

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 10

PRODUTO EDUCACIONAL

O uso do software Modellus: Uma proposta educacional da Eletrostática para o ensino de surdos.

Cleberson de Souza Fernandes
Antônio Marques dos Santos
Vanessa Gosson Gadelha de Freitas Fortes

Natal
2024

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: AVALIAÇÃO SOBRE DO USO DO SOFTWARE MODELLUS: UMA PROPOSTA EDUCACIONAL DA ELETROSTÁTICA PARA O ENSINO DE SURDOS, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 10 – IFRN Natal-RN, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais e a minha família que me apoiou durante todo o Mestrado.

Agradeço aos meus orientadores, Prof. Dr. Antônio Marques e Prof. Dra. Vanessa Fortes pela disponibilidade, paciência e toda ajuda para compor meu trabalho.

Agradeço a todos os alunos que me ajudaram e me incentivaram a fazer meu trabalho e ao Centro de Atendimento aos Surdos por ceder o espaço para a aplicação do produto.

Agradeço a minha turma de mestrandos que me apoiou e ajudou em todo o período a pós-graduação.

Agradeço a todos os meus amigos que me incentivaram em todos os momentos durante todo o período da pós-graduação.

Agradeço a todos os meus professores e ex-professores do IFRN-*CNAT* que sempre estavam à disposição e ajudaram durante todo o período da pós-graduação.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte pelo apoio e pelas oportunidades oferecidas pela instituição.

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

Sumário

1. Introdução.....	5
1.1. Apresentação do tema.....	5
1.2. Objetivos da proposta	7
2. Revisão Bibliográfica.....	7
2.1. Desafios do ensino de surdos.....	7
2.2. Fundamentação teórica sobre a Eletrostática.....	8
2.3 Fundamentação teórica sobre as Teorias da Aprendizagem.....	12
2.4. Apresentação do <i>software Modellus</i>	13
3. Metodologia.....	14
3.1. Descrição da proposta educacional.....	14
3.2. Construindo a simulação.....	15
3.3. Utilizando o simulador.....	17
4. Considerações Finais.....	19
5. Referências	20

1. Introdução

A Educação Inclusiva vem sendo um grande debate na educação brasileira e tem sido discutida por alguns dos maiores pensadores do nosso tempo. Vale ressaltar que a inclusão é muito importante para a vida dos alunos com Necessidade Educacional Específica (NEE). A inclusão garante a sua participação na sociedade e que mais estudantes tenham os direitos e responsabilidades para serem reconhecidos pela sociedade. Esta é uma questão muito importante e nesse contexto, a educação dos surdos emergiu como uma área necessitada de estratégias educativas para garantir uma aprendizagem eficaz e significativa às pessoas surdas.

O envolvimento de alunos com NEE pode ser uma tarefa complexa dependendo do grau da deficiência. Por exemplo, uma pessoa surda precisa ter uma assistência mais especializada do que uma pessoa com baixa audição. Portanto, os professores devem ser preparados para todos os alunos participarem das aulas. Além disso, devemos ficar atentos aos desenhos e simulações e levar recursos visuais para dentro de sala de aula para que os alunos entendam melhor o que o professor proporá, com o intérprete dentro de sala de aula. Esta tarefa deve dar sugestões aos professores sobre como a simulação pode ser usada para facilitar a compreensão do capítulo sobre eletrostática.

A ideia central deste produto é dar aos professores o suporte necessário para explicar o fenômeno acima em suas salas de aula e ajudá-lo a aplicar com seus alunos surdos. Observe que os alunos já possuem o conhecimento prévio do conteúdo baseado na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e nas ideias interacionismo de Vygotsky. Portanto, há necessidade de abordar os temas da educação inclusiva para que os alunos surdos possam utilizar e compreender melhor os temas específicos dos trabalhos.

1.1. Apresentação do tema

O *Modellus* é um *software* de simulação desenvolvido principalmente para o ensino de Física. Também pode ser acessado e operado pelos próprios alunos, garantindo que eles possam usar seu conhecimento científico e a sua imaginação para aprimorar sua proficiência no campo da Física. Existem diversos recursos visuais à disposição dos alunos na utilização do *software*, e é muito importante o aluno com Surdez ter esse acesso.

Eles podem visualizar interações entre cargas, observar a formação de campos elétricos e compreender fenômenos da eletrostática.

Usar o *Modellus* como ferramenta educacional de ensino para a eletrostática a alunos surdos tem diversas vantagens. Primeiramente, proporciona uma melhor apresentação do assunto e estimula o aprendizado de forma simples e objetiva, tornando-o significativo e motivador para os alunos.

Além disso, o *software* garante uma abordagem mais personalizada às necessidades e ao ritmo de cada aluno. Outra coisa boa são experimentos virtuais. Isso dá aos alunos a oportunidade de utilizar o conhecimento adquirido durante o treinamento para evoluir em relação à tecnologia e ao próprio simulador. O *Modellus* também permite que uma única simulação seja aplicada em múltiplos contextos, com o auxílio de um professor, garantindo assim a ampliação do conhecimento do aluno, ajudando-o a aumentar o seu vocabulário e conhecimento científico aplicando simulações a outras situações do seu cotidiano.

Vale ressaltar que esta ferramenta promove a participação ativa e o desenvolvimento holístico dos alunos surdos no âmbito da educação científica, tornando a aprendizagem mais acessível, significativa e inclusiva.

O *software Modellus* pode ser baixado gratuitamente utilizando o link: <https://docente.ifrn.edu.br/alessandrorolim/informatica-aplicada-a-fisica/software-modellus-4.01/view>. Após o *download* e a instalação do *software*, o docente terá acesso à interface do programa onde poderá fazer inúmeras simulações e modelos para as explicações dos conteúdos dentro da Física.

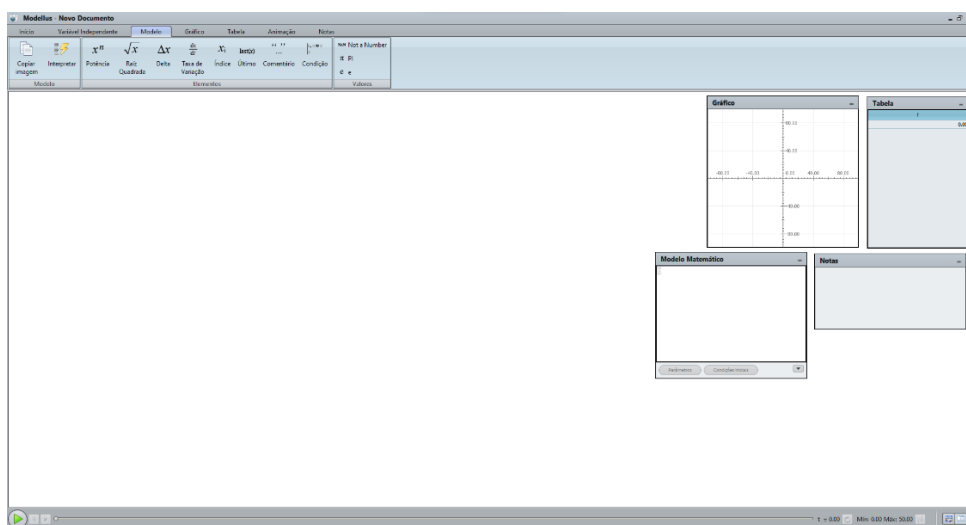


Figura 1: Interface do *software Modellus*. Fonte: Própria.

1.2. Objetivos da proposta

O objetivo geral da proposta é analisar o potencial do *software Modellus* como ferramenta educacional para a Eletrostática no ensino de surdos.

Os objetivos específicos são listados a seguir:

- Investigar as potencialidades do *software Modellus* para o ensino da eletrostática;
- Desenvolver atividades de ensino de eletrostática utilizando o *software Modellus*;

Para atingir esses objetivos, a dissertação será dividida em três etapas:

- Revisão bibliográfica sobre o ensino de eletrostática para surdos;
- Desenvolvimento de atividades de ensino de eletrostática utilizando o *software Modellus*;
- Aplicação das atividades de ensino de eletrostática e avaliação de sua efetividade.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Desafios no ensino de surdos

Quando falamos em educação inclusiva, referimo-nos a uma proporção de alunos com NEE que prejudica o seu progresso educativo/acadêmico. A perda auditiva é a incapacidade de perceber ondas dentro da faixa audível, ou seja, a incapacidade de ouvir sons. Para isso, os surdos precisam de uma forma de comunicação mais especializada, a chamada Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) que hoje é considerada materna para os surdos. A língua foi introduzida no Brasil durante o período do Segundo Reinado, mais precisamente em 1857, com a fundação do Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES). Com essa instituição, os surdos tiveram o seu primeiro local onde poderiam estudar e aprender a LIBRAS, que segundo Mori e Sander (2015), “destaca-se o papel de Dom Pedro II para a história dos surdos, o qual trouxe um professor surdo da França, Ernest Huet, que foi peça fundamental para consolidar a educação dos surdos no Brasil e legitimar o uso da língua de sinais”. No entanto, foi somente em 2002, através da Lei nº.10.436/2002, que a LIBRAS foi reconhecida como meio legal de comunicação. Ou seja, embora tenha sido introduzido no Brasil em 1857, só recentemente foi reconhecido como meio de comunicação.

A educação de surdos ainda enfrenta muitos obstáculos no Brasil. A história destas barreiras remota ao séc. XVIII. Neste período, surgiu uma corrente oralista no qual, Silva e Nembri (2008) afirmam que sempre privilegiou a escrita e a fala. Nessa época, os surdos eram forçados a oralizarem e a escrever, deixando a língua de sinais como um meio inviável para a comunicação. Contudo, surgiu um movimento a favor do uso da língua de sinais e, com ele, uma perspectiva bilíngue. Essa corrente, segundo Silva e Nembri (2008, p.10), “A língua de sinais, na perspectiva do bilinguismo, é assumida como primeira língua, respeitando a diversidade cultural e linguística dos surdos”. Sendo assim, essa corrente aceita a língua de sinais como sendo uma comunidade linguística, fazendo assim a sua imersão dentro da sociedade.

Finalmente, existe um problema maior: faltam referências teóricas para o ensino de Física aos surdos. A recuperação de dados ainda é muito limitada, tornando cada tarefa mais original e com isso este trabalho visa contribuir com o Ensino de Física, aumentando o referencial teórico em termos de Educação Inclusiva. Segundo Silva e Camargo (2020), o desenvolvimento do nível de conhecimento no ensino de física para surdos ainda é muito novo, há cerca de 10 anos, o que dificulta a produção e o encontro de referenciais teóricos.

2.2. Fundamentação teórica sobre a Eletrostática

A eletrostática é o ramo do eletromagnetismo que estuda as cargas elétricas em repouso. Dentro dessa vertente é estudado fenômenos como a força elétrica, campo elétrico e potencial elétrico, tópicos muito importantes para o entendimento de como as cargas elétricas interagem entre si. O conteúdo deste trabalho é baseado em campos elétricos e potenciais elétricos.

2.2.1. Carga Elétrica

A carga elétrica pode ser entendida como sendo uma propriedade inerente a uma substância. Em outras palavras, toda matéria é composta de cargas elétricas. Essas cargas podem ser positivas ou negativas. Cargas de mesmo sinal se repelem e de sinais contrários se atraem. Usando este conceito, podemos definir os conceitos de forças atrativas e repulsivas. Para fins educacionais, existe atração entre cargas de sinais opostos e repulsão entre cargas de mesmo sinal.

A descoberta da carga elétrica ocorreu na Grécia Antiga, através do processo de eletrização por atrito, a partir do atrito do âmbar (“*elektron*” em grego) e pele de animais.

Foi nessas circunstâncias que nasceu o estudo da eletrostática. Segundo Nussenzveig (1997), “A existência de dois tipos de cargas diferentes foi descoberta por Charles François du Fay em 1733”. Charles mostrou que o atrito entre o âmbar com um tecido se repele, enquanto o vidro eletrificado atrai o âmbar eletrizado. Isso traz à tona os tipos de cargas positivas e negativas e os conceitos de atração e repulsão.

Essa ideia deu origem ao princípio da conservação da carga, no qual mostra que apesar do movimento das cargas, a quantidade de carga envolvida no processo sempre é a mesma, ou seja, sempre preservado. Seguindo esse caminho, foi notado que a carga elétrica possui um valor mínimo, a chamada **carga elementar**, e com isso, chegou-se à conclusão de que a carga elétrica pode ser quantificada, ou seja, quando existir um desequilíbrio de cargas em um corpo, o valor da carga adquirida poderá ser definido, em módulo, por,

$$Q = n \cdot e \quad (I)$$

Sendo $e = \pm 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, como carga elementar, o menor valor de carga possível. Q , a quantidade de carga do corpo e n como sendo o número de prótons (positivo) e elétrons (negativo) a mais naquele corpo. Através disso, pode-se definir que quando há essa diferença entre o número de prótons e elétrons, o corpo estará carregado.

2.2.2. Lei de Coulomb

Estudando o fenômeno de atração e repulsão das cargas elétricas, utilizando o equilíbrio de torção de duas esferas carregadas, Charles Augustin de Coulomb, previu que tanto a atração quando a repulsão são diretamente proporcionais ao produto das cargas elétricas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre essas cargas. Essa relação é conhecida como a Lei de Coulomb. Não resta muito,

$$\vec{F}_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r} \quad (II)$$

Onde, ϵ_0 é a permeabilidade elétrica no vácuo no qual foi realizado o experimento de Coulomb. Porém, a força elétrica irá depender do meio em que as cargas estarão colocadas.

Usando essa relação, podemos definir que o princípio da superposição de forças existe se tivermos um sistema contendo ‘n’ cargas, ou seja, há sempre a *n-ésima* carga, para determinar a força produzida pela força elétrica aplicada, basta adicionar todo seu poder de ação a uma de suas cargas, logo,

$$\vec{F}_i = \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j \neq i}^n \frac{q_j}{r_{ij}^2} \hat{r}_{ij} \quad (\text{III})$$

A distância entre as cargas elétricas irá depender do tipo de geometria com que o sistema será feito.

2.2.3. Campo Elétrico

A força elétrica é uma força que atua em função da distância, e com isso, pode-se dizer que deve existir um campo operacional para que a força seja aplicada a uma carga elétrica. Este campo é um campo elétrico que pode ser definido como sendo uma região no espaço que exerce uma força elétrica sobre uma carga contida nesse campo. Então, matematicamente podemos dizer:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (\text{IV})$$

Portanto, se equação acima for aberta, podemos encontrar uma solução que afirma que o campo elétrico depende apenas das cargas que o geram, ou seja, a presença das cargas geradoras é suficiente para que o campo elétrico exista. Então,

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r} \quad (\text{V})$$

Observe que os campos elétricos também seguem o princípio da superposição. Para encontrar o campo resultante em um ponto qualquer, basta somar todos os campos que atuam nesse mesmo ponto, sendo assim,

$$\vec{E}_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{r_i^2} \hat{r} \quad (\text{VI})$$

A distância entre a carga e o ponto de interesse irá depender da geometria do sistema.

2.2.4. Potencial Elétrico

O campo elétrico é considerado conservativo e, portanto, existe uma função escalar eletrostática, com uma energia definida por unidade de carga, chamada potencial elétrico. Matematicamente,

$$V = \frac{E_{pe}}{q} \quad (\text{VII})$$

No qual, tem-se a energia potencial eletrostática dividido pela carga de prova.

Qual a energia potencial eletrostática dividida pela carga teste? É importante lembrar que o potencial elétrico depende apenas da carga fonte, sendo encontrada na forma:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} \quad (\text{VIII})$$

Observe que é de natureza escalar, consequentemente, o valor do potencial será sempre um valor algébrico e não vetorial. Vale lembrar que o potencial dependerá, também, da geometria do sistema, sendo assim, obedece ao Princípio da Superposição, ficando assim,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{r_i} \quad (\text{IX})$$

2.2.5. Diferença de potencial

Se as regiões tiverem o mesmo potencial, diz-se que têm potenciais iguais, ou seja, as chamadas **superfícies equipotenciais**. Quando duas ou mais regiões possuem potenciais diferentes, ocorre uma diferença de potencial que é crítica para o movimento das cargas, chamada de corrente elétrica.

Isso nos permite dizer que o movimento dessas cargas existe apenas a partir do momento em que ocorre uma diferença de potencial (tensão). Pode-se afirmar que só irá existir esse movimento. Observe a dedução a seguir:

$$W = - \oint \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad (\text{X})$$

$$W = - \int_a^b q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (\text{XI})$$

$$W = q_0 (Ed_a - Ed_b) \quad (\text{XII})$$

$$W = q_0 \Delta V \quad (\text{XIII})$$

Logo, o trabalho da força elétrica irá depender do potencial numa posição inicial a da carga e do potencial numa posição final b . Vale salientar que a força elétrica é considerada **conservativa** e por isso o seu rotacional é igual a zero e o trabalho é independente do caminho feito para levar a carga de um potencial a para um potencial b .

Para que aconteça o fenômeno do raio, relâmpago e trovão é necessário ter algumas condições. Primeiramente, o ambiente precisa ter passado ou ainda está em uma situação de baixa umidade, pois isso favorece o acontecimento. Em segundo lugar, as nuvens precisam estar extremamente carregada eletricamente para que consiga fazer uma

polarização e um surgimento de um campo elétrico muito intenso entre a nuvem e o solo conseguindo quebrar a rigidez dielétrica do ar.

Com as gotículas de água na atmosfera estão carregadas, o conjunto de faíscas entre essas cargas dão origem à ionização do ar, que inicialmente é isolante e passa a ser condutor, fazendo com que a força elétrica seja forte para puxar os elétrons da nuvem em direção ao solo dando origem ao **raio**. Simultaneamente, com o aumento da intensidade do campo e o aumento da diferença de potencial (d.d.p), a transferência de energia envolvida no processo é maior e conseqüentemente ocorrerá dois fenômenos: um termodinâmico e um quântico.

O fenômeno termodinâmico será referente ao aumento da temperatura do ar ao redor e logo uma expansão abrupta do ar, fazendo surgir o **trovão**. Quando ao fenômeno quântico, como é transferido energia para o ar, logo para os átomos, os elétrons realizam saltos quânticos e ao final do processo, retornam para seu estado natural liberando partículas de luz (fótons), dando origem ao **relâmpago**.

2.3. Fundamentação teórica sobre as Teorias da Aprendizagem

Para realizar a tarefa é importante que o professor conheça quais são as teorias por trás. É importante notar que este estudo se baseia nas contribuições de Vygotsky para a educação especial e a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Para Vygotsky, a sociedade e o mundo real em que as pessoas vivem estão em constante mudança. De acordo com estes princípios, a educação especial também sofreu repentinas mudanças ao longo da história. Portanto, acreditamos que professores e alunos também estão vivenciando essas mudanças que estão fazendo costumes tradicionais fiquem cada vez mais ultrapassados. Além desse princípio, Moreira (1999) afirma que Vygotsky parte do pressuposto de que esse desenvolvimento cognitivo não pode ser compreendido sem o conhecimento do contexto social e cultural ao qual o aluno se insere. Então, os professores devem ter conhecimento sobre os alunos e seu ambiente para promover o seu desenvolvimento intelectual. Assim, os professores devem saber ou buscar compreender em qual ambiente social e cultural em que os alunos surdos se encontram e garantir que seus aprendizados sejam relevantes para esse ambiente.

Logo, antes utilizar simulações, os professores devem ter a compreensão desse meio para explicar o conteúdo aos alunos para que eles possam formar conexões e adquirir conhecimento.

Além de Vygotsky, a aprendizagem significativa oriunda de Ausubel é importante para a aplicação do produto. Porque, segundo Moreira (1999), ele destacou que o processo de ensino-aprendizagem deveria ter uma explicação teórica segundo princípios cognitivistas.

Para Ausubel, para que os alunos aprendam de forma significativa, as novas informações devem passar por todo um processo de conexão com aspectos que são relevantes para o discente, a partir do momento em que ele consegue se conectar com o conhecimento já adquirido. Por exemplo: o conceito de Energia pode ser entendido de várias maneiras, mas, o aprendiz pode fazer uma conexão dos seus conhecimentos anteriores, começando por energia elétrica, para assim, começar a entender e fazer sentido no presente, em suas vidas diárias e no conhecimento existente.

Em última análise, a simulação se baseia nessas duas ideias. Os professores devem ter conhecimento dos ambientes sociais e culturais dos alunos e ser capaz de fazer conexões com o que ensinam, e os alunos devem ter conhecimento prévio a fazer conexões necessárias para que ocorra uma aprendizagem significativa.

2.4. Apresentação do software Modellus

A proposta de ensinar alunos surdos sobre eletricidade estática usando o *software* educacional *Modellus* foi pensada e desenvolvida através das Teorias de Aprendizagem da interação sociocultural de Vigotski e Aprendizagem Significativa de Ausubel.

De acordo com a Declaração de Salamanca (1994), todos os alunos têm direito a uma educação integral que permita a sua plena e efetiva participação na sociedade. Pensando nisso, é importante que escolas e educadores disponibilizem recursos e estratégias educacionais que atendam às necessidades específicas de cada aluno.

Para os alunos surdos, a língua de sinais é reconhecida como primeira língua, e a comunicação visual é uma importante ferramenta de aprendizagem. Além disso, o ensino bilíngue, composto por língua de sinais e português, é a abordagem recomendada para garantir o acesso ao conhecimento e o desenvolvimento de habilidades linguísticas.

Em relação à tecnologia educacional, o aprendizado vem se tornando mais acessível e inclusivo, devido a facilidade visual dos aplicativos e simulações e também acessibilidade. Por exemplo, *Modellus* é um *software* educacional que cria modelos virtuais para representar situações do mundo real e facilitar a visualização e compreensão de conceitos abstratos.

Nas aulas de Física e Matemática, o uso de modelos virtuais tem se mostrado uma estratégia eficaz para auxiliar na compreensão de conceitos, principalmente para alunos surdos. Esses modelos permitem que os conceitos sejam explorados por meio de imagens, animações e simulações, tornando o aprendizado mais interativo e participativo.

Portanto, a utilização do *software Modellus* como recurso pedagógico no ensino de eletrostática para alunos surdos se fundamenta em diversas teorias e conceitos relacionados à educação inclusiva, a comunicação visual e a tecnologia educacional. O uso desse *software* pode contribuir significativamente para a inclusão educacional desses alunos, garantindo o acesso ao conhecimento e o desenvolvimento de suas habilidades.

3. Metodologia

3.1. Descrição da proposta educacional

O *software Modellus* foi escolhido para realizar simulações de fenômenos do raio, relâmpago e trovão. Estes são encontrados no assunto de eletrostática. Nesse simulador, os alunos surdos tem acesso a intensidade sonora, através de gráficos e dos elétrons e dos raios, sendo representados por uma esfera, e dos trovões, representados por um gráfico em forma de onda senoidal.

Observe que os alunos devem demonstrar conhecimento prévio do conteúdo. Por este motivo, as associações de ex-alunos dividem-se em:

Tabela 1: Definição dos encontros, conteúdos ministrados e o tempo de duração das aulas.

Encontros	Conteúdos ministrados	Tempo de duração
Encontro 1	Campo elétrico	1 hora e 30 minutos
Encontro 2	Potencial elétrico	1 hora e 30 minutos
Encontro 3	Aplicações dos conteúdos de campo elétrico e potencial elétrico	1 hora e 30 minutos
Encontro 4	Aplicação do questionário de sondagem	1 hora e 30 minutos
Encontro 5	Aplicação do simulador	1 hora e 30 minutos

Encontro 6	Aplicação do questionário final	1 hora e 30 minutos
------------	---------------------------------	---------------------

Essas reuniões são equivalentes a duas aulas de 50 minutos que o professor deve ministrar. Abaixo está uma descrição do que o professor deve fazer em cada seção.

- Encontro 1: No primeiro encontro, o professor deverá explicar o conceito de campo elétrico, desde a definição do campo até o cálculo do seu efeito.
- Encontro 2: No segundo encontro, o professor deverá explicar o conceito de potencial elétrico desde sua definição até os seus efeitos.
- Encontro 3: Durante o terceiro encontro, o professor deve demonstrar aos alunos onde os dois conceitos serão vistos no cotidiano, fazendo com que o aluno compreenda melhor sobre os conceitos já definidos sobre campo e potencial elétrico.
- Encontro 4: Durante o quarto encontro, o professor deverá realizar atividades de avaliação de conteúdo para garantir que os alunos compreendam ou tenham conhecimento prévio dos temas exigidos.
- Encontro 5: Como os alunos já conhecem e possuem conhecimento sobre o tema, os professores utilizam simuladores para ajudar a aumentarem seu conhecimento sobre o fenômeno dos trovões, relâmpagos e raios.
- Encontro 6: No encontro final, o professor realiza um questionário para verificar se os alunos adquiriram conhecimento utilizando o simulador.

O professor responsável pode ter acesso a um modelo de questionário através do link: <https://forms.gle/DE2iSFVw4eXjgtqN6>. Com esse link, o docente pode ter uma visão de como pode aplicar o questionário para que o aluno possa responder e pode avaliar se o conhecimento foi adquirido.

Ao final de todo o processo, o professor preenche um questionário fornecido pelo criador do simulador para avaliar o simulador e saber como ele ajudou em suas aulas, link: <https://forms.gle/GZv33tLsw51TT1SG7>. Os alunos também preenchem um questionário fornecido pelo criador do simulador. As questões são de natureza avaliativa da aprendizagem e estão relacionadas à contribuição do simulador para a aprendizagem, link: <https://forms.gle/zRhjK7xcHJgYDR678>.

3.2. Construindo a simulação

Para a construção da simulação foram seguidos alguns passos.

- **1º passo:** Foi feito a imagem ao fundo, fornecida pelo cônjuge do autor do trabalho, sendo avaliada e corrigida pelo autor e orientadores;
- **2º passo:** Foi utilizada uma bolinha e nela foi ligada a um eixo de coordenada e a equação, no modelo matemático, de um movimento uniforme para que a bolinha caia com velocidade constante e represente o raio.

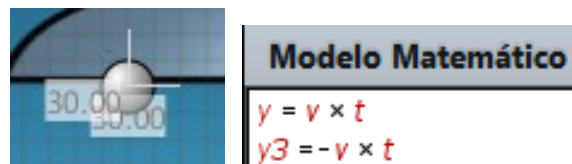


Figura 2: Bolinha e equação para a bolinha. *Fonte:* Própria.

- **3º passo:** Foi feito dois pontos e ligados a eles duas equações senoidais, no modelo matemático, para representar a intensidade sonora, e um eixo para a construção desse gráfico durante a simulação.

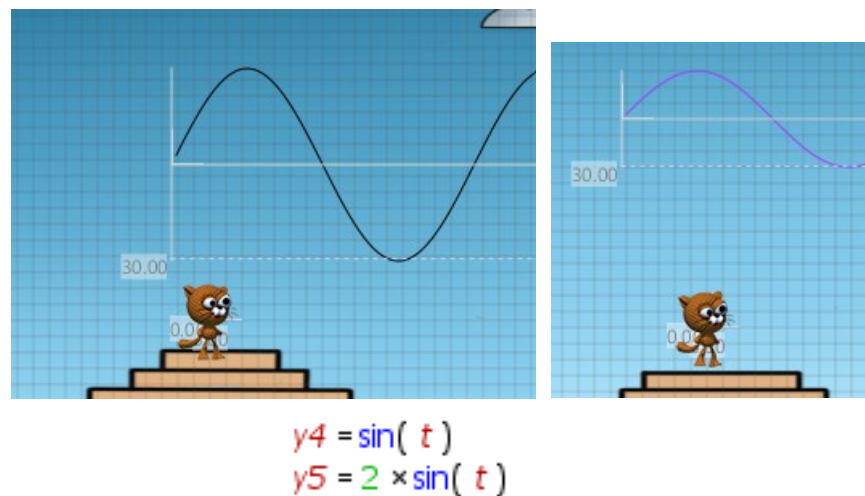


Figura 3: Gráficos e equação para os dois pontos. *Fonte:* Própria.

- **4º passo:** Foi colocado dois gatos representando os ouvintes do trovão, mostrados na Figura 3.

3.3.Utilizando o simulador

Os professores deverão ter acesso ao simulador, que aborda os seguintes temas:

I. Tela inicial

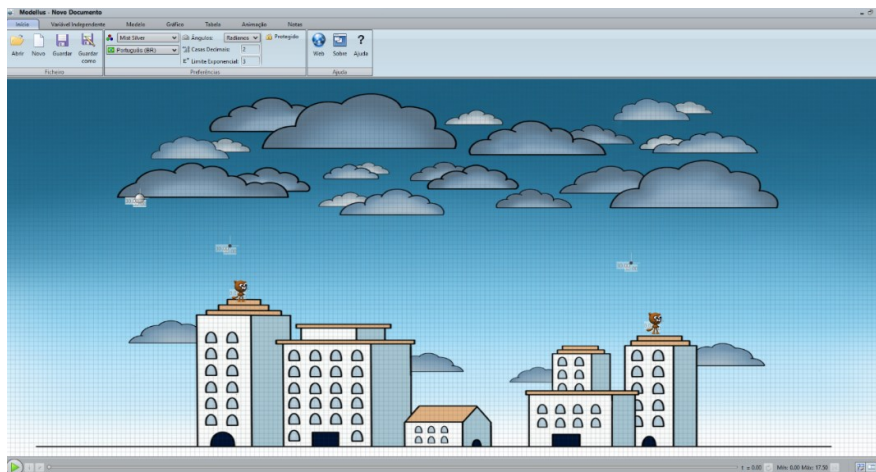


Figura 4: Tela da simulação. *Fonte:* Própria

II. Elétron representativo do raio e do relâmpago

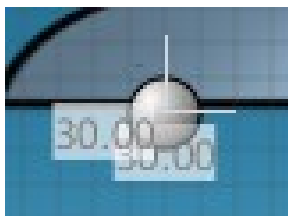


Figura 2: Elétron representativo do raio e do relâmpago. *Fonte:* Própria.

III. Gato mais próximo e gráfico representando uma maior intensidade sonora

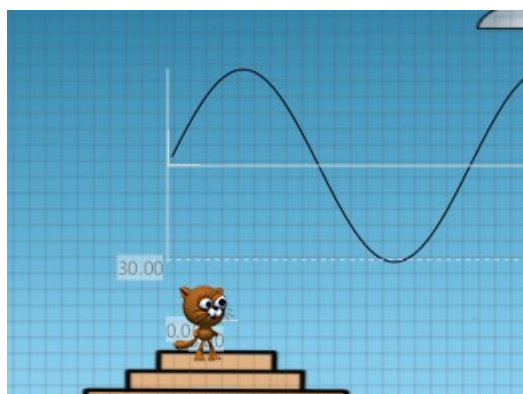


Figura 5: Gato mais próximo e gráfico representando uma maior intensidade sonora. *Fonte:* Própria.

- IV. Gato mais distante e o gráfico roxo representando uma menor intensidade sonora

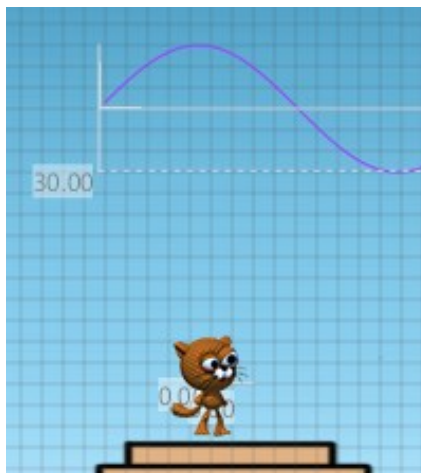


Figura 6: Gato mais distante e o gráfico roxo representando uma menor intensidade sonora. *Fonte:* Própria.

- V. Botão de *play* para dar início a simulação

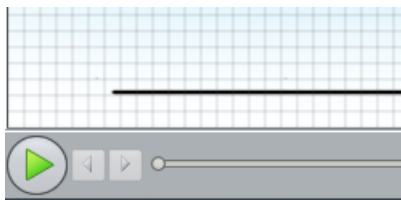


Figura 7: Botão de *play* para dar início a simulação. *Fonte:* Própria.

- VI. Tela final após a simulação

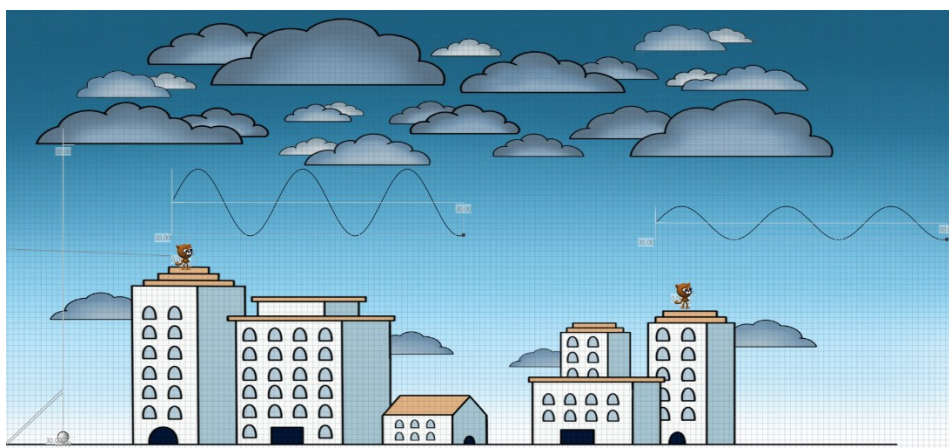


Figura 8: Tela final após a simulação. *Fonte:* Própria.

Na figura 1, mostra o projeto de simulação. Já na figura 2, a pequena esfera cinza representa elétrons viajando das nuvens para o solo. Portanto, é mostrada a transferência de elétrons e o professor explica essa representação de trovões e relâmpagos com um intérprete. Depois de visualizar a simulação, os alunos podem observar as figuras 3 e 4. Aqui, o gato está ouvindo o som do trovão. A figura preta representa a intensidade sonora de alta amplitude devido ao ruído próximo à borda inferior do raio, e a figura roxa representa a intensidade sonora de baixa devido ao baixo ruído de descargas atmosféricas distante. Na figura 5, quando o professor estiver pronto para demonstrar a simulação, ele clica no botão de *play*. Finalmente, os alunos analisam a figura 6. Nela, é mostrado a simulação completa já realizada e a diferença entre os dois gráficos utilizados para mostrar a diferença da intensidade sonora com a distância de queda do raio.

4. Considerações finais

A inclusão é muito importante para todos. Isto significa que as pessoas com deficiência física ou mental estão integradas na sociedade. Em sala de aula, os professores e toda equipe escolar devem receber a formação necessária para acolher os alunos com necessidades educacionais específicas.

Portanto, a simulação desenvolvida visa apoiar os professores no conteúdo de eletrostática. Este *software* permite incluir alunos portadores de alguma NEE e nesse trabalho, especificamente, é voltado para pessoas que possuem a surdez. Logo, ao final da simulação, espera-se que os alunos compreendam o conteúdo e sejam capazes de distinguir entre os conceitos e processos dos fenômenos de raios, relâmpagos e trovões.

5. Referências

- Mori, N. N. R.; Sander, R. E. **História da educação dos surdos no Brasil.** Universidade Estadual e Maringá. Paraná. Seminário de Pesquisa do PPE. 2015.
- Nussenzveig, H.M. **Curso de Física Básica/ h. Moysés Nussenzveig.** 1 edição- São Paulo: Edgard Blücher, v.3. 1997.
- Moreira, M. A. **Teoria de aprendizagem/ Marco Antônio Moreira.** São Paulo: EPU, 1999.
- Silva, A. C. Nembri, A. G. **Ouvindo o silêncio: educação, linguagem e surdez.** Porto Alegre: Mediação, 2008. 136 p.