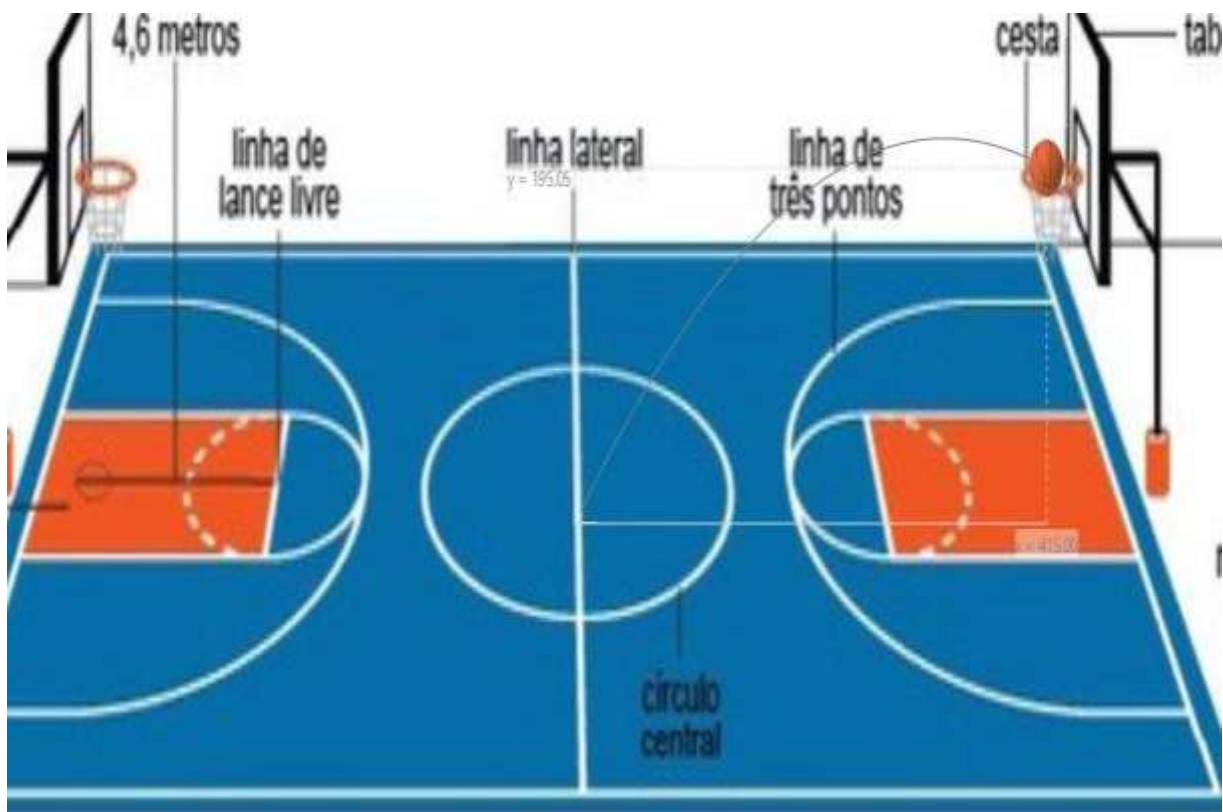
Fonte: Elaboração Própria

Figura 15 - Simulação criada no software Modellus



Fonte: Elaboração Própria

Figura 16 - Simulação criada no software Modellus



Fonte: Elaboração Própria

Na simulação 3, o grupo recriou a simulação que lhes foi mostrada antes, com o intuito de eles verem uma simulação. Eles demonstraram que compreenderam bem o conceito mostrado antes e conseguiram aplicar no simulador.

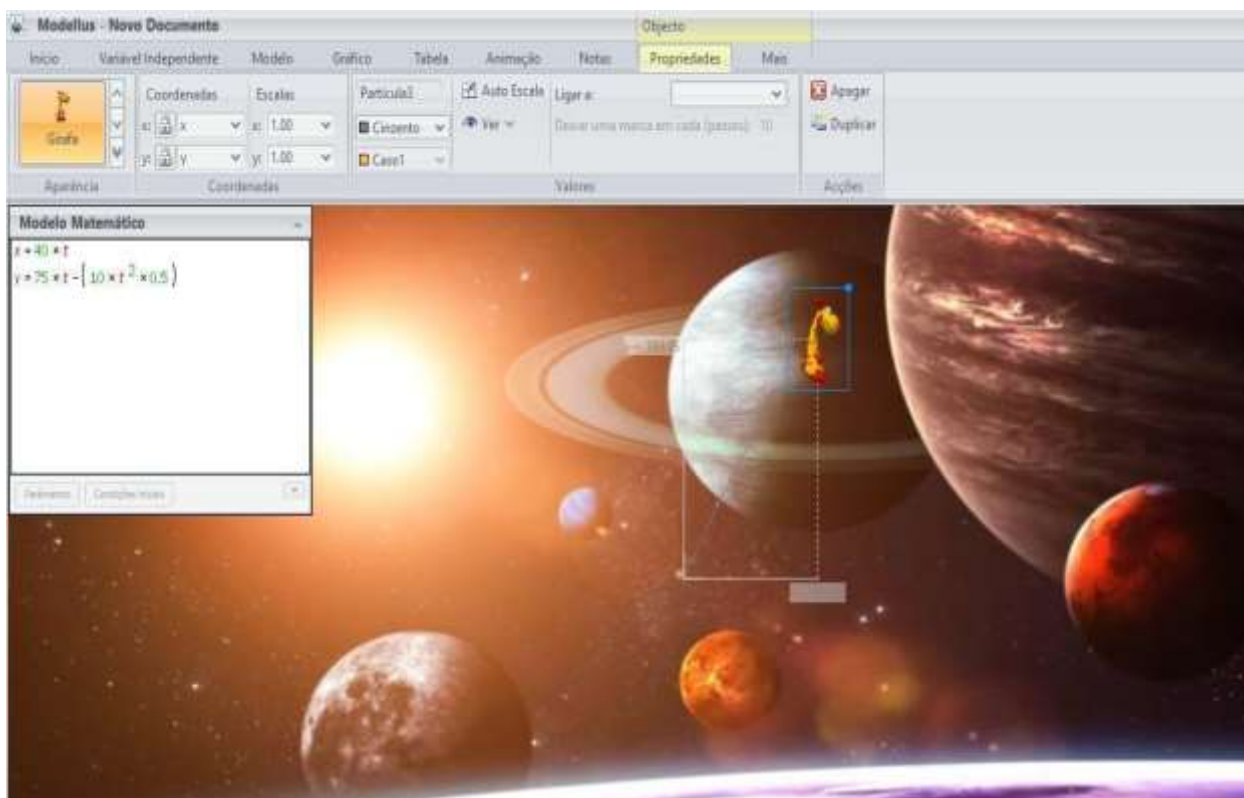
## SIMULAÇÃO 4

Figura 17 - Simulação criada no software Modellus



Fonte: Elaboração Própria

Figura 18 - Simulação criada no software Modellus



Fonte: Elaboração Própria

Figura 19 - Simulação criada no software Modellus



Fonte: Elaboração Própria

Na simulação 4, o grupo usou uma girafa no simulador dando um salto de um planeta para outro no espaço. Salvaram a imagem do espaço e criaram uma simulação de um salto entre planetas.

Essas 4 simulações foram as que atingiram o objetivo específico de usar o simulador para se criar uma simulação que tenha a característica de um lançamento de projétil. Tiveram outras simulações criadas por outros grupos, porém não obtiveram o êxito esperado. Algumas usaram uma quadra de tênis, mas não conseguiram colocar o movimento certo na bolinha para que atingisse o outro lado, por conta da imagem escolhida. Outra usou uma imagem de uma estrada e conseguiram criar um movimento retilíneo em um carro, mas, como não era o objetivo, não foi colocado na simulação.

Percebe-se que os alunos, quando colocados em situações onde devem usar sua criatividade, eles conseguem ser muito criativos, algo que é muito difícil do professor alcançar nas aulas tradicionais mecanizadas. Nas aulas expositivas o aluno tem muita dificuldade em expor sua criatividade. Observa-se que, no simulador Modellus, eles conseguem se soltar e associar uma imagem ao conteúdo explicado.

Na quarta e última semana da aplicação, decidi mudar a sequência didática montada e expressa no apêndice. O motivo foi que os computadores da sala de informática estavam muito lentos, o que atrapalharia a última parte da sequência onde eles iriam seguir alguns passos com o objetivo de acertar a cesta de basquete da simulação da sequência. Essa flexibilidade que a sequência didática dá ao professor é fator importante da atividade pedagógica, pois cada professor consegue adequar a sequência à sua realidade.

Ao invés de levar os alunos para a sala de informática e deixar eles mexerem na simulação, usei a televisão disponível em sala de aula. Com o auxílio de um cabo HDMI, projetei a simulação na TV e promovi uma mini gincana com as turmas. Coloquei a equação no

quadro e o desafio que eles tinham era de acertar a bola de basquete na cesta, atribuindo valores na equação. A sala foi dividida em grupos e cada grupo tinha por vez uma tentativa de montar a equação no simulador. As primeiras tentativas em ambas as turmas foram bem longe da cesta; alguns inclusive esqueceram de colocar valores no eixo  $x$  e  $y$  fazendo com que a bola se projetasse apenas em uma direção. Mas com o passar do tempo e como a projeção ficava a mostra para os outros, eles conseguiram, através da observação dos erros dos outros colegas, acertar o objetivo. O interessante é que em ambas as turmas a aula se tornou bastante dinâmica, fazendo com que até mesmo os alunos menos interessados participassem da atividade.

No final dessa aula foi aplicado um questionário para recolher a opinião dos alunos. O questionário foi aplicado de forma individual com o objetivo de colher as respostas pessoais de cada aluno. Os resultados serão discutidos abaixo.

O questionário é composto por 6 questões, a fim de saber o que os alunos acharam da experiência. As perguntas foram:

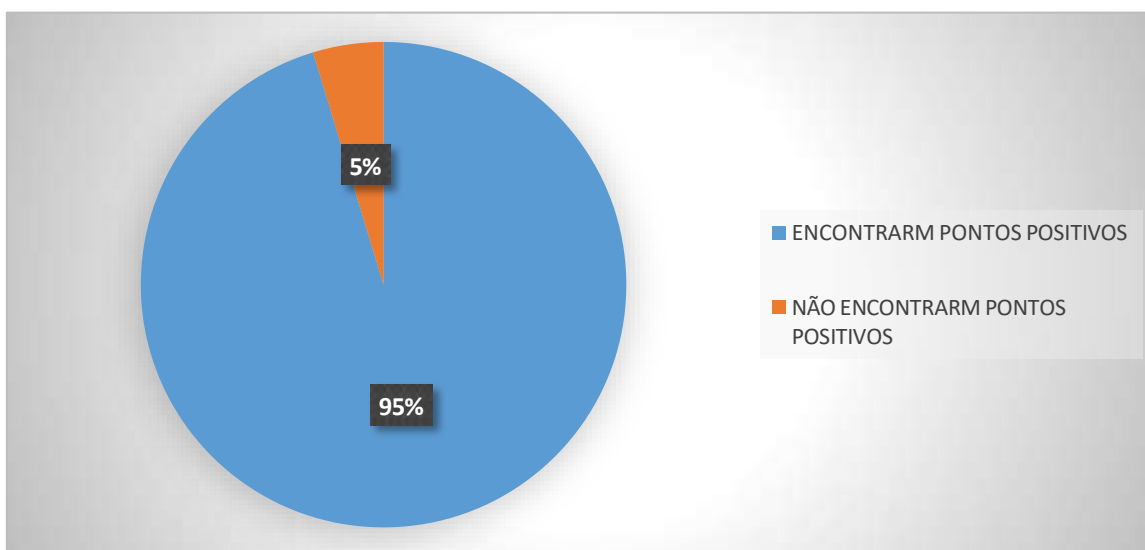
- 1- Quais os pontos positivos do uso do simulador Modellus?
- 2- Qual a principal diferença entre a aula tradicional e a aula com o uso do simulador?
- 3- O que você achou do simulador?
- 4- Você conseguiu compreender o conceito de lançamento de projéteis?
- 5- Você prefere a aula tradicional ou a aula que foi usada o simulador?
- 6- Quais principais dificuldades do uso do simulador?

Responderam ao questionário um total de 64 alunos, com diversas opiniões.

A questão 1 “Quais os pontos positivos do uso do simulador Modellus?”, tem como objetivo saber a visão do aluno quanto aos pontos positivos ou negativos sobre o uso do simulador.

Analisando as respostas dos alunos à pergunta 1, temos alguns resultados. O gráfico 5, mostra a divisão entre os que acharam pontos positivos no simulador e os alunos que não acharam nenhum ponto positivo.

Gráfico 5 - gráfico das respostas dos alunos sobre pontos positivos do Modellus.

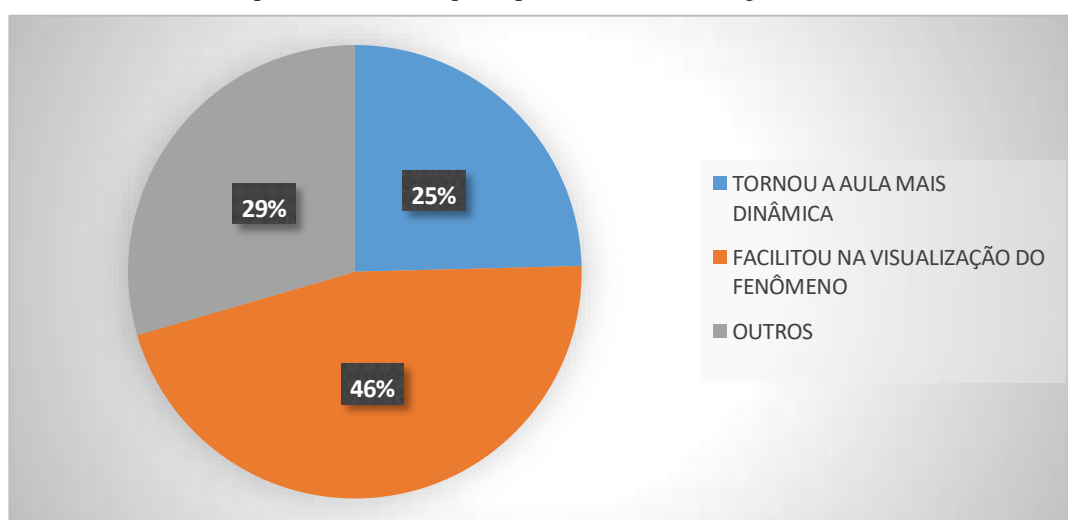


Fonte: Elaboração Própria

Podemos observar pelo gráfico acima que a grande maioria dos alunos encontraram pontos positivos no simulador. Os pontos positivos encontrados pelos alunos são diversos. Muitos acharam interessante que, com o uso do simulador, a aula se tornou mais dinâmica e divertida. Muitos também acharam que, com o uso do simulador, eles conseguiram visualizar o fenômeno de forma mais clara, facilitando assim o aprendizado do conteúdo.

O gráfico 6 analisa as repostas dos alunos que acharam ponto positivo no uso do simulador.

Gráfico 6 - repostas dos alunos que expressam o motivo de gostarem do simulador.



Fonte: Elaboração Própria

Podemos observar pelas respostas da pergunta 1 que a grande maioria dos alunos acharam o simulador Modellus um fator interessante para aula, seja no fato de conseguir ver o fenômeno acontecendo – que na aula expositiva é um elemento muito difícil do professor alcançar – seja pelo fato de tornar a aula mais divertida. O lúdico pode deixar a aula mais dinâmica e fazer com que o desempenho do aluno na aula melhore.

O lúdico pode trazer à aula um momento de felicidade, seja qual for a etapa de nossas vidas, acrescentando leveza à rotina escolar e fazendo com que o aluno registre melhor os ensinamentos que lhe chegam, de forma mais significativa (Roloff, 2010, p.2)

Vemos também que uma boa parte dos alunos relatam que um dos pontos positivos do simulador é de que ele deixa a aula mais dinâmica. Isso é uma parte importante no processo de ensino aprendizagem, tornando o aluno o agente ativo do aprendizado: ele que mexe no simulador, ele que vê os caminhos que está tomando e o que está acontecendo, conseguindo aprender com os próprios erros, como aconteceu na última aula da sequência didática, observando os erros dos colegas, tornando o professor como mediador, agindo em determinados pontos e de forma bastante pontual. Com isso o professor consegue alcançar uma maior quantidade de alunos melhorando assim o processo de aprendizagem.

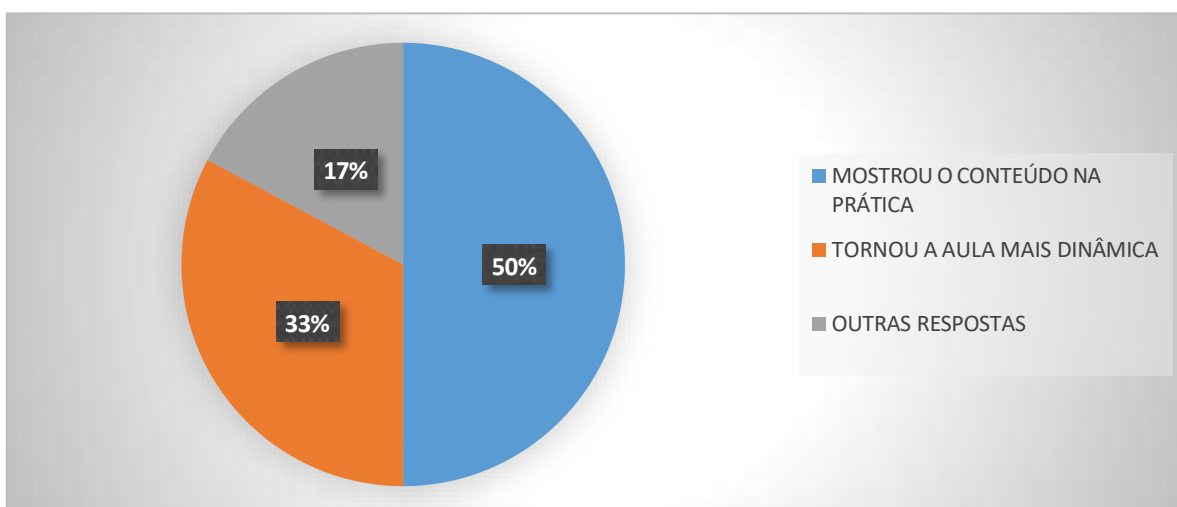
Alguns alunos relatam também que um dos pontos positivos do simulador é que os cálculos são feitos pelo simulador. Essa parte é muito importante, pois conseguimos alcançar no processo de ensino aqueles alunos que se classificam como ruim nas exatas, mostrando assim que a Física não é apenas Matemática e que na verdade a Matemática é apenas uma das linguagens da Física.

Vamos analisar as respostas da pergunta 2.

Temos como resposta à pergunta 2 ‘‘Qual a principal diferença entre a aula tradicional e aula com o uso do simulador?’’:

O gráfico 7 demonstra as respostas da pergunta 2.

Gráfico 7 - respostas dos alunos de como eles veem o simulador Modellus

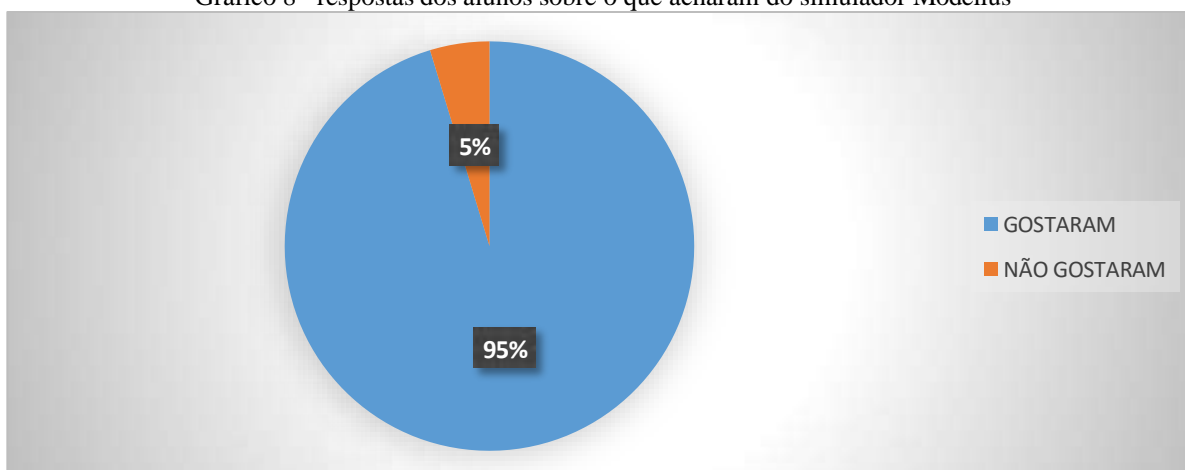


Fonte: Elaboração Própria

Nota-se que a maioria dos alunos veem o simulador como uma aplicação prática do conteúdo que é mostrado na sala, tornando assim a aula mais dinâmica e com maior participação dos alunos. “Não raro a Física é vista pelos alunos como apenas mais uma equação matemática” (Araujo, 2005, p.7), dificultando assim que o aluno consiga associar o assunto a algo que ocorra fora da sala de aula. As respostas dos alunos à pergunta 2 exemplifica bem essa dificuldade que a aula tradicional traz, pois são mais de 60 pessoas com visões diferentes, dificultando, em muito, que o professor consiga associar o conteúdo a algo na vida de cada uma. Com a simulação esse trabalho é facilitado, pois estamos dando um sentido à equação matemática aplicada em sala.

Vamos analisar agora as respostas da pergunta 3, “O que você achou do simulador?”. As respostas estão representadas no gráfico abaixo:

Gráfico 8 - respostas dos alunos sobre o que acharam do simulador Modellus

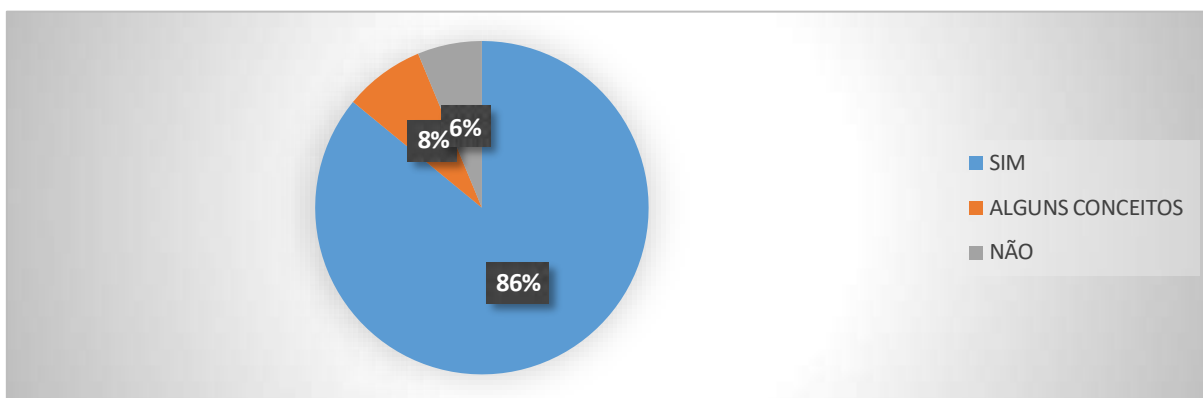


Fonte: Elaboração Própria

Podemos ver pelas respostas dos alunos à pergunta 3, que tem como objetivo saber se os alunos aprovaram o simulador, que a grande maioria aprovou o uso do simulador para o ensino. Poucos alunos relataram que não gostaram de usar o simulador. O esperado era que eles gostassem, pelo fato de ser uma aula diferente que usa uma maneira diferente de abordar o assunto.

As respostas da pergunta 4 “ Você conseguiu compreender os conceitos do lançamento de projéteis?”, estão demonstradas no gráfico 9:

Gráfico 9 - respostas dos alunos para saberem se assimilaram o assunto

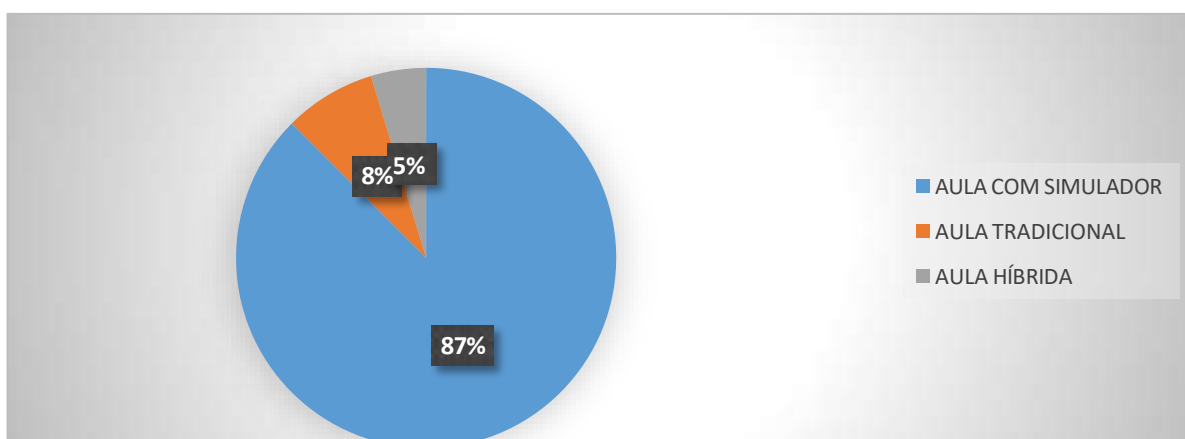


Fonte: Elaboração Própria

A pergunta 4 tinha como objetivo entender se os alunos conseguiram compreender o conceito de lançamento de projéteis. As respostas dos alunos comprovam que a grande maioria conseguiu assimilar o conteúdo, demonstrando assim que o simulador Modellus é um grande auxiliar do professor para o processo de ensino aprendizagem.

As respostas da pergunta 5 “Você prefere a aula no formato tradicional ou a aula com o uso do simulador? Justifique.”, estão representadas no gráfico 10.

Gráfico 10 - respostas dos alunos sobre a aula que eles preferiram

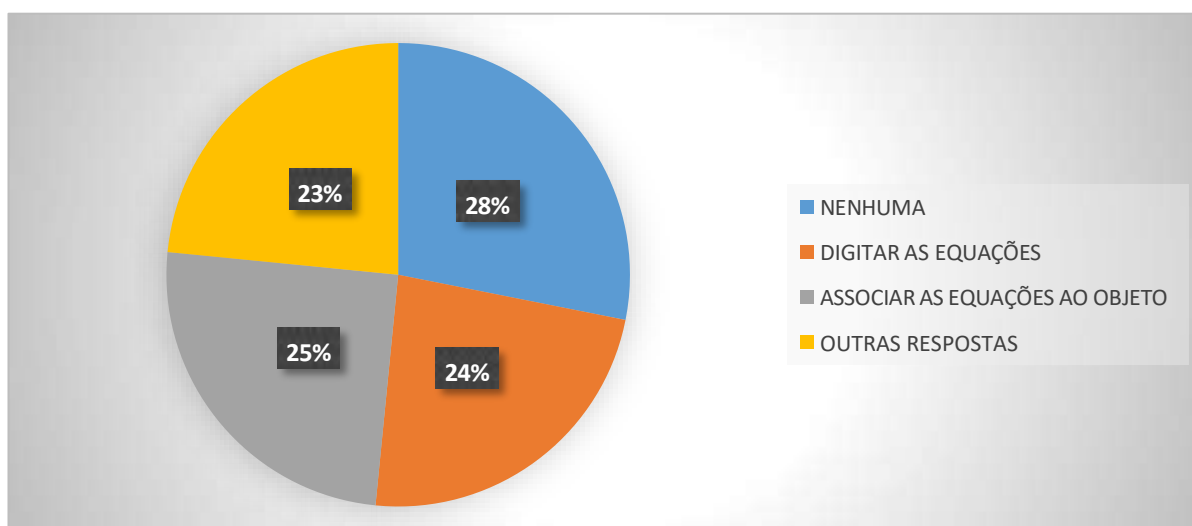


Fonte: Elaboração Própria

Observamos com as respostas dos alunos a pergunta 5, que tinha como objetivo saber qual dos dois tipos de aula os alunos gostaram mais e a justificativa da opinião deles, que a grande maioria preferiu a aula com o uso do simulador, pelo fato da aula ficar mais dinâmica, interativa, “legal” e interessante. Isso demonstra que o simulador tem uma facilidade de atrair a atenção dos alunos, fazendo com que eles consigam participar mais da aula. A participação dos alunos na aula tradicional é uma das maiores dificuldades que o professor possui em uma sala de aula. Os alunos interagem pouco com o conteúdo, deixando toda a direção ministrada em sala apenas com o professor. Com o simulador o professor se torna um mediador, pois os alunos estão trabalhando, construindo suas conexões usando a ferramenta, seja pelo fato de o simulador mostrar uma parte prática do conteúdo, seja pela parte lúdica que ele consegue alcançar.

As repostas da pergunta 6, “Quais as principais dificuldades que você sentiu com o uso do simulador?”, estão expostas no gráfico 11:

Gráfico 11 - dificuldades dos alunos no simulador



Fonte: Elaboração Própria

As respostas da pergunta 6 tinham como objetivo saber quais as principais dificuldades que os alunos encontraram quando estavam fazendo uso do simulador. Podemos observar que os alunos sentiram muita dificuldade em digitar as fórmulas, mesmo sendo explicado antes como deveria ser feito. Na aplicação, a maioria dos grupos que solicitavam auxílio inicialmente era para questionar onde a equação estava errada. Muitos não estavam conseguindo colocar a parte do expoente e, quando substituíam a vírgula pelo ponto, a equação dava errada. Eram erros pontuais que apenas com uma instrução era resolvido. Outra dificuldade relatada pelos alunos era na parte de associar a equação aos objetos e atribuir valores às variáveis, mas como

no caso anterior, bastava uma instrução que eles conseguiam ajustar facilmente. O fator de serem poucos computadores muito antigos para aplicação também pode ter atrapalhado nesse ponto. Ocorreu diversas vezes da simulação de travar na hora em que os grupos a estavam montando.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino em geral está passando por uma mudança drástica, onde estão reduzindo algumas disciplinas que são essenciais para a formação de um cidadão conhecedor do mundo que vive, na qual disciplina de Física está inserida. Como foi mostrado na figura 1, o referencial do estado de Alagoas do ano de 2024 possui apenas 1 aula de Física na 1<sup>o</sup> série do ensino médio, 1 aula na 2<sup>o</sup> série do ensino médio e nenhuma aula na 3<sup>o</sup> série do ensino médio. Com isso o professor deve ter estratégias para atingir o seu objetivo em sala de aula, tentando otimizar ao máximo o tempo de sua aula. Nos tempos atuais, o professor não pode perder tempo em aula construindo um gráfico, pois o tempo é muito reduzido, ficando difícil, inclusive, para um experimento em sala de aula.

Uma alternativa seria as aulas serem trabalhadas em laboratórios, porém a grande maioria das escolas não possuem laboratório e as que possuem não conseguem dar o suporte mínimo ao professor para conseguir realizar um trabalho de qualidade.

O simulador online consegue ajudar o professor em algumas dificuldades que ele possui, por exemplo, na construção dos gráficos. Ele consegue fazer isso de forma instantânea e consegue suprir a necessidade de materiais caros que não estão no laboratório. Com o simulador o professor também consegue, de uma maneira muito simples, engajar os alunos a um estilo de aula diferente da tradicional, onde eles se tornam o ponto principal do processo ensino-aprendizagem.

No nosso trabalho, podemos observar pelos relatos dos alunos, que o simulador Modellus é uma alternativa muito interessante para conseguir cobrir algumas lacunas que são deixadas em aberto na aula tradicional, como na visualização do fenômeno que o professor tenta demonstrar, por exemplo. Vimos também que o simulador Modellus consegue algo que é essencial para o processo de ensino-aprendizagem: o engajamento dos alunos. É impossível de se ensinar algo para quem não quer aprender e o Modellus consegue fazer o papel de um material auxiliar atrativo para os alunos, fazendo com que eles utilizem e vejam o que está acontecendo.

O simulador consegue fazer com que o professor atue como o mediador do processo, deixando o aluno como protagonista da ação. Como os alunos são nativos digitais, embora alguns possuam dificuldades na hora de executar alguma ação no computador, eles conseguem com instruções simples ajustar essa dificuldade e realizar a tarefa.

É possível observar também que o simulador Modellus consegue tornar o aluno livre

para usar sua criatividade. Nas simulações criadas pelos alunos podemos observar que eles conseguem associar o assunto trabalhado em sala de aula com os conhecimentos deles como, por exemplo, do aluno que usou o assunto e o simulador para criar uma simulação com o personagem Gojo de um desenho.

Pelos resultados da pesquisa podemos concluir que o simulador Modellus é uma excelente ferramenta para auxiliar o professor no ensino de Física.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática? *Entrepalavras*, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 322-334, jan./jul. 2013.

AMORIM, Edilúcio Siqueira de Almeida. O uso do software Modellus como ferramenta auxiliar no ensino de física: uma aplicação da cinemática. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2018.

BERALDO, Guilherme Henrique Guimarães. Sequência didática para aplicação de uma simulação em Movimento Harmônico Simples (MHS). 2023. 55 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

CARDINOT, M.; NAMEN, A. Astronomia no ensino de física: uma abordagem com o uso de simulações de chuvas de meteoros em um planetário virtual. *Revista Ciência e Desenvolvimento*, v. 10, n. 1, p. 65–83, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11602/1984-4271.2017.10.1.12>

CASARIN, Nelson Elinton Fonseca. Família e aprendizagem escolar. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:L9tlfZzu5ocJ:tede.puc>. Acesso em: 15 mai. 2024.

CESARINO DO SANTOS, Gabriel F.; SILVA, Emerson M.; SOUSA, José H. A. Software Modellus como recurso pedagógico para o ensino dos conteúdos de Física no Ensino Médio: estudo de caso em escola pública de Fortaleza no Ceará. *Experiências em Ensino de Ciências*, Fortaleza, v. 18, n. 4, dez. 2023. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1315/1094>

CHIQUEETO, M. J. O currículo de física do ensino médio no Brasil: discussão retrospectiva. *Revista e-Curriculum (PUC-SP)*, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2011. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/10143>. Acesso em: 11 jan. 2024.

FALCHI, L.; FORTUNATO, I. Simulador PhET e o ensino da tabuada na educação básica: relato de experiência. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, Araraquara, v. 22, n. 1, 2018.

FEITOSA, Francisco José Barroso. O uso do software Modellus no ensino de cinemática na 1ª série do ensino médio com a abordagem da aprendizagem significativa. 2018. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

FERREIRA, Antonio Cezar Ramos. O uso do simulador PhET no ensino de indução eletromagnética. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. *Fundamentos de física: Mecânica*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, [ano não informado].

LOPES, S. C. M.; ALBRECHT, A. R. M. A desmotivação escolar durante o ensino médio. 2022. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/1020>. Acesso em: 18 mai.

2024.

LIMA, Donizete Franco. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física moderna no Ensino Médio. *Revista Triângulo*, Uberaba, v. 11, n. 1, p. 151-162, abr. 2018.

MACHADO, A. F.; COSTA, L. M. A utilização do software Modellus no ensino da física. *Interagir*, Rio de Janeiro, v. 14, p. 45-50, 2009.

MACHADO, A. R.; CRISTOVÃO, V. L. L. A construção de modelos didáticos de gêneros: aportes e questionamentos para o ensino de gêneros. *Revista Linguagem em (Dis)curso*, v. 6, n. 3, set./dez. 2006.

MANTOVANI, S. R. Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 11., 2017, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: ABRAPÉC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1561-1.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2022.

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*, v. 34, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>. Acesso em: 16 jun. 2023.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 27 fev. 2023.

MIRANDA, Roberta Martins et al. Uso de simulações em disciplinas básicas de mecânica em um curso de licenciatura em física. São Paulo: Instituto de Física – USP, 2004.

MOREIRA, Marcos Antonio. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. DOI: <https://doi.org/gpq8>.

MOREIRA, M. A. Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000.

NASCIMENTO, Tobias Marcelo do. Produto educacional: videoaula - determinação da DDP de limiar de um led. 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, F. M. et al. O uso de simulações computacionais como ferramenta de ensino e aprendizagem dos conceitos de circuitos elétricos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, 19., 2011, Manaus. Anais [...]. Manaus: SBF, 2011.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *PEC*, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PERETTI, L.; COSTA, G. M. T. da. Sequência didática na matemática. *Revista de Educação Ideau*, Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai – IDEAU, v. 8, n. 17, jan./jun. 2013.

RAMOS, Sidney dos Santos. A utilização do software Modellus no auxílio do ensino da

cinemática. 2021. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Física

RODRIGUES, Lorena Barbosa. Solução de problemas no ensino de física utilizando softwares de simulação. 2013. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

ROLOFF, E. M. A importância do lúdico em sala de aula. In: SEMANA DE LETRAS DA PUCRS, 10., 2009, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

SANTOS, G. H.; ALVES, L.; MORET, M. A. Modellus: Animações Interativas Mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. **Sitientibus Série Ciências Físicas**, Feira de Santana, Bahia, Brasil, v. 2, p. 56–67, 2006. DOI: 10.13102/sscf.v2i.5296. Disponível em: <https://periodicos.uefs.br/index.php/SSCF/article/view/SSCF-v.2-A7>.

SANTOS, Luiz Gustavo Fernandes. Modellus: proposta metodológica para o ensino de física a alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola pública, na perspectiva da aprendizagem significativa. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, TO, 2018.

SILVA, Ricardo Diniz Souza e. O uso pedagógico do software Modellus na prática colaborativa de alunos para facilitar o desenvolvimento da aprendizagem significativa de cinemática. 2014. 176 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SILVA, S. C. R.; SCHIRLO, A. C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. Acesso em: 13 mai. 2023.

SOUSA, Andréa Freitas de; RODRIGUES, Francisco Leandro de Oliveira; CAVALCANTE, Josué da Silva; FROTA, Diego Araújo. O estado da arte do software Modellus aplicado ao ensino da física. **Essentia – Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia**, Sobral, v. 23, n. 2, 2022. Disponível em: <https://essentia.uvanet.br/index.php/ESSENTIA/article/view/483/379>

WEISZ, Telma. *O diálogo entre o ensino e a aprendizagem*. São Paulo: Ática, 1999.

ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZARA, R. Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO, 2., 2011, Cascavel. Anais [...]. Cascavel: UNIOESTE, 2011. p. 265-272.

CRESWELL, John W.; PLANO CLARK, Vicki L. **Designing and Conducting Mixed Methods Research**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.

JOHNSON, R. Burke; CHRISTENSEN, Larry. **Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches**. 7. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 200

## APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

### 1- APRESENTAÇÃO DO PRODUTO

A sequência apresentada foi criada com a intenção de se obter o título de Mestre em ensino de Física pela Universidade Federal de Alagoas pelo mestrando Kleverton Lopes Guimaraes, professor da rede estadual de Alagoas e tem como objetivo tornar o aluno protagonista do ensino, pois são eles que atuam no ensino com o auxílio do simulador, deixando o professor como mediador do processo de ensino-aprendizagem. Com o uso do simulador, o professor tem um vasto leque de trabalho, podendo criar simulações para os alunos alcançarem seus objetivos ou também pode atuar como mediador para que tais estudantes criem as próprias simulações, deixando-os trabalharem um dos principais fatores que são cobrados na formação de um cidadão, que é o uso da criatividade. O simulador também pode auxiliar os alunos a entenderem como funciona um processo de programação, no qual eles criam simulações e conseguem juntar o ensino teórico a uma prática. Com o simulador, o professor consegue também cobrir algumas lacunas que são deixadas na aula expositiva, como o de associar o conteúdo a um movimento. Tendo em vista a dificuldade de fazer com que os alunos consigam associar o que é falado em sala de aula a algo do dia a dia, o simulador consegue ser um auxílio ao professor. Além disso, o simulador também se torna um facilitador na parte matemática, pois os alunos não precisam resolver cálculos e montar gráficos no papel, uma vez que a própria máquina consegue fazer esse processo de maneira bastante simples e intuitiva.

## 2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na nossa sequência usaremos a física do movimento de projéteis associada aos esportes, pois vejo que, se associarmos o assunto teórico e ligarmos ao um tema específico, como esportes, conseguiremos engajar melhor os alunos ao conteúdo. capítulo atual falará sobre a física dos projéteis em geral sem ligarmos a um tema específico.

### MOVIMENTO DE PROJÉTEIS

Se falarmos de uma partícula que se move em um plano vertical com velocidade inicial  $V_0$  e com uma aceleração constante, igual a aceleração de queda livre  $g$ , dirigida para baixo, definimos esse tipo especial de movimento como movimento de projéteis. Muitos esportes tem esse tipo de movimento em seus movimentos, como o futebol ao se cobrar uma falta sobre a barreira, o basquetebol ao se lançar a bola na cesta, entre outros. Esse foi um dos motivos de trazermos esse trabalho para um tema norteador que é o esporte.

Quando o movimento bidimensional não sofre a influência do ar e com velocidade inicial  $v_0$  podemos descrever a equação da seguinte forma:

$$v_0 = v_{0x}\hat{i} + v_{0y}\hat{j} \quad (1)$$

As componentes  $v_{0x}$ , e  $v_{0y}$  podem ser calculadas se conhecermos o ângulo  $\theta$  entre  $v_0$  e o semieixo  $x$  positivo:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta \quad \text{e} \quad v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta \quad (2)$$

Durante o movimento bidimensional a posição e a velocidade do projétil mudam continuamente, mas o vetor aceleração é constante e sempre dirigido para baixo, ou seja, o projétil não possui aceleração horizontal. Um fator interessante desse tipo de movimento é que o movimento horizontal e o movimento vertical se comportam de forma independentes, ou seja, um não interfere no outro.

## ANÁLISE DO MOVIMENTO HORIZONTAL

Se analisarmos o lançamento de projéteis em duas partes uma no movimento horizontal e uma no movimento vertical, podemos observar algumas características interessantes. Analisando o movimento vertical, como não existe aceleração nessa direção, a velocidade não sofre alteração fazendo assim que a componente  $v_{0x}$  permaneça em todo o seu movimento durante a trajetória. Em qualquer instante  $t$ , o deslocamento horizontal do projétil em relação a posição inicial  $x - x_0$ , é dado por

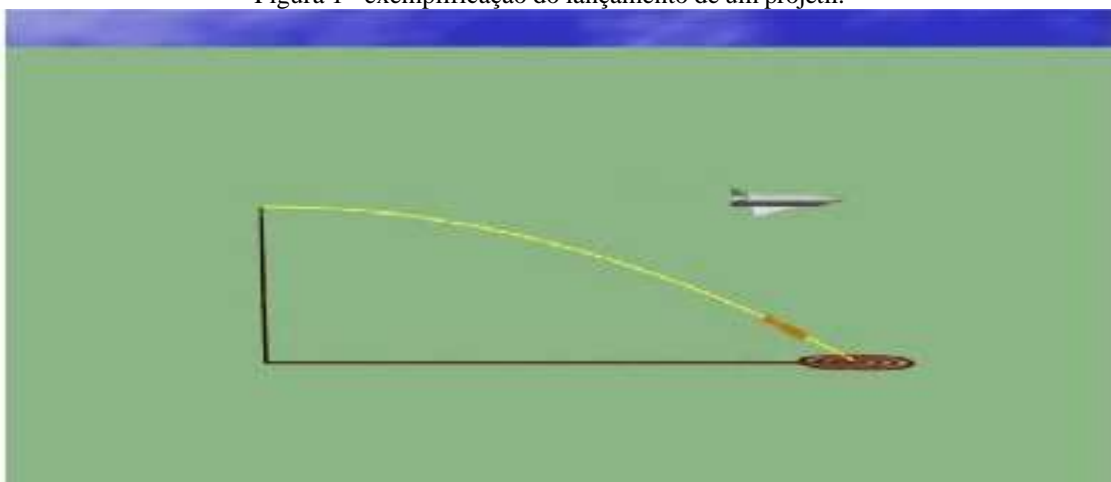
$$x - x_0 = v_{0x}t \quad (3)$$

Substituindo a parte  $x$  da equação 2 na equação 3, temos:

$$x - x_0 = v_0 \cdot \cos \theta \cdot t \quad (4)$$

A figura abaixo demonstra o que foi relatado.

Figura 1 - exemplificação do lançamento de um projétil.



Fonte: casadasciencias.org

Mesmo sendo solto do avião o míssil consegue manter a mesma velocidade no eixo  $x$  do avião. Caindo no solo exatamente abaixo do avião.

## MOVIMENTO VERTICAL

Para o movimento vertical devemos levar em conta a aceleração que o corpo sofre para baixo em todo o movimento, como a aceleração durante o movimento é constante podemos considerar essa parte como um movimento em queda livre com aceleração  $g$  que, como sempre é voltada para baixo, usamos  $-g$  na equação da queda livre, lembrando também de substituir o eixo  $x$  pelo eixo  $y$ . Fazendo essas substituições, temos:

$$y - y_0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (5)$$

Substituindo o eixo  $y$  da equação 2 em 5, temos:

$$y - y_0 = (v_0 \text{sen} \theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (6)$$

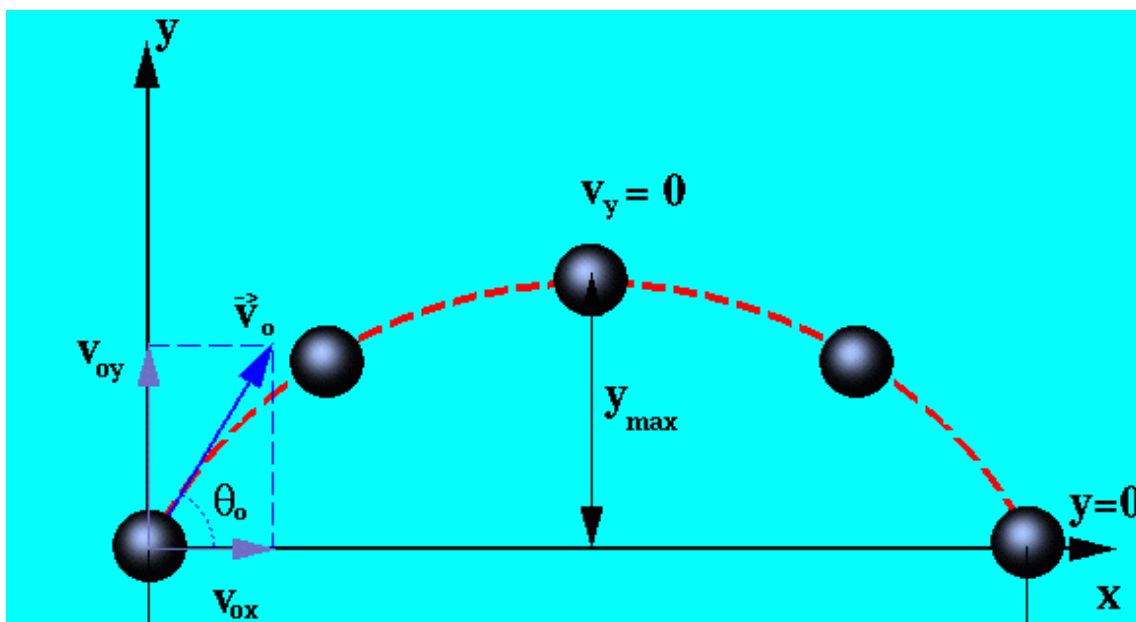
Podemos fazer a mesma relação com as equações da velocidade em função do tempo, onde se tornam:

$$v_y = v_0 \text{sen} \theta - gt \quad (7)$$

$$v_y^2 = (v_0 \text{sen} \theta)^2 - 2g(y - y_0) \quad (8)$$

A figura abaixo exemplifica bem o que está descrito

Figura 2 - representação das velocidades de um lançamento nos eixos y e x



Fonte: app.planejativo.com

Observa-se que a velocidade no eixo y varia a todo instante, inicialmente, quando está se dirigindo para cima, seu módulo diminui continuamente até chegar a zero, que é a altura máxima atingida. Em seguida, a componente vertical da velocidade muda de sentido e seu módulo passa a aumentar com o tempo.

## EQUAÇÃO DA TRAJETÓRIA

Podemos encontrar a equação da trajetória eliminando o tempo das equações 4 e 6. Para fazermos isso isolamos  $t$  na equação 4, onde temos:

$$t = \frac{x - x_0}{v_0 \cos \theta} \quad (9)$$

Substituindo o resultado em 6, temos:

$$y - y_0 = (v_0 \operatorname{sen} \theta) \frac{x - x_0}{v_0 \cos \theta} - \frac{1}{2} g \left( \frac{x - x_0}{v_0 \cos \theta} \right)^2 \quad (10)$$

Resolvendo algebricamente, tomando  $y_0 = 0$ , temos:

$$y = x \operatorname{tg} \theta - \frac{gx^2}{2(v_0 \cos \theta)} \quad (11)$$

### ALCANCE HORIZONTAL

O alcance horizontal  $R$  de um projétil é a distância horizontal percorrida pelo projétil até voltar a sua altura inicial que é a altura de lançamento. Para determinar o alcance  $R$  fazemos  $x = x_0 = R$  na equação 4 e  $y - y_0 = 0$  na equação 6, obtendo as equações

$$R = (v_0 \cos \theta)t \quad \text{e} \quad 0 = (v_0 \operatorname{sen} \theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (12)$$

Eliminando  $t$  nas duas equações, temos:

$$R = \frac{2v_0^2}{g} \operatorname{sen} \theta \cdot \cos \theta \quad (13)$$

Usando a identidade  $2\theta = 2 \operatorname{sen} \theta \cdot \cos \theta$ , temos:

$$R = \frac{v_0^2}{g} \operatorname{sen} 2\theta \quad (14)$$

É importante lembrar que essa equação não fornece o alcance horizontal quando a altura de lançamento é diferente da altura do alcance e que o alcance máximo ocorre quando temos para um ângulo de lançamento  $45^\circ$ , exceto quando a altura entre o ponto de partida e chegada são diferentes.

### 3- SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**1 - Objetivo:** Avaliar se a utilização de simuladores no ensino de física facilita a aprendizagem numa abordagem de ensino por investigação.

**1.1- Objetivo complementar:** Desenvolver uma alfabetização científica nos alunos.

**2 - Ementa:** Abordar o assunto de lançamento de projéteis utilizando uma simulação de um arremesso em uma cesta de basquete no programa Modellus.

**3 - Habilidades e Competências a Serem Desenvolvidas:** Desenvolver um conhecimento dos assuntos citados na ementa com auxílio visual do simulador.

**4 - Metodologia:** O procedimento da atividade será seguido por duas etapas, a primeira etapa será da explicação do assunto em sala no formato expositivo e segunda etapa da explicação do assunto com o simulador.

Serão designadas quatro aulas em sala de aula, cuja a finalidade é demonstrar, através de uma aula expositiva: os primeiros conceitos de movimento parabólico; fazer com que os alunos tenham o primeiro contato com as fórmulas do assunto e fazer com que eles associem o assunto com acontecimentos que envolvem o conteúdo, inclusive o lançamento de uma bola de basquete.

A segunda etapa, a de aplicação, deverá ser realizada uma semana após, cujo os alunos deverão ser separados em, no máximo, trios para a realização da atividade e será

entregue um roteiro produzido, que está no Anexo I. Onde o objetivo principal é fazer com que os alunos consigam associar o conteúdo trabalhado em sala com o simulador. Para essa parte serão designadas 4 aulas, onde a primeira aula tem o objetivo de os alunos conhecerem o programa e as outras duas para que eles manuseiem o programa com o intuito de conseguir aplicar o assunto trabalhado em sala no simulador.

A finalidade é utilizar o simulador para que os alunos investiguem, reforcem e construam conhecimentos acerca dos assuntos citados na ementa.

Após as 8 aulas será aplicado um questionário que será usado para avaliação do que os alunos acharam do uso do simulador para o ensino de física e assim ter a resposta do ponto de vista do aluno.

## **AULA 1**

A primeira aula será a abordagem inicial sobre o tema, sempre buscando os conhecimentos prévios dos alunos. Procurando saber se eles já possuem o conhecimento de movimento e de equação do 2º grau e se sabem aplicar o conhecimento.

O professor pode iniciar a aula com um organizador prévio expositivo, apresentando um panorama geral do sobre o movimento de projéteis e sua aplicação em esportes, antes de aprofundar nos detalhes. Isso ajuda a ativar e/ou construir o arcabouço conceitual necessário para a nova informação.

Durante a exposição do assunto, o professor deve focar em identificar os subsunçores que são os conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos e que são relevantes para o tema, como noções de movimento, velocidade, aceleração e função do 2º grau. Após essa exposição o professor deve aplicar o questionário diagnóstico com objetivo de identificar de uma maneira mais eficiente os conceitos prévios que os alunos possuem.

### **ATIVIDADE DIAGNÓSTICA**

- 1- Você sabe o significado de oblíquo?
- 2- Você sabe o significado de parabólico?
- 3- Você já estudou função do 2º grau?
- 4- Quais tipos de movimento são representados por uma função do 2º grau?

O objetivo da primeira aula é de adquirir esses primeiros conceitos, para saber o que os alunos já conhecem para assim introduzir o conceito de lançamento oblíquo para os

alunos.

Essa abordagem será feita de forma expositiva, onde o professor, de uma maneira geral, abordará a turma para compreender o conhecimento prévio dos alunos com as 4 perguntas norteadoras e, ao surgimento de questionamentos, responde-los.

## **AULA 2**

Essa aula terá como objetivo principal a resposta da atividade diagnóstica, explicando aos alunos o conceito de oblíquo e parabólicos, onde será tratado o significado da palavras e o motivo delas serem usadas em um tipo de lançamento. É importante que o professor aborde um significado mais amplo e depois detalhe como ele se aplica ao tipo de movimento que vai ser abordado para uma melhor organização do conteúdo na mente do aluno

Na revisão da função de 2º grau o professor deve enfatizar que esse conceito matemático é fundamental para descrever e entender a trajetória parabólica do lançamento de projetéis e tentar conectar esse conhecimento prévios com o novo conteúdo que vai ser ensinado.

## **AULA 3**

Início do conteúdo de lançamento oblíquo, onde de forma expositiva será tratado o conteúdo com os alunos, demonstrando o conceito as equações e as aplicações que esse tipo de movimento possui. É importante que antes de apresentar as equações do lançamento oblíquo o professor compare o movimento horizontal e o vertical enfatizando as semelhanças e as diferenças para evitar que os alunos confundam os assuntos.

Ao demonstrar as equações o professor deve conseguir que os alunos consigam associar o assunto com sua realidade, é importante que eles consigam associar as equações trabalhadas com o tema abordado, por exemplo, associar as equações trabalhadas com o lançamento de uma bola de basquete para acertar a cesta.

## **AULA 4**

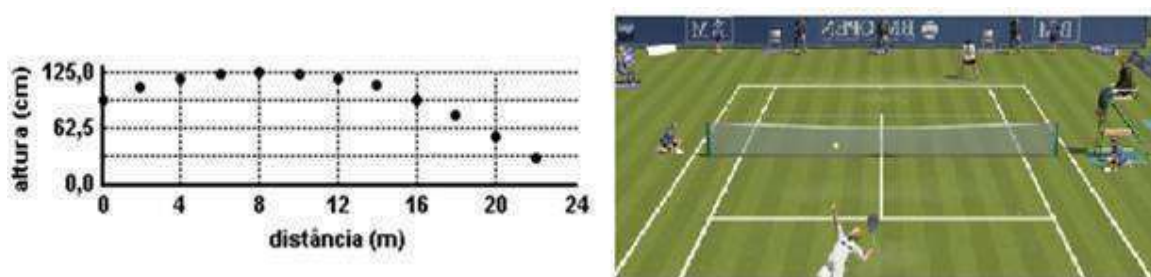
A aula 4 será de resoluções de exercícios de forma expositiva no quadro. Ao resolver os exercícios o professor deve guiar os alunos para que identifiquem os subsunçores necessários para resolução e guia-los para usarem seus conhecimentos prévios para abordar os problemas. Os exercícios que serão resolvidos em sala, usam um tema

central que é o de esportes, e tem como objetivo associar o tema trabalhado com algo do cotidiano dos alunos.

## EXERCÍCIOS

- 01- Uma bola de tênis rebatida numa das extremidades da quadra descreve a trajetória representada na figura a seguir, atingindo o chão na outra extremidade da quadra. O comprimento da quadra é de 24 m.

Figura 2 – Exemplificação em gráfico da altura atingida pela bola de tênis



Fonte: tutordobrasil.com.br

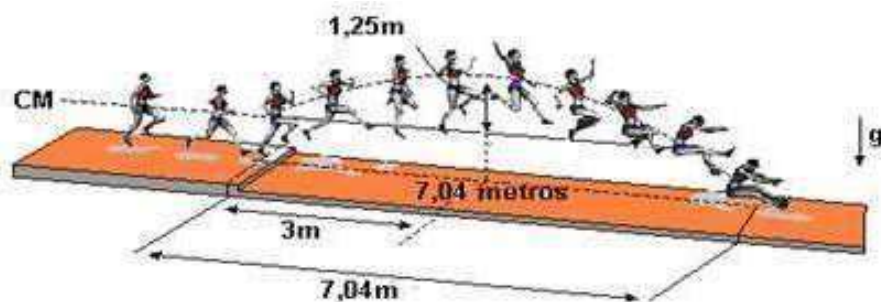
- Calcule o tempo de voo da bola antes de atingir o chão. Desconsidere a resistência do ar nesse caso.
- Qual é a velocidade horizontal da bola no caso acima?

02-O salto que conferiu a medalha de ouro a uma atleta brasileira, na Olimpíada de 2008, está representado no esquema ao lado, reconstruído a partir de fotografias múltiplas.

Nessa representação está indicada, também, em linha tracejada, a trajetória do centro de massa da atleta (CM).

Utilizando a escala estabelecida pelo comprimento do salto, de 7,04 m, é possível estimar que o centro de massa da atleta atingiu uma altura máxima de 1,25 m (acima de sua altura inicial), e que isso ocorreu a uma distância de 3,0 m, na horizontal, a partir do início do salto, como indicado na figura. Considerando essas informações, estime:

Figura 3 – Exemplificação das variáveis em um salto a distância

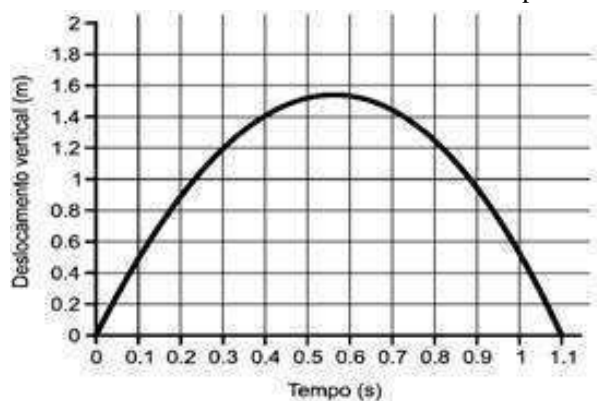


Fonte: fisicaevestibular.com.br

- a) O intervalo de tempo  $t_1$ , em s, entre o instante do início do salto e o instante em que o centro de massa da atleta atingiu sua altura máxima.
  
- b) A velocidade horizontal média,  $V_H$ , em m/s, da atleta durante o salto.

03-O famoso salto duplo twistcarpado de Daiane dos Santos foi analisado durante um dia de treinamento no Centro Olímpico em Curitiba, através de sensores e filmagens que permitiram reproduzir a trajetória do centro de gravidade de Daiane na direção vertical (em metros), assim como o tempo de duração do salto.

Figura 4 – Gráfico do deslocamento vertical versus tempo



Fonte: fisicaevestibular.com.br

Figura 5 – Daiane Santos em um salto



Fonte: fisicaevestibular.com.br

De acordo com o gráfico, determine:

- A altura máxima atingida pelo centro de gravidade de Daiane.
- A velocidade média horizontal do salto, sabendo-se que a distância percorrida nessa direção é de 1,3m.

As questões escolhidas são relacionadas ao esporte, com o objetivo de ligar o conteúdo a algo em que os alunos tem conhecimento, sabem como acontece na prática e que, na sala de aula, ele vai aprender como isso é explicado pela física.

## AULA 5

Na aula 5 o aluno terá seu primeiro contato com o simulador e o professor deverá antes de uma exploração livre pelo aluno, fornecer uma explicação sobre o simulador, explicar sua finalidade, suas principais funcionalidades e como ele se relaciona com o conteúdo que está sendo abordado. Também é importante conectar o simulador com a

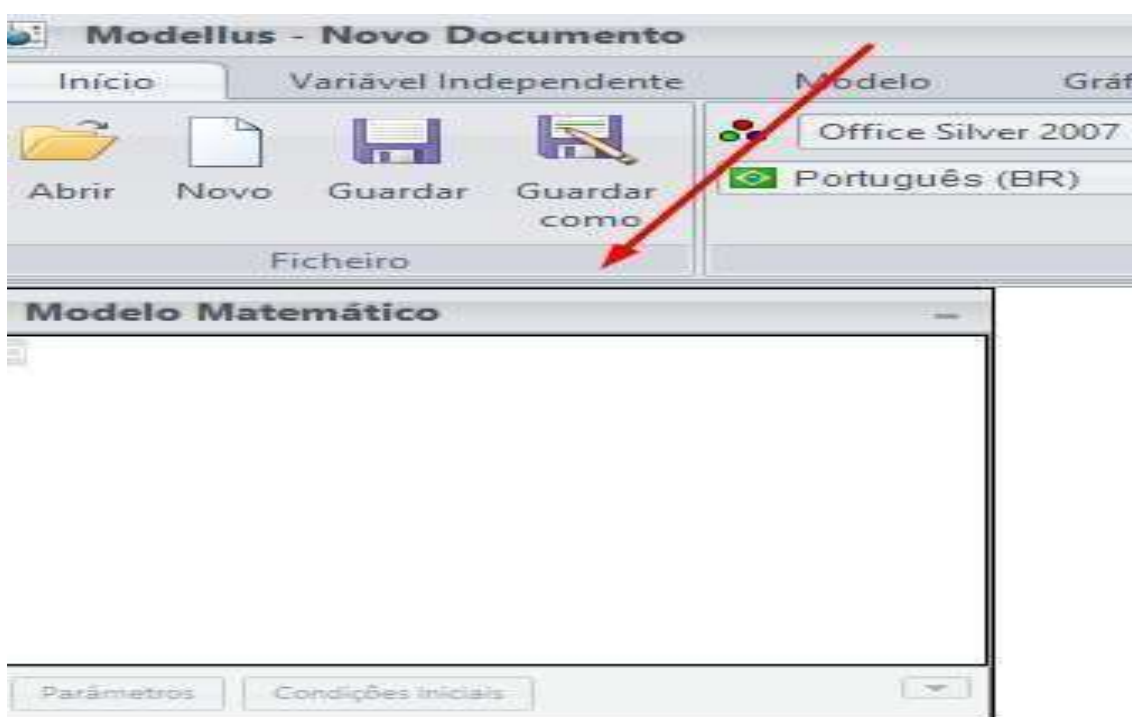
ideia de um laboratório virtual que tem como objetivo auxiliar os alunos na compreensão de conceitos complexos sem a necessidade de cálculos manuais ou equipamentos físicos.

O professor pode dividir a aula em três momentos.

**MOMENTO 1** – Mostrar uma simulação qualquer já pronta com objetivo de os alunos verem o que o simulador faz, onde o professor vai mostrar a simulação e os gráficos gerados.

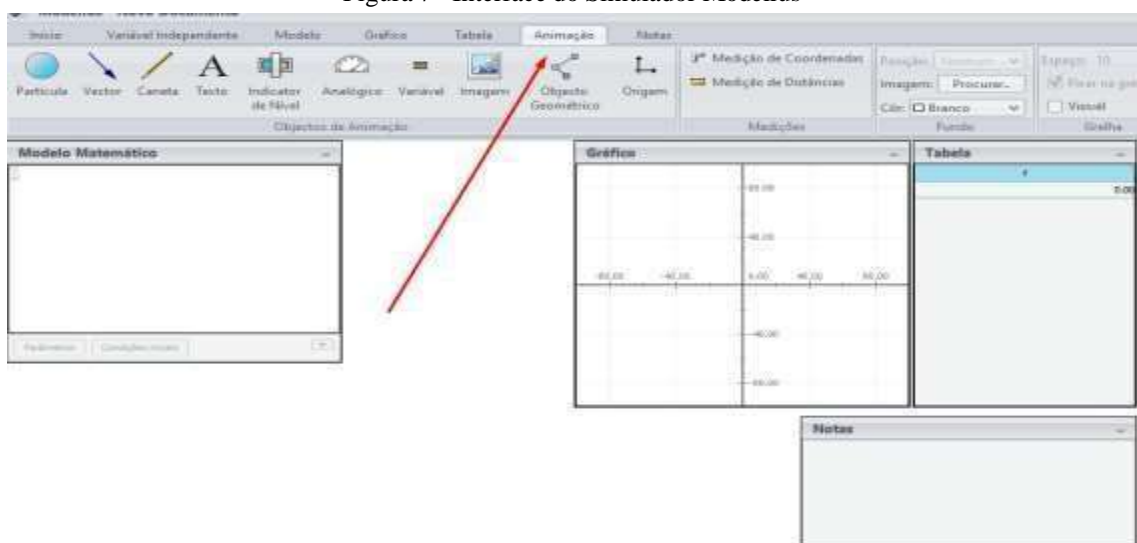
**MOMENTO 2**- No passo 2 os alunos terão o primeiro contato com o simulador, onde o professor deverá mostrar detalhadamente os tópicos “modelo matemático”, “animação” e mostrar os elementos de simulação que o programa dispõe.

Figura 6 – Interface do Simulador Modellus



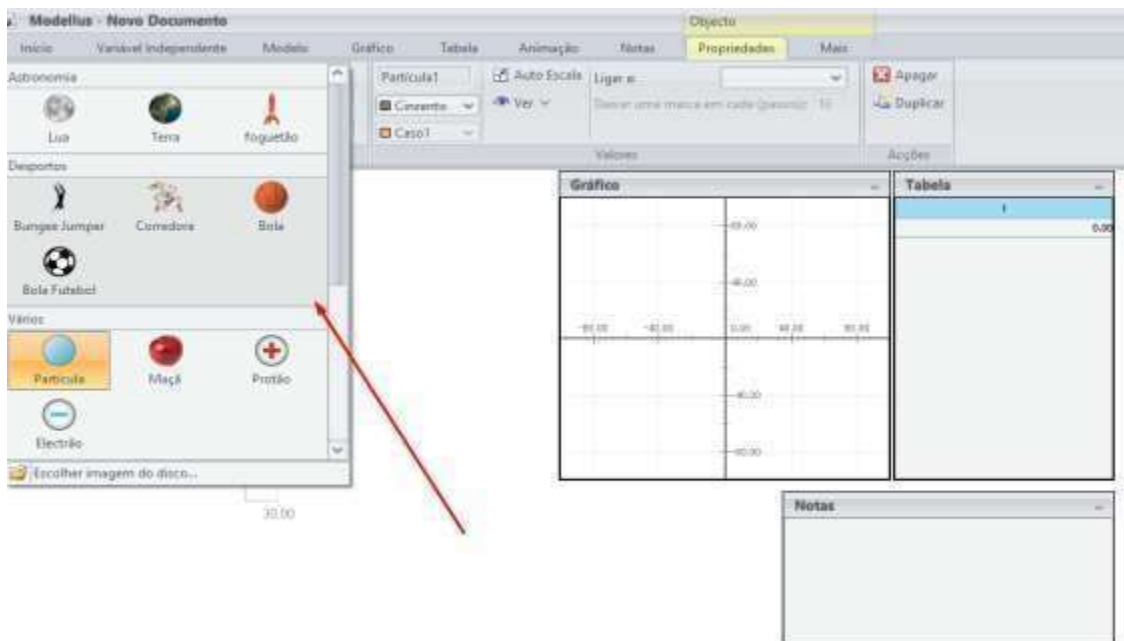
Fonte: Simulador Modellus

Figura 7 - Interface do Simulador Modellus



Fonte: Simulador Modellus

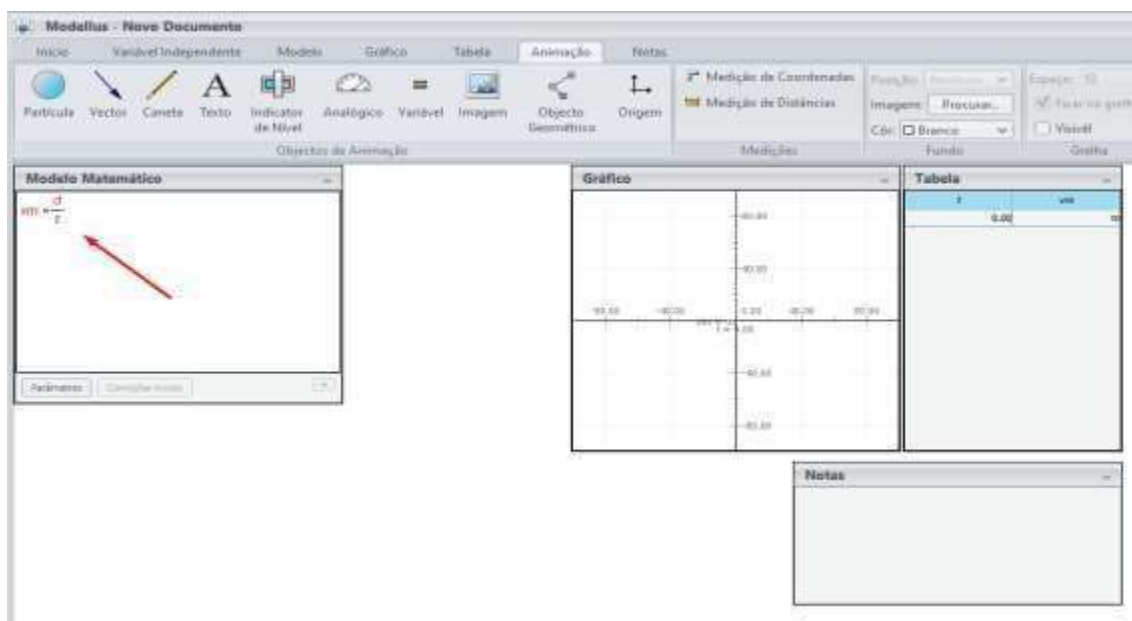
Figura 8 - Interface do Simulador Modellus



Fonte: Simulador Modellus

MOMENTO 3- Os alunos começam a utilizar o simulador nessa parte, onde vão escrever o modelo matemático nesse passo. O objetivo é o aluno observar que o modelo matemático está correto ou não de acordo com como o programa mostra. Nesse caso pode deixar a equação mais simples, por exemplo, a equação de velocidade média.

Figura 9 - Interface do Simulador Modellus



Fonte: Simulador Modellus

## **AULA 6**

Na aula 6 o aluno terá o objetivo de escrever e colocar para funcionar a simulação de um movimento oblíquo. Ficando bem à vontade sobre o que ele vai fazer, se vai usar uma bola um vetor ou algo tipo. O desafio de criar a própria simulação permite que os alunos experimentem e descubram as relações entre as variáveis e a representação visual que a simulação mostra, nessa etapa é importante que o professor atue como mediador e ofereça suporte em casos de dificuldade com o simulador, sempre com o objetivo da aprendizagem do conteúdo.

## **AULA 7**

Na aula 7 o aluno deverá montar uma simulação de movimento oblíquo e, além dos passos anteriores feitos na aula 6, o aluno deverá montar uma simulação com a imagem. Nessa aula os alunos tem com objetivo conectar o assunto abordado em sala de aula com uma situação real. O professor assume o papel de mediador sempre oferecendo suporte para os alunos em caso de dificuldade no uso do simulador. Nessa etapa é essencial que os alunos mudem os parametros e observem como esses parametros afetam a simulação, o professor pode mostrar também as mudanças que ocorrem no gráfico quando os parametros são alterados, facilitando assim a relação que o aluno deve alcançar que é do conteúdo trabalhado em sala com a aplicação do simulador e a própria realidade do aluno.

## **AULA 8**

Na aula 8 o aluno irá trabalhar com uma simulação pronta, que tem como objetivo aplicar os conhecimentos adquiridos pelos alunos e que eles observem uma aplicação na prática do que aprenderam.

A simulação pronta, os aluno tem como objetivo acertar a cesta de basquete na simulação. como mostra a figura 10,. Nesse passo a simulação já está pronta e o aluno seguirá os passos abaixo:

Figura 10 – Simulação no simulador Modellus



Fonte: Simulador Modellus

### PASSO 1

Atribua valores para os valores, com o objetivo de deixar a posição em função do tempo, após isso inicie a simulação.

O que você observou?

---

### PASSO 2

Atribua valores diferentes do que você usou no passo 1 e observe o que aconteceu.

Você atribuiu valores maiores ou menores?

---

---

O que aconteceu com a simulação em comparação ao passo anterior?

---

### PASSO 3

Atribua um sinal de menos no modelo matemático.

O que aconteceu?

---

### PASSO 4

Atribua valores com o objetivo de acertar a cesta.

Quais valores você encontrou?

---

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É esperado com essa sequência que o professor tenha uma alternativa a mais para conseguir atingir seu objetivo em sala de aula. O formato da sequência possui uma vantagem importante para área de ensino, o professor pode adequar a sequência a realidade da sua escola, por exemplo, pode usar dispositivos que projetem a imagem em casos que a escola não possua computadores para serem usados. É importante ressaltar que ao incorporar as ações da sequência didática as teorias de Ausebel, a sequência tem maior probabilidade de promover uma aprendizagem mais profunda e duradoura, fazendo com que os alunos relacionem o que está sendo mostrado em sala de aula com o cotidiano deles e não apenas memorizando fórmulas e equações, fazendo com que os alunos compreendam de maneira efetiva os conceitos e aplicações.

## REFERÊNCIAS

**HALLIDAY, D.; RESNICK, R.** *Fundamentos de Física: Mecânica*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, [s.d.].

**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*, v. 34, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>. Acesso em: 16 jun. 2024

**MACHADO, A. F.; COSTA, L. M.** A utilização do software Modellus no ensino da Física. *Interagir*, n. 14, p. 45–50, 2009. Rio de Janeiro.

**MANTOVANI, S. R.** Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)**, 11., 2017, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1561-1.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2025

**APÊNDICE B****RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO FINAL**

Respostas da pergunta 1

**ALUNO 1:** Os pontos positivos é que torna mais fácil de visualizarmos os cálculos e como certos objetos se comportam e deixa a aula mais dinâmica.

**ALUNO 2:** Uma ótima experiência

**ALUNO 3:** Interatividade, visualização do fenômeno, facilidade em mudar as equações e desenvolvimentos de habilidades tecnológicas

**ALUNO 4:** Uma boa experiência

**ALUNO 5:** Com o uso do simulador fica mais fácil de visualizar o que está sendo explicado.

**ALUNO 6:** Tornou a aula mais diferente

**ALUNO 7:** Facilita o aprendizado do conteúdo

**ALUNO 8:** Facilita a visualização dos fenômenos

**ALUNO 9:** Tornou a aula mais divertida

**ALUNO 10:** Tornou o aprendizado mais divertido

**ALUNO 11:** Facilitou a visualização dos movimentos

**ALUNO 12:** Tornou a aula mais interativa

**ALUNO 13:** Não consegui ver algo positivo

**ALUNO 14:** Facilitou na aprendizagem do assunto.

**ALUNO 15:** Facilitou na visualização do fenômeno.

**ALUNO 16:** Tornou a aula mais divertida

**ALUNO 17:** Mostrou na prática o que vemos na teoria

**ALUNO 18:** Não gostei muito, pois tenho dificuldade em mexer no computador

**ALUNO 19:** Tornou a aula mais interativa e facilita a visualização do fenômeno.

**ALUNO 20:** Percebi que a aula se tornou mais produtiva.

**ALUNO 21:** Colocar em prática o que vemos na sala de aula.

**ALUNO 22:** Deu para entender melhor o assunto.

**ALUNO 23:** A transformação do conteúdo para prática

**ALUNO 24:** A transformação do conteúdo para prática

**ALUNO 25:** Que usa o computador para o ensino.

**ALUNO 26:** É mais prático e rápido para mudarmos alguma coisa como a equação.

**ALUNO 27:** Da para entender melhor o assunto.

**ALUNO 28:** Consegue mostrar o conteúdo na prática

**ALUNO 29:** Torna a aula mais divertida

**ALUNO 30:** Conseguiu chamar minha atenção

**ALUNO 31:** Podemos com o simulador criar várias coisas com base na nossa imaginação. Podemos criar diversas possibilidades e ver como funciona.

**ALUNO 32:** Podemos criar diversos modelos e testar diferentes estratégias.

**ALUNO 33:** Sistema bem simples de mexer e com várias opções

**ALUNO 34:** Mais noção de como a fórmula é aplicada

**ALUNO 35:** Facilita na visualização do fenômeno

**ALUNO 36:** Com o simulador é mais fácil de ver o que acontece com a fórmula

**ALUNO 37:** Você pode ver claramente e compreender melhor o assunto para ver como funciona.

**ALUNO 38:** Com o simulador é mais fácil de ver os resultados.

**ALUNO 39:** Facilita a visualização do fenômeno

**ALUNO 40:** Facilita na aprendizagem do assunto.

**ALUNO 41:** Ajuda o aluno no entendimento do assunto.

**ALUNO 42:** Torna a aula mais legal.

**ALUNO 43:** Os pontos positivos é que as pessoas interagem mais e fica uma atividade mais divertida

**ALUNO 44:** É bom pois pude ver como o fenômeno acontece.

**ALUNO 45:** É mais dinâmico, com ele foi mais fácil compreender o que é cada um dos eixos, x e y e entender o que acontece quando mudamos os valores de cada um.

**ALUNO 46:** Tornou a aula mais divertida.

**ALUNO 47:** Tem um jeito mais fácil de aprender, pois o próprio simulador já faz as contas.

**ALUNO 48:** Mostrou claramente o que a fórmula representa.

**ALUNO 49:** Facilitou a aprendizagem

**ALUNO 50:** Não vi muitos pontos positivos no simulador, mas gostei do trabalho em equipe.

**ALUNO 51:** Facilita na resolução dos cálculos.

**ALUNO 52:** Tornou a aula mais legal.

**ALUNO 53:** Gostei bastante, pois pensei que estava em um jogo.

**ALUNO 54:** A aula se tornou mais dinâmica melhorando o desempenho da turma.

**ALUNO 55:** Ajudou bastante a entender a equação.

**ALUNO 56:** Tornou a aula mais divertida.

**ALUNO 57:** Achei bastante diferente e interessante.

**ALUNO 58:** Facilitou para ver a física na equação.

**ALUNO 59:** Gostei bastante pois foi uma aula diferente onde podemos jogar no simulador.

**ALUNO 60:** Bom, pois podemos ver o fenômeno na prática

**ALUNO 61:** Mais prático.

**ALUNO 62:** Achei massa por criar desafios.

**ALUNO 63:** Achei bastante interessante e divertido.

**ALUNO 64:** Achei bem dinâmico e divertido.

## **RESPOSTAS DA PERGUNTA 2**

**ALUNO 1:** A principal é que os alunos podem testar na prática com o uso do simulador o que aprendem na aula tradicional.

**ALUNO 2:** O modo como é executado.

**ALUNO 3:** A tradicional é muito chata, com o uso do simulador podemos ver o que está acontecendo.

**ALUNO 4:** O modo como a aula acontece.

**ALUNO 5:** Na aula com o simulador a aprendizagem é mais rápida

**ALUNO 6:** Com o simulador a aula se torna mais dinâmica podendo mostrar como os cálculos podem ser aplicados no dia a dia.

**ALUNO 7:** Com a aula tradicional não dá para entender muito e com o simulador dá para observar como acontece.

**ALUNO 8:** Com o uso do simulador chama mais atenção dos alunos.

**ALUNO 9:** Na aula do simulador consigo ver na prática.

**ALUNO 10:** É um complemento, no simulador conseguimos ver o que é mostrado na aula tradicional.

**ALUNO 11:** A maneira como é a aula.

**ALUNO 12:** A aula tradicional é muita teoria e matemática. No simulador conseguimos ver na prática.

**ALUNO 13:** A aula no simulador diferencia as aulas que temos.

**ALUNO 14:** A aula do simulador é um pouco melhor.

**ALUNO 15:** Com o uso do simulador conseguimos ver na prática o que vemos em sala.

**ALUNO 16:** O modo como a aula é exposta.

**ALUNO 17:** A tradicional é muita teoria e a do simulador é mais prática.

**ALUNO 18:** A aula tradicional é mais chata e a do simulador é mais diferente e legal.

**ALUNO 19:** Com o uso do simulador podemos ver na prática o que vemos na sala.

**ALUNO 20:** A aula tradicional temos pouca interação diferente da aula com o simulador.

**ALUNO 21:** Na aula tradicional é apenas algo teórico, já com o uso do simulador vemos na prática.

**ALUNO 22:** Achei a aula do simulador mais legal.

**ALUNO 23:** A aula com o simulador melhora o conteúdo

**ALUNO 24:** Na aula do simulador aprendemos mais na prática e na tradicional é muita teoria.

**ALUNO 25:** Tradicional é bom para aprender a teoria e o uso do simulador vemos na prática.

**ALUNO 26:** O simulador traz uma experiência mais atrativa e mais fácil.

**ALUNO 27:** Com o simulador as pessoas participam mais, na tradicional é mais chatinha.

**ALUNO 28:** Com o simulador conseguimos ver na prática e na aula tradicional é mais teoria.

**ALUNO 29:** A diferença é que no simulador não precisamos muito do caderno e podemos usar a internet para facilitar.

**ALUNO 30:** A dinâmica da aula com o simulador é melhor.

**ALUNO 31:** O simulador é mais fácil pois aprendemos na prática.

**ALUNO 32:** A principal diferença é que a aula com o simulador é mais descontraída e muito mais divertida e dá mais vontade de participar.

**ALUNO 33:** A aula tradicional é mais teoria e no simulador conseguimos ver na prática.

**ALUNO 34:** A aula do simulador é mais prática e a tradicional é mais teoria.

**ALUNO 35:** A aula tradicional é mais teoria e no simulador é mais prática permitindo aos alunos que explorem conceitos de forma dinâmica.

**ALUNO 36:** Com o simulador a aula fica mais fácil de entender.

**ALUNO 37:** Sem o simulador você só escuta o professor falar e tenta imaginar o que ele está falando, com o simulador você visualiza aquilo que ele está falando e consegue compreender melhor.

**ALUNO 38:** Com o simulador a aula fica mais dinâmica e fácil de entender.

**ALUNO 39:** A diferença é que com o simulador a pessoa entende melhor o assunto.

**ALUNO 40:** Para mim a aula sem o simulador é muito chata e com o simulador é mais legal.

**ALUNO 41:** O simulador deixa a aula mais dinâmica despertando o interesse dos alunos e deixando o aprendizado mais divertido.

**ALUNO 42:** Com o simulador consegui entender mais o assunto, pois vi na prática.

**ALUNO 43:** Com a aula tradicional quase ninguém interage na aula, com o simulador a aula fica mais dinâmica.

**ALUNO 44:** Sem o simulador é uma aula teórica e com o simulador é mais prática.

**ALUNO 45:** Com o uso do simulador é mais dinâmico e fácil de entender o assunto, sem ele é um pouco mais difícil.

**ALUNO 46:** Com o simulador ajuda a ter uma melhor visão sobre o assunto que está sendo trabalhado.

**ALUNO 47:** Com o simulador a forma como você ver as imagens facilita nossas vidas e a aula se

torna bem mais legal e fácil de aprender

**ALUNO 48:** O simulador mostra na prática e a tradicional mostra a teoria.

**ALUNO 49:** Com o simulador temos uma noção melhor pois é mais prático.

**ALUNO 50:** Com o simulador não precisa fazer cálculo específico já na aula tradicional os cálculos são difíceis.

**ALUNO 51:** Com o simulador a aula se torna mais divertida do que a aula tradicional.

**ALUNO 52:** Com o uso do simulador o aluno consegue entender melhor o assunto pois estamos vendo na prática.

**ALUNO 53:** O simulador é uma espécie de jogo que faz com que todos os alunos queiram participar, na aula tradicional é mais chata.

**ALUNO 54:** Com a aula do simulador conseguimos ter noção do que é para ser feito, na aula tradicional é mais teoria.

**ALUNO 55:** Com a simulação é mais fácil de entender o assunto pois é mais prática.

**ALUNO 56:** Na aula tradicional é mais teoria e na aula com a simulação é mais interessante e prende mais a atenção pois estamos aprendendo na prática.

**ALUNO 57:** Com o simulador o aluno tem mais facilidade de aprender pois vemos a imagem do que tá acontecendo, na aula tradicional é muita teoria.

**ALUNO 58:** Sem o simulador é muita teoria com o simulador é mais prática.

**ALUNO 59:** O uso do simulador a atividade fica mais atrativa. Na aula tradicional é muita teoria.

**ALUNO 60:** As aulas sem o simulador é tipo uma aula sem graça e com o simulador é mais dinâmica e bem mais interessante.

**ALUNO 61:** Para mim não tem diferença nenhuma.

**ALUNO 62:** A tecnologia torna a aula em uma aula diferente, na tradicional é muita teoria.

**ALUNO 63:** A aula com o simulador é mais interessante e é mais fácil de aprender.

**ALUNO 64:** O simulador deixou mais fácil pois dá para ver na prática, a aula tradicional é mais chata.

### **RESPOSTAS DA PERGUNTA 3**

**ALUNO 1:** Uma ótima ferramenta, que faz com que os alunos queiram aprender mais sobre física.

**ALUNO 2:** Achei ótimo, uma boa experiência.

**ALUNO 3:** Incrível, pois ele transforma o aprendizado, tornando mais dinâmico e interativo.

**ALUNO 4:** Achei bom, uma boa experiência.

**ALUNO 5:** Achei legal e útil.

**ALUNO 6:** Achei legal.

**ALUNO 7:** Um ótimo elemento para o aprendizado.

**ALUNO 8:** Acho que ele facilita o aprendizado, gostei mais do que a aula em sala.

**ALUNO 9:** Muito bom.

**ALUNO 10:** O aluno deixa o ensino mais completo, achei uma peça importante para essa parte do conteúdo.

**ALUNO 11:** Muito legal e diferente.

**ALUNO 12:** Boa. Bem estressante pois temos que mexer muito para fazer algo, mas achei bem legal.

**ALUNO 13:** Foi bastante legal e diferente.

**ALUNO 14:** Interessante.

**ALUNO 15:** Achei bastante interessante, pois ele ensina de uma forma mais completa.

**ALUNO 16:** Muito massa e diferente.

**ALUNO 17:** Muito interessante para o nosso aprendizado.

**ALUNO 18:** Legal.

**ALUNO 19:** Bem legal.

**ALUNO 20:** Bom.

**ALUNO 21:** Eu achei algo bem desafiador, pois posso aprender novas habilidades além do assunto da sala.

**ALUNO 22:** Legal.

**ALUNO 23:** Bem prático.

**ALUNO 24:** Interessante.

**ALUNO 25:** Ótimo, gostei muito de programar uma simulação.

**ALUNO 26:** Um método diferente que facilitou meu entendimento.

**ALUNO 27:** Interessante.

**ALUNO 28:** Bom, consegui entender como a fórmula funciona.

**ALUNO 29:** Muito legal.

**ALUNO 30:** Muito bom, interessante e legal.

**ALUNO 31:** Muito legal, deixou a aula mais divertida.

**ALUNO 32:** Interessante.

**ALUNO 33:** Feio. Interface não elaborada e qualidade da imagem ruim.

**ALUNO 34:** Legal

**ALUNO 35:** É uma ferramenta excelente que torna o aprendizado mais envolvente e atrativo.

**ALUNO 36:** Legal.

**ALUNO 37:** Deixou a aula mais fácil.

**ALUNO 38:** Legal.

**ALUNO 39:** Gostei um pouco.

**ALUNO 40:** Gostei bastante, consegui compreender o assunto.

**ALUNO 41:** Senti um pouco de dificuldade para digitar as fórmulas.

**ALUNO 42:** Gostei um pouco.

**ALUNO 43:** Gostei bastante.

**ALUNO 44:** Não gostei muito.

**ALUNO 45:** Gostei bastante, consegui ver como funciona o eixo X e Y.

**ALUNO 46:** Achei legal.

**ALUNO 47:** Gostei bastante mesmo sentindo dificuldade em mexer nele, mas com mais aulas com ele vai facilitar.

**ALUNO 48:** Gostei bastante, consegui compreender o assunto.

**ALUNO 49:** Achei legal.

**ALUNO 50:** Não gostei do uso do simulador.

**ALUNO 51:** Gostei um pouco.

**ALUNO 52:** Gostei do simulador.

**ALUNO 53:** Interessante.

**ALUNO 54:** Achei legal, deixou a aula mais dinâmica.

**ALUNO 55:** Achei bastante interessante.

**ALUNO 56:** Gostei um pouco.

**ALUNO 57:** Achei interessante.

**ALUNO 58:** Achei bem legal, deixou a aula diferente.

**ALUNO 59:** Achei legal

**ALUNO 60:** Gostei bastante.

**ALUNO 61:** Achei interessante.

**ALUNO 62:** Achei diferente.

**ALUNO 63:** Legal.

**ALUNO 64:** Bem interessante.

#### **RESPOSTA DA PERGUNTA 4**

**ALUNO 1:** Sim

**ALUNO 2:** Sim

**ALUNO 3:** Sim

**ALUNO 4:** Sim, com o simulador ficou mais fácil.

**ALUNO 5:** Sim

**ALUNO 6:** Sim

**ALUNO 7:** Entendi um pouco

**ALUNO 8:** Algumas partes sim

**ALUNO 9:** Consegui compreender e entender.

**ALUNO 10:** Sim

**ALUNO 11:** Embora não goste de física entendi como funciona.

**ALUNO 12:** Sim

**ALUNO 13:** Sim.

**ALUNO 14:** Um pouco.

**ALUNO 15:** Sim, mesmo tendo que quebrar a cabeça nele.

**ALUNO 16:** Sim

**ALUNO 17:** Não muito, o assunto é bastante chato.

**ALUNO 18:** Sim.

**ALUNO 19:** Sim

**ALUNO 20:** Sim.

**ALUNO 21:** Sim

**ALUNO 22:** Sim

**ALUNO 23:** Sim, os conceitos iniciais sim.

**ALUNO 24:** Sim.

**ALUNO 25:** Sim

**ALUNO 26:** Sim.

**ALUNO 27:** Sim

**ALUNO 28:** Sim

**ALUNO 29:** Não. Gostei do simulador, mas o assunto ainda ficou confuso.

**ALUNO 30:** Sim

**ALUNO 31:** Um pouco.

**ALUNO 32:** Sim

**ALUNO 33:** Consegui um pouco.

**ALUNO 34:** Sim.

**ALUNO 35:** Sim, um pouco.

**ALUNO 36:** Sim.

**ALUNO 37:** Creio que sim, preciso ver como vai ser as próximas aulas.

**ALUNO 38:** Sim.

**ALUNO 39:** Sim

**ALUNO 40:** Sim.

**ALUNO 41:** Acho que sim.

**ALUNO 42:** Sim.

**ALUNO 43:** Sim.

**ALUNO 44:** Sim.

**ALUNO 45:** Sim

**ALUNO 46:** Sim

**ALUNO 47:** Sim, pois não precisa fazer operações matemáticas que é a parte que me atrapalha.

**ALUNO 48:** Sim

**ALUNO 49:** Sim.

**ALUNO 50:** Ainda sinto bastante dificuldade no assunto.

**ALUNO 51:** Não, o assunto é bem difícil.

**ALUNO 52:** Sim.

**ALUNO 53:** Consegui compreender sim.

**ALUNO 54:** Sim.

**ALUNO 55:** Sim

**ALUNO 56:** Sim

**ALUNO 57:** Sim

**ALUNO 58:** Sim.

**ALUNO 59:** Sim

**ALUNO 60:** Sim

**ALUNO 61:** Sim

**ALUNO 62:** Sim, um pouco.

**ALUNO 63:** Sim.

**ALUNO 64:** Sim.

**RESPOSTAS DA PERGUNTA 5**

**ALUNO 1:** Com o uso do simulador, ela induz os alunos a demonstrar o que aprenderam.

**ALUNO 2:** Com o simulador por ser uma aula diferente.

**ALUNO 3:** Com o simulador, pois podemos aprender não só de forma oral como também na prática.

**ALUNO 4:** Com o uso do simulador, pois é uma aula super diferente.

**ALUNO 5:** Com o simulador, a explicação fica mais prática.

**ALUNO 6:** Com o simulador é bem mais prático, precisamos de mais atividades desse tipo.

**ALUNO 7:** Com o uso do simulador, a aula é mais valiosa para o processo de aprendizagem.

**ALUNO 8:** Eu prefiro a aula tradicional, estou mais acostumado com esse tipo de aula.

**ALUNO 9:** Para mim a maneira ideal seria uma mistura dos dois tipos, a aula tradicional para a parte teórica e o simulador para praticar o que foi mostrado na sala de aula.

**ALUNO 10:** Com o uso do simulador, pois acho que com ele a forma de aprender é facilitada e mais completa.

**ALUNO 11:** Gostei da aula do simulador, mas prefiro a aula tradicional. Consigo compreender melhor na explicação oral.

**ALUNO 12:** Com o simulador, achei a aula mais dinâmica e interativa.

**ALUNO 13:** A aula tradicional é melhor, pois consigo aprender melhor de maneira individual.

**ALUNO 14:** Com o simulador, ele deixa a compreensão do conteúdo mostrado melhor.

**ALUNO 15:** Com o uso do simulador, pois deixa a forma que nos aprendemos mais completa.

**ALUNO 16:** Aula com o simulador, pois é mais dinâmica e interativa. Acharia melhor se os computadores fossem usados com menos alunos.

**ALUNO 17:** Com o uso do simulador, ele facilita de ver o que está acontecendo na equação.

**ALUNO 18:** Com o uso do simulador, ele deixa a aula mais completa e mostra o que que está acontecendo na prática.

**ALUNO 19:** Prefiro a aula com o simulador, ele deixa a aula mais interativa e dinâmica.

**ALUNO 20:** Com o uso do simulador, com ele conseguimos criar coisas diferente deixando a aula mais emocionante.

**ALUNO 21:** Acredito que é necessária uma mistura dos dois tipos, pois a aula tradicional é mais

fácil de mostrar a parte teórica e a com simulador mostra a parte prática.

**ALUNO 22:** Com o uso do simulador, consegui aprender mais.

**ALUNO 23:** Tradicional, pois consigo aprender mais quando escrevo.

**ALUNO 24:** Com a aula tradicional sinto muita dificuldade na matemática, no simulador consegui aprender melhor.

**ALUNO 25:** Gostei do simulador, mas prefiro a aula tradicional.

**ALUNO 26:** Uma mistura dos dois seria ideal, a aula em sala para demonstrar o conteúdo e o simulador para colocar em prática.

**ALUNO 29:** Com o uso do simulador, ele deixou a aula mais interessante e divertida.

**ALUNO 30:** Acho que uma aula híbrida usando os dois métodos, traria mais facilidade para entender o conteúdo.

**ALUNO 31:** Com o uso do simulador, ele deixa a aula diferente.

**ALUNO 32:** Com o uso do simulador, ele deixa a aula mais interessante.

**ALUNO 33:** Com o uso do simulador, é mais prático e facilita na aprendizagem do conteúdo.

**ALUNO 34:** Com o uso do simulador, ele deixa a aula diferente das outras deixando a aula divertida.

**ALUNO 35:** Com o uso do simulador, na prática fica mais fácil de aprender certos assuntos.

**ALUNO 36:** Com o simulador, achei a aula bastante interessante deixando o aluno com vontade de aprender.

**ALUNO 37:** Com o simulador, ele deixou a aula mais legal.

**ALUNO 38:** Com o uso do simulador, a aula ficou mais interessante.

**ALUNO 39:** Com o uso do simulador, a compreensão do conteúdo ficou mais fácil quando conseguimos visualizar a teoria.

**ALUNO 40:** Com o uso do simulador, deixou a aula mais legal.

**ALUNO 41:** Com o uso do simulador, aula ficou divertida.

**ALUNO 42:** Com o uso do simulador, ele deixou a aula mais legal.

**ALUNO 43:** Com o uso do simulador, facilitou o aprendizado.

**ALUNO 44:** Com o uso do simulador, a aula ficou mais divertida.

**ALUNO 45:** Com o simulador, a aula ficou mais legal.

**ALUNO 46:** Com o uso do simulador, deixou o conteúdo mais fácil.

**ALUNO 47:** Prefiro a mistura das duas, a aula tradicional é interessante e mostra a teoria e aula com o simulador mostra a prática.

**ALUNO 48:** Aula com o simulador, é interessante aprender de maneiras diferentes.

**ALUNO 49:** Com o uso do simulador, deixou a aula mais interessante e divertida.

**ALUNO 50:** Com o uso do simulador, deixou a aula mais legal.

**ALUNO 51:** Com o uso do simulador, deixou a aula mais legal.

**ALUNO 52:** Sem o uso do simulador, prefiro as aulas onde o professor demonstra o conteúdo.

**ALUNO 53:** Com o uso do simulador, a aula ficou mais interativa.

**ALUNO 54:** Com o uso do simulador, a aula ficou mais legal.

**ALUNO 55:** Com o uso do simulador, a aula tradicional é mais chata.

**ALUNO 56:** Com o uso do simulador, ele mostra a física na prática.

**ALUNO 57:** Com o uso do simulador, deixou a aula mais interessante.

**ALUNO 58:** Com o simulador, deixou a aula mais legal.

**ALUNO 59:** Preferi a aula com o simulador na televisão, pois o professor mexia no simulador e nos colocamos nossa opinião.

**ALUNO 60:** Com o uso do simulador, achei mais fácil.

**ALUNO 61:** Com o uso do simulador, com ele ficou mais fácil de entender.

**ALUNO 62:** Com o uso do simulador, com ele a aula ficou mais legal.

**ALUNO 63:** Com o simulador, ele deixou a aula mais legal.

**ALUNO 64:** Com o simulador, ele deixou a aula mais interessante.

## **RESPOSTAS DA PERGUNTA 6**

**ALUNO 1:** Falta de opções para diversificar as simulações.

**ALUNO 2:** No início é difícil de digitar as equações.

**ALUNO 3:** Como o trabalho foi feito em grupo, senti dificuldade em colocar minha opinião.

**ALUNO 4:** A parte de colocar as equações.

**ALUNO 5:** Achei ele pouco intuitivo.

**ALUNO 6:** Falta de opções para realizar exemplos de simulações.

**ALUNO 7:** Nenhuma.

**ALUNO 8:** Como montar as equações no simulador.

**ALUNO 9:** Descobrir o que as opções fazem

**ALUNO 10:** Achei o tempo muito corrido para conseguir criar a simulação.

**ALUNO 11:** Nenhuma.

**ALUNO 12:** Como foi feita em grupo, muitas opiniões para fazer a simulação.

**ALUNO 13:** Digitar a equação e fazer a simulação rodar.

**ALUNO 14:** Gostei da simulação, mas não é fácil de montar e organizar a simulação.

**ALUNO 15:** O tempo para fazer a simulação.

**ALUNO 16:** Nenhuma.

**ALUNO 17:** De escrever as equações.

**ALUNO 18:** De escrever as equações no simulador.

**ALUNO 19:** Nenhuma.

**ALUNO 20:** De escrever a equação. Tentei colocar uma bola para girar  $360^\circ$  e não consegui.

**ALUNO 21:** Escrever as equações.

**ALUNO 22:** Entender como atribuir os valores das variáveis.

**ALUNO 23:** O ajuste das coordenadas.

**ALUNO 24:** Ajustar os valores de  $x$  e  $y$

**ALUNO 25:** Não tenho muito conhecimento de computação, senti muita dificuldade na parte de pesquisar a imagem e colocar ela no simulador.

**ALUNO 26:** Nenhuma.

**ALUNO 27:** Entender como ajustar os eixos.

**ALUNO 28:** Montar a estrutura completa da simulação, são muitos passos.

**ALUNO 29:** Nenhuma.

**ALUNO 30:** No início é difícil de compreender, achei ele pouco intuitivo.

**ALUNO 31:** Nenhuma.

**ALUNO 32:** No início achei pouco intuitivo, mas com o tempo consegui me adaptar ao simulador e construir a simulação.

**ALUNO 33:** Interface não é muito intuitiva,

**ALUNO 34:** No início ele parece bastante complicado, mas com o auxílio de uma pessoa que sabe ele se torna fácil.

**ALUNO 35:** Nenhuma.

**ALUNO 36:** Nenhuma.

**ALUNO 37:** De ajustar a equação ao movimento do objeto.

**ALUNO 38:** Nenhuma.

**ALUNO 39:** De escrever as equações.

**ALUNO 40:** Nenhuma.

**ALUNO 41:** Na escrita da equação e para colocar a figura no simulador.

**ALUNO 42:** Em escrever a equação.

**ALUNO 43:** Conseguir associar a imagem ao movimento do objeto.

**ALUNO 44:** Nenhuma.

**ALUNO 45:** Na associação da equação ao movimento.

**ALUNO 46:** Nenhuma.

**ALUNO 47:** Nenhuma.

**ALUNO 48:** Na escrita da equação e na associação com o objeto.

**ALUNO 49:** Na escrita das fórmulas.

**ALUNO 50:** Na associação da equação ao objeto.

**ALUNO 51:** Na escrita da equação.

**ALUNO 52:** Em escrever a equação.

**ALUNO 53:** Na associação do cálculo ao movimento do objeto.

**ALUNO 54:** Em acertar o valor exato para conseguir atingir o objetivo da simulação criada.

**ALUNO 55:** Para escrever a equação e associar com o objeto.

**ALUNO 56:** Nenhuma.

**ALUNO 57:** Nenhuma.

**ALUNO 58:** Ele é pouco intuitivo.

**ALUNO 59:** Escrever as equações e ajustar ao movimento dos objetos.

**ALUNO 60:** Nenhuma.

**ALUNO 61:** O computador estava travando muito a simulação.

**ALUNO 62:** Para escrever as fórmulas, para colocar a imagem na simulação e para pesquisar a imagem.

**ALUNO 63:** Nenhuma.

**ALUNO 64:** No início senti dificuldade em encontrar algumas opções, mas depois de um tempo consegui me adaptar.