



INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
COORDENADORIA DO CURSO DE
LICENCIATURA EM FÍSICA

JOSÉ GENÁRIO ALVES BISPO

SIMULADORES COMPUTACIONAIS: UMA
FERRAMENTA ÚTIL NO ENSINO DE ELETRICIDADE

LAGARTO/SE

2017

JOSÉ GENÁRIO ALVES BISPO

SIMULADORES COMPUTACIONAIS: UMA
FERRAMENTA ÚTIL NO ENSINO DE ELETRICIDADE

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal
de Sergipe como pré-requisito
para a obtenção do grau de
Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. José
Osman dos Santos

LAGARTO/SE

2017

JOSÉ GENÁRIO ALVES BISPO

SIMULADORES COMPUTACIONAIS: UMA FERRAMENTA ÚTIL NO ENSINO
DE ELETRICIDADE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Sergipe como pré-requisito para
a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Dr. José Osman dos Santos

Dr. Paulo Jorge Ribeiro Montes

Msc. Luciano Pacheco de Souza

Dedico este trabalho a minha mãe
Jozélia, que sempre esteve ao meu
lado em todos os momentos que
mais precisei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela força e de ter alcançado este momento tão importante na minha vida.

À minha família, pelo apoio durante todos esses anos.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. José Osman dos Santos, pela paciência e incentivo na elaboração desta monografia.

Agradeço também o professor Luciano Pacheco de Souza pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao coordenador do curso Mauro José dos Santos pelo apoio, conselhos e a maneira com que recepciona os alunos.

Agradeço aos professores André Neves Ribeiro, Paulo Jorge Ribeiro Montes e Augusto Freitas pelos conselhos e incentivos.

Ao professor Acácio Nascimento que durante o início desse curso sempre me dava conselhos de incentivos.

Ao Curso de Licenciatura em Física do IFS e às pessoas com quem tive o prazer de conviver ao longo desses anos.

A todos os professores do curso de Licenciatura em Física que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

Enfim a todos aqueles que de alguma forma me apoiaram...

“No meio da confusão, encontre a simplicidade. A partir da discórdia, encontre a harmonia. No meio da dificuldade reside a oportunidade.”
(Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho trata-se de uma investigação sobre a potencialidade dos simuladores computacionais para a ocorrência de aprendizagem significativa dos conteúdos de eletricidade dos estudantes do terceiro ano do Ensino Médio e do primeiro período em eletromecânica na modalidade subsequente, sendo esses últimos alunos que já concluíram o ensino médio, ambas as turmas do Instituto Federal de Sergipe- Campus/Lagarto. As atividades foram desenvolvidas com base nas teorias de David Ausubel: Aprendizagem significativa. O roteiro de atividades consistiu em três momentos – Primeiro momento: aplicação de um pré – teste nas duas turmas, Segundo momento: aplicação dos simuladores apenas na turma do subsequente e o Terceiro momento: aplicação de um pós – teste também na turma do subsequente, sendo trabalhados alguns tópicos de eletricidade básica como: Condutores e isolantes, diferença de potencial, campo elétrico, corrente elétrica (contínua e alternada) e circuitos em série e em paralelo. Nas atividades utilizamos as simulações desenvolvidas pelo Projeto Tecnologia no ensino de Física (PhET) da Universidade do Colorado e disponíveis gratuitamente online. A partir da análise dos dados, obtidos por meio da aplicação de um questionário pós-teste, conclui-se que a inserção dos simuladores computacionais no trabalho docente apresentou-se como um forte potencializador da aprendizagem dos conteúdos de eletricidade, pois, promovem condições favoráveis como: uma maior interação, participação e interesse em aprender por parte dos alunos.

Palavras-chave: Simuladores Computacionais, Aprendizagem Significativa, Eletricidade.

ABSTRACT

This work is an investigation about the potential of the computer simulators for the occurrence of significant learning of the contents of electricity of the students of the third year of high school and the first period in electromechanics in the subsequent modality, the latter students having already completed the High school, both classes of the Federal Institute of Sergipe – Campus/Lagarto. The activities were developed based on theories of David Ausubel: Meaningful learning. The activity script consisted of three moments - First: application of a pre - test in the two classes, Second: application of the simulators only in the subsequent group and the third moment: application of a post - test also in the subsequent group, Some basic electricity topics such as: Conductors and insulation, potential difference, electric field, electric current (continuous and alternating) and circuits in series and in parallel. In the activities we use the simulations developed by the Technology Project in the teaching of Physics (PhET) of the University of Colorado and available for free online. From the analysis of the data, obtained through the application of a post-test questionnaire, it is concluded that the insertion of the computational simulators in the teaching work presented as a strong enhancer of the learning of the contents of electricity, therefore, promote favorable conditions Such as: greater interaction, participation, and interest in student learning.

Key words: Computer Simulators, Significant Learning, Electricity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Comparando o desempenho das turmas antes da aplicação da sequência didática.	25
Figura 2 – Representa uma carga elétrica positiva e seu campo elétrico ao redor	28
Figura 3 – Campo elétrico representado pelas linhas de força, onde a maior intensidade está na região avermelhada.	28
Figura 4 – Carga de prova em amarelo mostrando a intensidade do campo naquele local.....	29
Figura 5 – Campo formado por uma carga positiva, podemos perceber como fica uma carga de prova positiva nesse campo.	29
Figura 6 – Campo formado por uma carga negativa, podemos perceber como fica uma carga de prova positiva nesse campo.	30
Figura 7 – Campo elétrico formado por duas cargas negativas.....	30
Figura 8 – Campo elétrico formado por duas cargas positivas.	31
Figura 9 – Campo elétrico formado por uma carga positiva e outra negativa.....	31
Figura 10 – Mostra o valor do campo e o ângulo em relação a horizontal e também uma região equipotencial em verde	32
Figura 11 – Tela inicial da simulação para a construção de circuitos elétricos.....	32
Figura 12 – Circuito de uma corrente contínua.	33
Figura 13 – Circuito de uma corrente alternada.	34
Figura 14 – Circuito em série	35
Figura 15 – Circuito em paralelo.....	35
Figura 16 – Boxplot que mostra a turma em dois momentos: pré – teste (1) e pós – teste (2).	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Notas obtida pelos alunos das duas turmas no exame pré-teste.	24
Tabela 2 – Notas obtidas pelos alunos da turma do 1º período em eletromecânica no exame pós-teste.	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de aprendizagem na visão de Ausubel.....	19
Quadro 2 – Apresenta as principais dificuldades na visão dos alunos em aprender eletricidade	22
Quadro 3 – Objetivo pretendido em cada questão no pré – teste.	23
Quadro 4 – Objetivo pretendido em cada questão no pós – teste.....	36
Quadro 5 – Questionário aplicado à turma para obtenção de alguns dados	38

LISTA DE ABREVIATURAS

PCN's+ – Parâmetros Curriculares Nacionais

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

IFS – Instituto Federal de Sergipe

PHET – Physics Education Technology

DC – Direct Current

AC – Alternating Current

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GERAL.....	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. DESENVOLVIMENTO	15
3.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.2. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	19
3.3. ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO	21
4. METODOLOGIA	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	41
ANEXOS I – QUESTIONÁRIO PRÉ – TESTE	44
ANEXO II – QUESTIONÁRIO PÓS –TESTE	50
ANEXO III – INFORMAÇÕES SOBRE OS ALUNOS	54

1. INTRODUÇÃO

O ensino da Física nas escolas e nas universidades não tem parecido ser uma tarefa fácil para muitos professores. Uma das razões para essa situação é que a Física lida com vários conceitos, alguns dos quais caracterizados por uma alta dose de abstração, fazendo com que a matemática seja uma ferramenta essencial no desenvolvimento da Física. Além disso, a Física lida com materiais que, muitas vezes, estão fora do alcance dos sentidos do ser humano tais como partículas subatômicas, corpos com altas velocidades e processos dotados de grande complexidade. Situações como essa, faz com que os estudantes sintam-se entediados ou cheguem mesmo a odiarem o estudo da Física.

Numa tentativa de dar conta dessa situação problemática, os professores têm tentado introduzir no seu trabalho docente utilizando o recurso ao real concreto e às imagens como um complemento ao uso das linguagens verbal, escrita e da matemática. Nesse sentido, os livros-texto de Física têm recorrido, crescentemente, ao uso de um grande número de ilustrações, muitas das quais referentes a fenômenos dinâmicos. A dificuldade, porém, de representar movimentos e processos através de ilustrações estáticas é algo que não deve ser subestimado. Para contornar essa dificuldade de representação visual, os livros têm utilizado alguns truques como o de representar situações iniciais e finais de um processo por uma série de gravuras em diferentes instantes de tempo ou mesmo apelando para o uso de fotografias estroboscópicas. O auxílio gestual provido pelos professores para a interpretação dessas imagens em sala de aula, assim como as suas ilustrações adicionais no quadro-negro, não têm sido também de grande eficiência. Esses gestos e ilustrações auxiliares podem parecer claros para aqueles que conheçam bem o fenômeno em causa, mas podem parecer incompreensíveis para outros. Além disso, desenhos no quadro-negro tomam muito tempo e não são tarefas de fácil execução.

Galileu e seus sucessores no século XVI ensaiaram suas teorias a partir de modelos, podemos dizer, simularam. São muito conhecidos os termos “método experimental” ou “empirismo” que encontram aí sua origem.

Pode-se dizer que a simulação, a qual estamos mais familiarizados por meio de computadores, teve seu grande impulso na Segunda Guerra Mundial com a necessidade de simular lançamento de mísseis pelos militares. O desenvolvimento de simuladores computadores na década de 50, ainda para fins militares, era feito com gigantes e lentos computadores programados em linguagem Fortran IV, rodando softwares puramente textuais.

Até a década de 70, construir simuladores era algo extremamente caro. Apenas grandes corporações e universidades possuíam máquinas suficientemente potentes.

No final da década de 70, linhas de montagem de automóveis já utilizavam simulação para resolver problemas de segurança e otimizar a produção. Nos anos 90, o uso de simuladores se tornou mais intenso graças ao barateamento de equipamentos, do aumento da velocidade de processamento e pela simplificação das ferramentas de desenvolvimento. A simulação difundia-se como um meio eficiente para a elaboração de projetos, animações, pesquisas, e com muitas outras aplicações.

Frente a essa situação, as Simulações computacionais parecem/surgem como uma alternativa interessante. Elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, que podem ser classificadas em certas categorias gerais baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador. Tal interatividade consiste no fato de que o programa é capaz de fornecer não apenas uma animação isolada de um fenômeno em causa, mas um bom número de animações alternativas selecionadas através do *input* de parâmetros pelo estudante. Sendo assim, a simulação está baseada em um modelo de uma situação real, modelo esse matematizado e processado pelo computador a fim de fornecer animações de uma realidade virtual. A construção, portanto, de uma simulação computacional pressupõe, necessariamente, a existência de um modelo que lhe dá suporte e que lhe confere significado.

As simulações podem ser entendidas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes. Experimentos perigosos ou de realizações muito caras, assim como os que envolvem fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos, estão, também, dentro da classe de eventos a serem alvos prioritários de simulações computacionais no ensino da Física.

Embora a realidade apresentada no simulador seja uma realidade imaginada, os conceitos discutidos são válidos e aplicáveis, com as devidas adaptações, a situações reais. Vale ressaltar que a relação entre os conceitos de *realidade-imaginada* e a *realidade tal como é observada* é importante na concepção visual de um simulador computacional, uma vez que o objetivo desse material instrucional é produzir uma *imagem visual* que corresponda aos conceitos básicos que vislumbramos desenvolver no simulador.

O questionamento surgiu da necessidade de verificar se os alunos que começam a fazer o curso técnico em eletromecânica possuem os conhecimentos necessários exigidos para tal, ou

seja, conhecimentos que deveriam ser aprendidos durante o ensino médio na disciplina de física, principalmente a física do 3º ano na parte de eletricidade, pois logo no 1º período desse curso técnico os estudantes têm em sua grade curricular a disciplina de Eletricidade I.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- Identificar o conhecimento dos alunos sobre eletricidade e trabalhar em cima disso através de Simuladores Computacionais.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar um pré teste em duas turmas sendo essas, alunos que estão iniciando o 3º ano e alunos que já concluíram o ensino médio;
- Comparar o conhecimento entre esses alunos;
- Aplicar alguns Simuladores Computacionais na turma que já concluiu o ensino médio;
- Conhecer o domínio prévio dos alunos sobre o tema eletricidade;
- Demonstrar através de simuladores computacionais uma maneira diferente de aprender eletricidade;
- Tornar uma aula com maior engajamento por parte dos alunos;
- Compreender o que os estudantes sabem a respeito do tema e trabalhar em cima disso;
- Aplicar um pós teste afim de verificar a eficacia de tal metodologia.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A globalização econômica, ao promover o rompimento de fronteiras entre uma década e outra, muda à geografia política e provoca, de forma acelerada, a transferência de conhecimentos, tecnologias e informações, além de recolocar as questões da sociabilidade humana em espaços cada vez mais amplos. Segundo os PCNs:

“A revolução tecnológica, por sua vez, cria novas formas de socialização, processos de produção e, até mesmo, novas definições de identidade individual e coletiva. Diante desse mundo globalizado, que apresenta múltiplos desafios para o homem, a educação surge como uma utopia necessária indispensável à humanidade na sua construção da paz, da liberdade e da justiça social.”

Diante todas as transformações ocorridas nos últimos anos, podemos considerar grandes avanços em diversos setores, tecnologias de grande porte são utilizadas a serviço de uma melhor condição de vida do ser humano. Países desenvolvidos têm feito altos investimentos para que sua população possa usufruir de todos os bens e serviços da melhor forma e muito tem feito para que a educação também possa acompanhar esses avanços. No Brasil pouco se tem feito para mudar esse quadro, apesar de ser um dos piores países no Ranking global da educação avaliado pela UNESCO não consegue colocar em prática as metas previstas nos PCNs e PCNs+, onde estes estabelecem que se construa uma sociedade mais crítica e participativa em todos seus meios, inclusive na ciência.

Vivemos em uma sociedade na qual os conhecimentos das ciências são utilizados por todos, principalmente na forma de aparelhos tecnológicos simples ou altamente sofisticados. O acesso a tais bens atinge cada vez mais e mais pessoas. No mesmo sentido, temos fácil acesso a informações, sejam elas de quaisquer áreas de interesse. Em contrapartida, a escola ensina, sobretudo e ainda, a Física de séculos passados.

Como, então, oferecer aos alunos condições para que sejam capazes de trabalhar com os conhecimentos e as tecnologias que os rodeiam em suas vidas, dentro e fora da escola? Como formar estudantes capazes de compreender informações, de tecer relações entre temas de seu interesse, de julgar prós e contras frente às situações que vivenciam e que, de uma forma ou de outra, afligem sua vida, a sociedade e o ambiente? Talvez um dos possíveis caminhos para superar essas questões, seja introduzir nas escolas uma metodologia que viabilize o engajamento do aluno com situações mais concretas vivenciadas pelos mesmos.

Urge a necessidade de formar cidadãos para o mundo atual, para trabalharem, viverem e intervirem na sociedade, de maneira crítica e responsável, em decisões que estarão atreladas a seu futuro, da sociedade e do planeta.

Mas essas não são preocupações recentes: como pode ser visto desde os anos 1900 é possível encontrar referenciais sobre a necessidade de arquitetar um currículo que leve em conta às dimensões socioculturais das ciências, ou seja, um currículo que considere o impacto do progresso promovido por esses conhecimentos e suas aplicações na vida de cada pessoa, na cultura e na sociedade.

É preciso destacar que adoção de livros didáticos ou cadernos apostilados de sistemas de ensino é um fator que vem regulando o planejamento de currículos e de programas de cursos em muitas das escolas brasileiras. Na maioria das vezes, os materiais didáticos trazem uma concepção de ensino bastante tradicional e limitam-se, quase na totalidade, à informação e à transmissão de conteúdos aos estudantes. São também livros e apostilas dedicados a trabalhar

as disciplinas cada uma a seu tempo, sem a preocupação de exprimir ou tecer as relações entre dimensões de certos assuntos que perpassam os conhecimentos assim propostos por diferentes áreas de estudo.

Em 1996, com a promulgação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, conhecida como LDB, Lei nº 9394/96, o cenário educacional brasileiro recebeu contornos bem definidos, nunca visto em legislação anterior. A LDB/96 corrobora o que versava a Carta Magna de 88:

“O Ensino Médio passa a ter a característica da terminalidade, o que significa assegurar a todos os cidadãos a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental; aprimorar o educando como pessoa humana; possibilitar o prosseguimento de estudos; garantir a preparação básica para o trabalho e a cidadania; dotar o educando dos instrumentos que o permitam “continuar aprendendo”, tendo em vista o desenvolvimento da compreensão dos “fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos” (Art.35, incisos I a IV).”

Diante do exposto, o que pode se observar é que a educação de qualidade citada nos documentos oficiais é uma educação que privilegia um ensino de qualidade e para todos outros formatos de ensino que seja capaz de suavizar a introdução desse estudante nesse mundo tecnológico e em constante modificação, os PCNs destacam:

“Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender.”

Nessa linha de discussão, é possível observar que a Educação, inclusive nos documentos oficiais, era pautada na transmissão de conteúdos e o aluno era um agente passivo nesse processo de ensino e aprendizagem.

A preocupação com a formação profissional e humanística dos educandos demanda estender estas fronteiras: não basta mais que os alunos saibam apenas certos conteúdos escolares, é preciso prepará-los para que tornem-se capazes de conhecer esses conteúdos disciplinares, identificar quais deles são responsáveis pelas causas/efeitos dos fenômenos em seu cotidiano, ressignificar esses conteúdos em novos a partir de sua vivência e utilizá-los em situações com as quais possam se defrontar ao longo de sua vida. A educação escolar tende a abandonar a obrigatoriedade de cumprimento dos programas dos curso e, desenvolver um programa de ensino que seja verdadeiramente útil ao aluno.

Com tais diretrizes prefiguradas na LDB, ainda na década de 1990 da educação:

“Art. 1º A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais.”

A partir da LDB são publicados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs):

“São orientações educacionais que juntam os diversos aspectos de conteúdos, metodologia e epistemologia, e não são apenas alterações e/ou atualizações de conteúdos. Esses documentos esperam promover o debate permanente na escola e evidenciar a necessidade de uma cultura de formação contínua dos profissionais envolvidos com a educação.”

Assim como já havia sido proposto pela LDB, os PCNs apresentam a interdisciplinaridade e a contextualização como eixos organizadores da doutrina curricular. Embora sejam termos que apareçam com grande frequência nas escolas, nas salas de professores e nos discursos pedagógicos, ainda é possível encontrar confusões no que diz respeito à compreensão do que realmente significam no contexto dos documentos que as propõem.

Outra consideração importante a ser feita sobre os PCNs está ligada à apresentação da ideia de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes como parte dos objetivos que esperamos alcançar com a formação geral, para convívio na sociedade atual de maneira crítica e participativa. Os PCNs+ vem como complemento aos PCNs apresentando competências tais como:

- Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.
- Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.
- Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.
- Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.
- Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.

- Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.
- Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.
- Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.

A partir das discussões precedentes é possível verificar que os PCNs e PCNs+ apontam para um novo ensino de física, com novas orientações tanto de conteúdos como de práticas. Se esse ensino fosse implementado nas escolas, atenderia às expectativas e poderia modificar algumas das concepções dos alunos tratadas anteriormente? Ao que parece, tanto os anseios dos alunos como os subsídios apresentados pelos documentos seguem para uma mesma direção. Todavia, os próprios Parâmetros assumem que há dificuldades para que tais propostas se tornem efetivas na sala de aula, destacando inclusive a falta de materiais didáticos e a necessidade de se repensar a formação dos professores. Esta que deveria assegurar a permanente análise e reflexão da prática docente.

3.2. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia e sim como um contínuo. Da mesma forma, essa distinção não deve ser confundida com a distinção entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção.

No quadro a seguir podem-se distinguir três tipos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora.

Quadro 1: Tipos de aprendizagem na visão de Ausubel

Tipos de aprendizagem		
Cognitiva	Afetiva	Psicomotora

Resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende.	Resulta de sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada com experiências tais como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade.	Envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino ou prática.
---	--	--

Para Ausubel, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. A sua atenção está constantemente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, no dia a dia da grande maioria das escolas. Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Há, pois, um processo de interação, por meio do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro, isto é, abrangendo e integrando este material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem.

Na visão desse autor, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Os subsunçores são ideias ou proposições que já existem na estrutura cognitiva do indivíduo que poderão ser a base que ele utilizará para formar ou reformular, junto a uma nova informação, novas ideias e conceitos com significado. Eles surgem nos indivíduos desde criança quando começam contatar os objetos à sua volta e passam a identificá-las e rotulá-las. Salientamos aqui que os subsunçores se modificam tornando-se mais abrangentes e organizados durante a mudança conceitual, e não ocorre o seu abandono ou troca por outro melhor ou com outro significado.

O subsunçor se modifica à medida que interage com a nova informação, tomando-se mais inclusivo e se relacionando mais facilmente com as novas informações recebidas. Além disso, os subsunçores podem apresentar grandes diferenças de um aprendiz para outro, segundo as experiências de aprendizagem de cada um, pois, para Ausubel (2003), a

capacidade de transformar conceitos significativos por parte do aprendiz é uma função do grau geral de desenvolvimento ou da capacidade intelectual do mesmo.

Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, portanto, é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo. Esta condição implica não só que o material seja suficientemente não arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados. A outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva.

O foco do trabalho não foi mudar os conhecimentos estabelecidos pelos alunos, e sim ajudá-los a transformar esses conhecimentos de senso comum em conhecimentos cientificamente aceitos, ou seja, esses conhecimentos prévios serviu de ancoragem para que essa transformação ocorresse.

3.3. ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO

A eletricidade é uma das áreas da Física que possuem mais estudos referentes a dificuldades de aprendizagem. Estes estudos incluem dificuldades conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminado da linguagem e raciocínios errôneos que os alunos costumam apresentar no estudo de circuitos elétricos simples.

Em estudo feito por DIAS, A. C. G.... [et al] (2009) mostrou que:

“Os alunos consideram a aprendizagem de um conteúdo mais interessante e fácil quando este pode ser relacionado diretamente com suas experiências diárias. A “materialidade” do cotidiano funciona como um ponto de partida, uma referência a partir da qual podem começar a pensar em termos mais abstratos. Ao mesmo tempo, a conexão dos conteúdos mais abstratos com situações do dia a dia serve também como um fator motivador para a aprendizagem. Diversos autores observam que a possibilidade do aluno relacionar o conteúdo a ser aprendido com experiência prévia facilita a aprendizagem.”

Ainda segundo esse mesmo estudo há outros fatores que contribui para o fracasso dos alunos:

“...um último aspecto a ser destacado, e que é importante de ser pensado nas situações em que a aprendizagem não ocorre, é o discurso da culpabilização do próprio aluno. Essa culpabilização simplista do próprio aluno pela sua não aprendizagem pode gerar sentimentos de ineficácia e desmotivação, que geram, por

sua vez, uma atitude negativa frente aos conteúdos da disciplina, fazendo com o que o aluno não apreenda os mesmos.”

A seguir apresenta-se um quadro ainda em relação a esse mesmo estudo, no qual contém a opinião de alguns alunos a respeito do conteúdo não só da parte de eletricidade como também da parte de eletromagnetismo.

Quadro 2: Apresenta as principais dificuldades na visão dos alunos em aprender eletricidade

Principais dificuldades	Entender algo que não possa ver
	Dificuldade de interpretação
	O livro didático dificulta o aprendizado
	Pouca prática
	Confusão entre fórmulas
	Não ter livro didático
	Não gostar porque não entende

Por ser um tema que está presente em nosso dia a dia e que os alunos tem pouca ou nenhuma afinidade no seu entendimento, mesmo após a conclusão do ensino médio. É necessário que se pense como articular uma maneira em que esse conteúdo seja capaz de fazer parte da vivência desse aluno já que, é de fundamental importância que os mesmos compreenda, para que dessa maneira possa tomar decisões a esse respeito e fazer o papel de cidadão vivendo em sociedade e aprender a debater sobre ciência.

4. METODOLOGIA

No presente trabalho utilizou-se da pesquisa do tipo quanti-qualitativa. Inicialmente foram escolhidas duas turmas para a aplicação do pré-teste sendo essas, uma turma do 3º ano médio técnico em eletromecânica e a outra do 1º primeiro período técnico em eletromecânica na modalidade subsequente, sendo essa última alunos que já havia concluído o ensino médio e estavam iniciando este curso durante o período deste trabalho.

Num segundo momento foi escolhida apenas a turma do 1º período em eletromecânica para a aplicação da simulação computacional onde, cerca de 85% dessa turma era composta por alunos do sexo masculino e apenas 15% era composta do sexo feminino e todos haviam cursado o ensino médio em escola pública estadual, onde 69% da turma tinham idade entre 18 e 21 anos.

A escolha da turma seguiu as seguintes características: verificar se esses alunos realmente aprenderam os conceitos básicos de eletricidade durante a realização do ensino médio e depois aplicar alguns simuladores selecionados a partir dos seguintes critérios: questões em que os mesmos mais erraram no pré-teste e também por serem conteúdos considerados um pouco abstrato de ser imaginado pelos alunos, ou seja, como poder enxergar isso na realidade. O terceiro e último momento consistiu em um exame pós-teste aplicado apenas à turma em que realizamos o segundo momento. Lembrando que, o primeiro momento foi realizado em duas turmas apenas para se ter uma ideia de como está os conhecimentos sobre eletricidade básica daqueles que estão iniciando o 3º ano do ensino médio e aqueles que já terminaram o ensino médio, esses últimos estavam iniciando o 1º período de um curso técnico em eletromecânica e ambas as turmas eram do próprio IFS (Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto). Na aplicação do pré-teste 17 alunos do 3º ano e 20 do 1º período de eletromecânica participaram e no último momento que foi a realização do pós-teste apenas 13 alunos do 1º período em eletromecânica fizeram o teste. O questionário pré-teste foi elaborado com 14 (quatorze) questões objetivas, tendo esse como objetivo geral identificar conceitos básicos de eletricidade, sendo que, para cada questão havia quatro alternativas. No último momento o questionário pós-teste foi elaborado com 10 (dez) questões objetivas, tendo esse como objetivo geral identificar conceitos básicos de eletricidade que não ficaram bem estabelecidos no questionário pré-teste, ou seja, questões na qual houve um maior número de erros, sendo que, para cada questão havia quatro alternativas. Foi aplicado na turma que já tinha concluído o ensino médio, já que essa era o nosso foco desde o início deste trabalho.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir encontra-se um quadro no qual estão os objetivos específicos de cada questão.

Quadro 3: Objetivo pretendido em cada questão no pré – teste.

Questões	Objetivo pretendido na questão
Questão 1	Identificar o fenômeno das cargas elétricas, reconhecendo algumas propriedades do desequilíbrio dos números de cargas.
Questão 2	Identificar conceitos sobre diferença de potencial, campo elétrico e corrente elétrica. Para entender como as lâmpadas acendem ao ligar um interruptor.
Questão 3	Identificar como é possível transformar grandes tensões em tensões

	menores, para que, por exemplo, certos aparelhos tecnológicos funcionem sem sofrer danos.
Questão 4	Diferenciar tipos de eletrização, identificando como ocorre esse processo.
Questão 5	Identificar o movimento dos elétrons em um campo elétrico, sendo que esse campo é obtido através de duas placas paralelas carregadas com cargas iguais e sinais diferentes.
Questão 6	Reconhecer as unidades no SI (Sistema internacional) importantes relacionados com a eletricidade, como por exemplo, a unidade de corrente elétrica.
Questão 7	Demonstrar um circuito em paralelo com três lâmpadas, tendo como finalidade identificar como se estabelece a corrente nesse tipo de circuito.
Questão 8	Apontar as características dos corpos em equilíbrio eletrostático, identificando como esse processo ocorre através de dois corpos carregados.
Questão 9	Reconhecer a resistência elétrica e seu papel em um circuito elétrico.
Questão 10	Demonstrar através de uma lâmpada, uma bateria e um pedaço de fio como montar um circuito corretamente.
Questão 11	Reconhecer um circuito aberto e um circuito fechado e quais as suas características.
Questão 12	Identificar o fenômeno da blindagem eletrostática.
Questão 13	Mostrar através de um exemplo de circuito, ou seja, o circuito das nossas residências qual o tipo do mesmo, para que todos os aparelhos funcionem adequadamente.
Questão 14	Identificar quais as características dos materiais para que os mesmos possa ser um condutor ou um isolante.

Na tabela a seguir encontra-se a média obtida por cada aluno que fizeram o exame pré-teste, sendo que, os alunos classificados como A e B são respectivamente os alunos do 3º Ano médio técnico em eletromecânica e os alunos do 1º Período técnico em eletromecânica.

Tabela 1: Notas obtida pelos alunos das duas turmas no exame pré-teste.

Aluno	Nota		Aluno	Nota
Aluno A1	1,43		Aluno B1	2,86
Aluno A2	5,00		Aluno B2	5,00
Aluno A3	7,15		Aluno B3	7,15
Aluno A4	3,57		Aluno B4	5,00
Aluno A5	7,86		Aluno B5	8,58
Aluno A6	5,00		Aluno B6	7,86
Aluno A7	5,72		Aluno B7	5,00
Aluno A8	3,57		Aluno B8	1,43
Aluno A9	2,86		Aluno B9	2,14
Aluno A10	3,57		Aluno B10	2,86
Aluno A11	6,43		Aluno B11	2,14
Aluno A12	7,15		Aluno B12	5,72
Aluno A13	7,86		Aluno B13	4,29
Aluno A14	6,43		Aluno B14	3,57
Aluno A15	5,72		Aluno B15	5,00
Aluno A16	4,29		Aluno B16	5,00
Aluno A17	3,57		Aluno B17	5,72
			Aluno B18	5,00
			Aluno B19	6,43
			Aluno B20	2,14

Na figura abaixo encontra-se o gráfico do tipo boxplot que corresponde na qual faz uma comparação entre essas duas turmas.

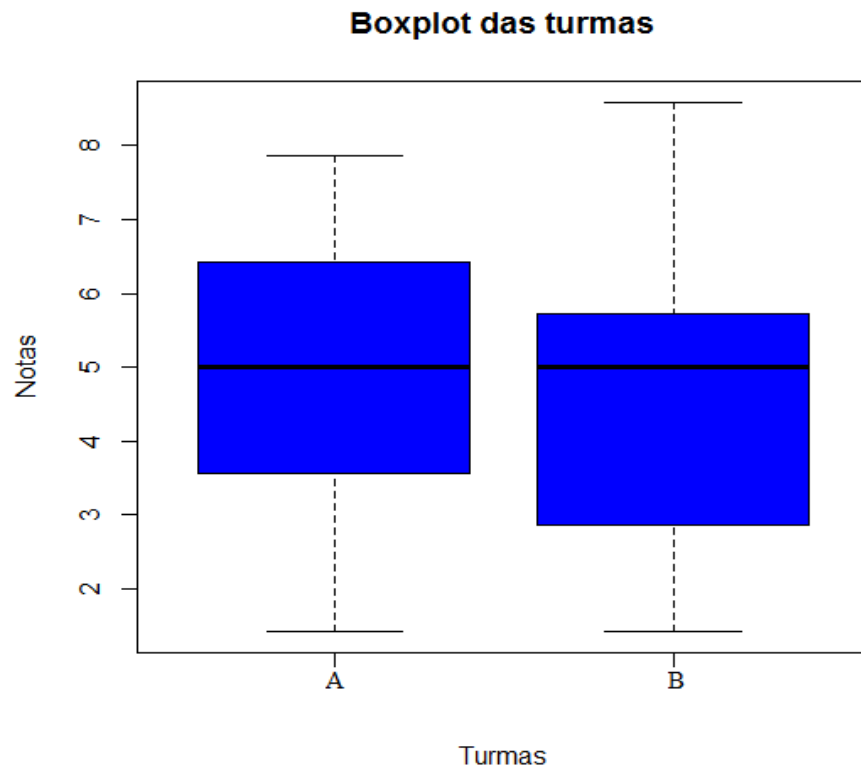


Figura 1: Comparando o desempenho das turmas antes da aplicação da sequência didática

Gráficos do tipo boxplot apresentam um resumo completo dos dados de forma simples. Cada grupo é representado por uma caixa que indica onde estão concentradas 50% das observações. A linha inferior da caixa indica onde é o limite do primeiro quartil, ou quartil inferior (25%), a linha horizontal dentro da caixa mostra o limite do segundo quartil, que coincide com a mediana, e a linha superior da caixa indica o limite do terceiro quartil, ou quartil superior. A dispersão dos dados é representada pelas linhas verticais. Quando há alguma observação com comportamento muito diferenciado do padrão do grupo, ela será representada por círculos ou asteriscos com números localizados fora dos grupos.

A partir da figura 1 acima, é possível perceber que a turma A apresenta uma mediana de aproximadamente 5, enquanto a turma B apresenta também um valor semelhante a turma A. Também é possível observar que a turma A apresenta uma menor dispersão, enquanto a turma B apresenta uma maior dispersão.

Os simuladores utilizados nesse trabalho foram escolhidos do Phet (Physics Education Technology) disponível gratuitamente na página https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations:

“Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As sims PhET baseam-se em extensa pesquisas em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.”(https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

A escolha do mesmo se deve a alguns critérios como: ser um site renomado e considerado como bom na visão de professores que trabalham com simuladores e também o grande número de trabalho acadêmicos disponíveis que utilizaram esse site. Durante a realização do trabalho fizemos com que os alunos participassem expondo seus pontos de vista a respeito de cada tópico, por mais que algumas colocações feitas por eles não fossem adequadas na linguagem científica em nenhum momento tentamos ignorá-la, ou seja, nos serviu como ponto de partida para que o trabalho ocorresse da melhor forma. Para a turma parecia ser uma surpresa uma aula como aquela já que, em resposta a um questionário os mesmos afirmaram nunca ter tido uma única aula com simuladores no ensino médio.

Analizada a primeira parte que foi o pré – teste, na sequência foram escolhidos cinco tópicos de conceitos sobre eletricidade básica para a aplicação dos simuladores computacionais e essa escolha seguiu os seguintes critérios: abordar conteúdos de algumas questões do pré-teste na qual os alunos tiveram um maior número de erros e a partir dessa escolha foi elaborada uma revisão geral desses conteúdos antes da apresentação dos

simuladores. Como esses alunos já tinham feito o ensino médio, essa pequena revisão ocorreu no sentido de verificar se os mesmos conheciam de fato o assunto em questão, nessa apresentação foram feitas algumas perguntas a esses estudantes que não souberam dar uma resposta cientificamente aceita em ciência, a percepção que se tinha naquele momento era que esses alunos pareciam ter pouca ou nenhuma afinidade com os temas abordados, no olhar de alguns parecia ser o primeiro contato. Em apenas um desses tópicos abordados que foi “condutores e isolantes” é que a maioria demonstrou conhecer um pouco mais, isso pode ter ocorrido devido experiências diárias e que, os mesmos poderiam ter visto na disciplina de Eletricidade I do curso que estavam fazendo no momento.

Dessa forma, podemos concluir que quase todos esses alunos se ocorreram aprendizagem durante o ensino médio na parte de eletricidade foi do tipo aprendizagem mecânica, tendo em vista que os mesmos não se expressavam da maneira que esperávamos naquele momento. Nessa etapa da aplicação tínhamos preferência em utilizar uma sala de informática para que os alunos interagissem diretamente com a simulação, mas diante de algumas dificuldades encontradas naquele horário não foi possível, sendo assim essa apresentação ocorreu em uma sala de aula normal na qual foi possível conduzir de maneira que achamos mais adequada para que os alunos, mesmo não tendo um computador em mãos pudessem interagir da melhor forma na qual os mesmos podiam observar cada parâmetro da simulação através de um Datashow, podendo assim questionar as funções exibidas pela simulação. O primeiro simulador exibido na tela foi o de campo elétrico, antes de começar a simulação foi apresentado cada parâmetro e sua respectiva função para que os alunos tivessem uma maior facilidade de acompanhar cada processo. Primeiro arrastamos uma carga positiva de $+1 \text{ nC}$ e colocamos em uma região do espaço exibida na tela do computador e ativamos o ícone campo elétrico e grade para uma melhor localização da carga, assim foi possível observar a abrangência desse campo como mostra a figura a seguir.

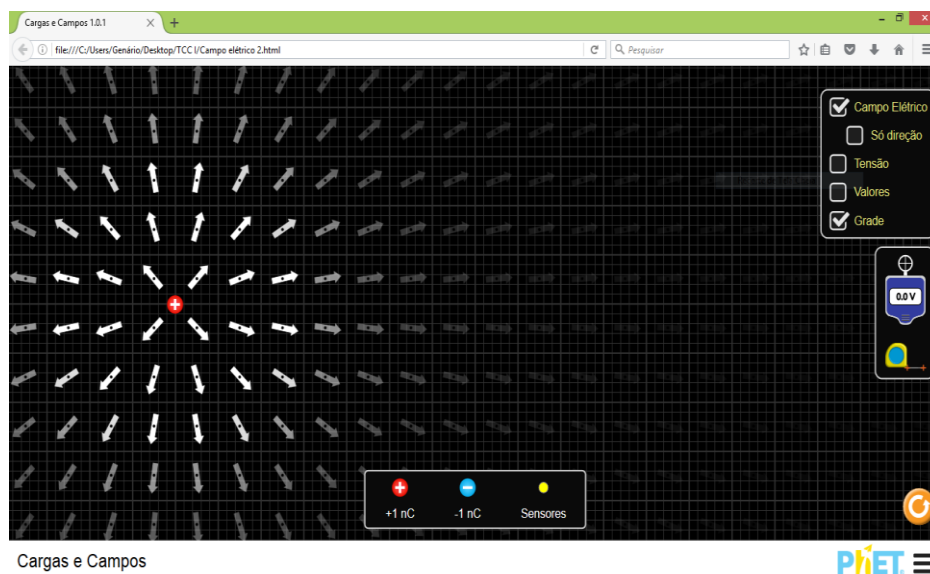


Figura 2: Representa uma carga elétrica positiva e seu campo elétrico ao redor

Com a mesma carga elétrica resolvemos também ativar outros ícones presentes na simulação, como só direção e tensão. Vejamos o que aconteceu.

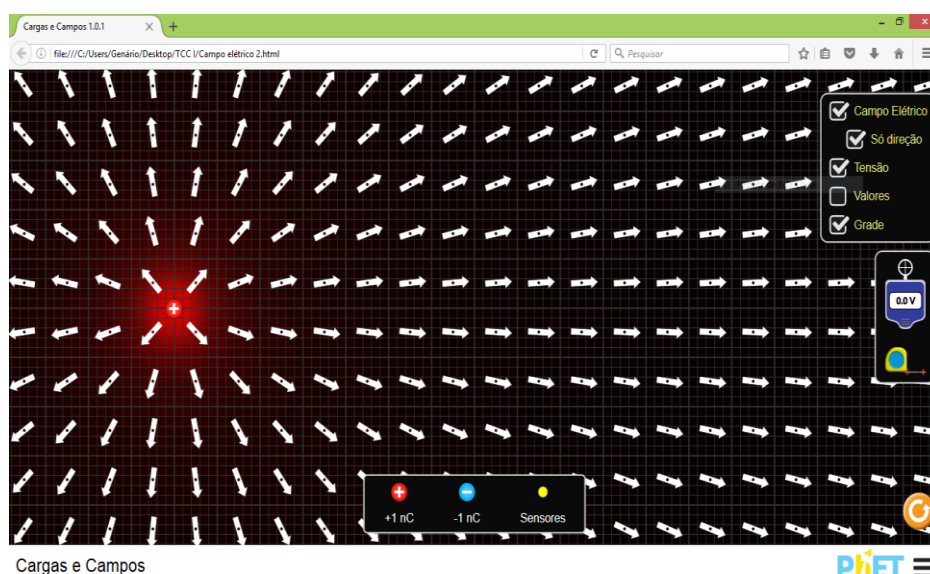


Figura 3: Campo elétrico representado pelas linhas de força, onde a maior intensidade está na região avermelhada.

Como podemos observar ao ativar o ícone só direção à tela ficou preenchida com pequenas setas, sendo que estas representam as linhas de campo, e ao ativar o ícone tensão, vemos uma região mais avermelhada em torno da carga, isso quer dizer que nessa região a intensidade do campo é muito grande, para verificar tal situação arrastamos uma carga de prova positiva e colocamos em alguns pontos da tela para comprovar se havia presença de campo elétrico nesses locais, essa carga é identificada na tela da simulação como sensor e está como uma pequena bolinha amarela.

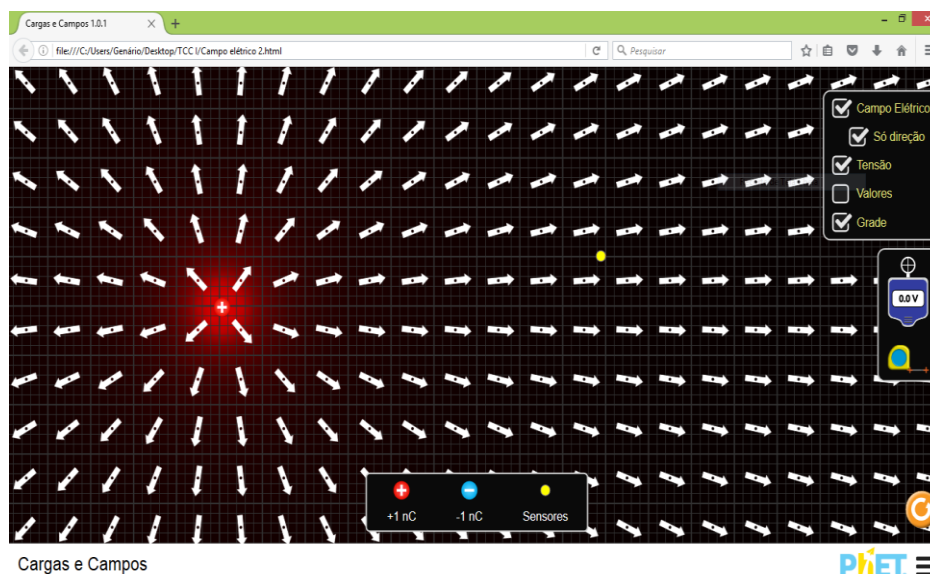


Figura 4: Carga de prova em amarelo mostrando a intensidade do campo naquele local

Ao aproximar essa carga de prova da carga que estabelece o campo, podemos perceber que surge um vetor vermelho nessa carga de prova, ou seja, à medida que aproximamos ainda mais as cargas, esse vetor tende a crescer para valores ainda maior, esse vetor na verdade representa a ação do campo elétrico nessa carga de prova, como a região próxima da carga tem um campo elétrico muito intenso, esse vetor além de crescer tem esse sentido definido por se tratar de cargas de mesmo sinal. E quando a carga que gera o campo é negativa esse vetor está direcionado em sentido contrário, pois nesse caso temos cargas de sinais diferentes e a tendência é que ocorra atração. As figuras a seguir mostra como isso acontece.

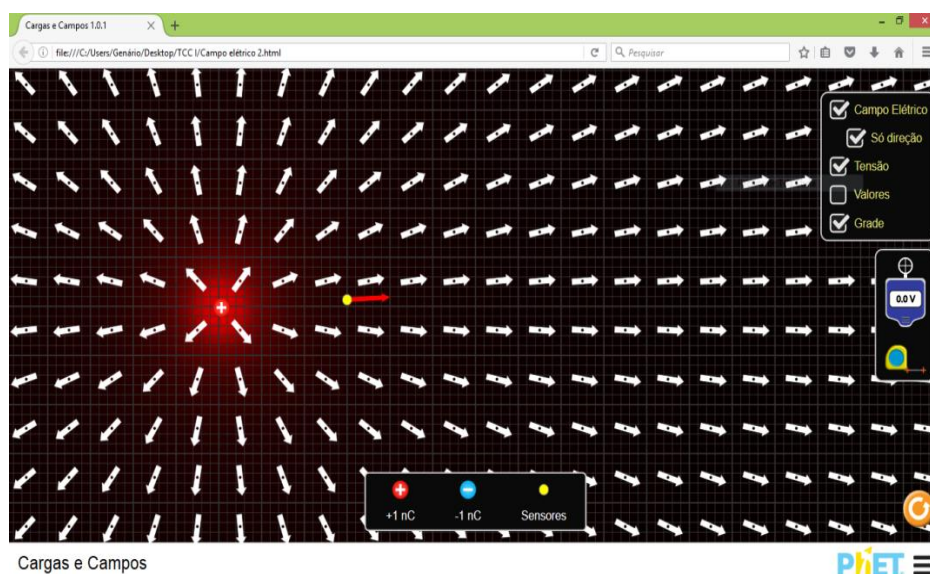


Figura 5: Campo formado por uma carga positiva, podemos perceber como fica uma carga de prova positiva nesse campo.

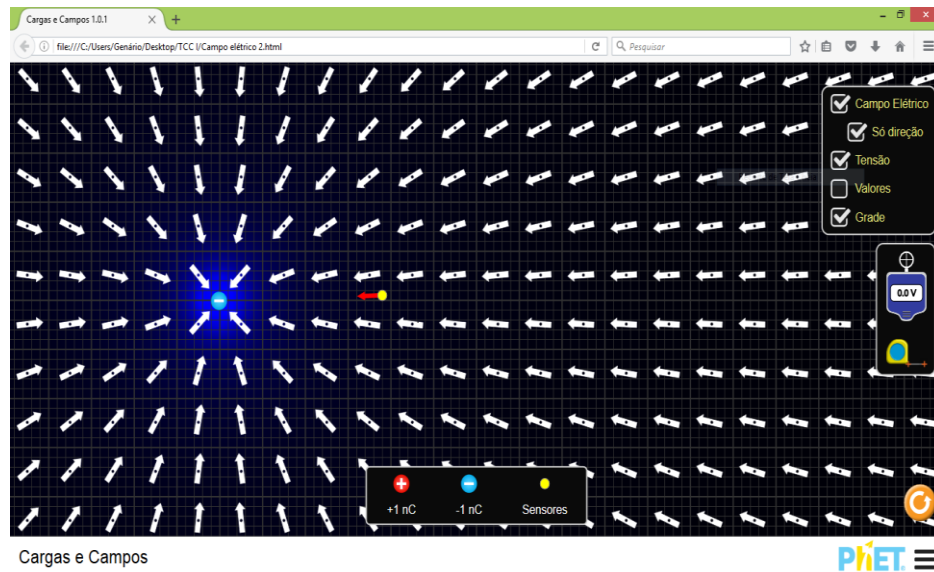


Figura 6: Campo formado por uma carga negativa, podemos perceber como fica uma carga de prova positiva nesse campo.

Na sequência da apresentação foi questionado como ficariam duas cargas de mesmos sinais e de sinais diferentes na tela da simulação, nessa etapa os alunos ficaram curiosos para perceber o que acontecia, já que os mesmos tinham uma pequena ideia por ter visto em livros didáticos, o resultado dessa interação é mostrado a seguir.

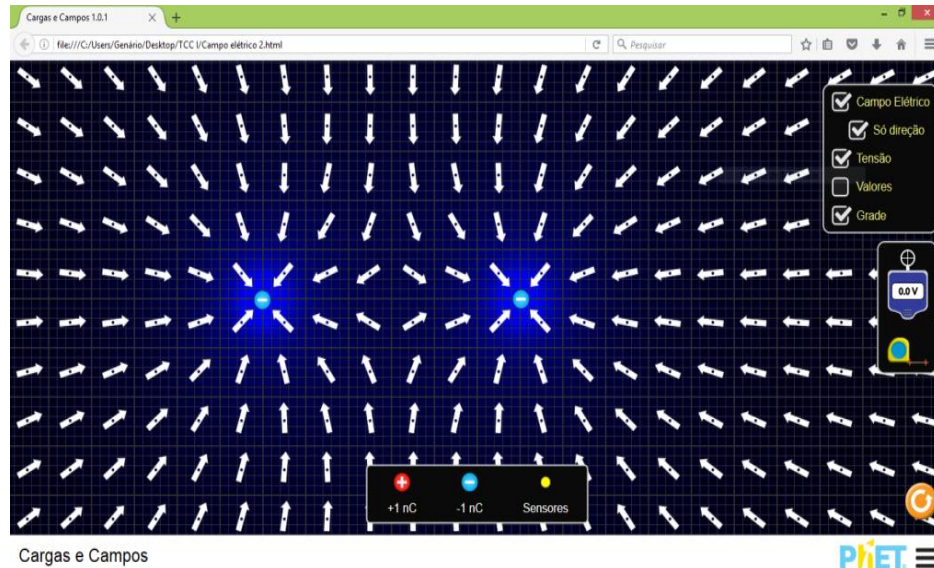


Figura 7: Campo elétrico formado por duas cargas negativas.

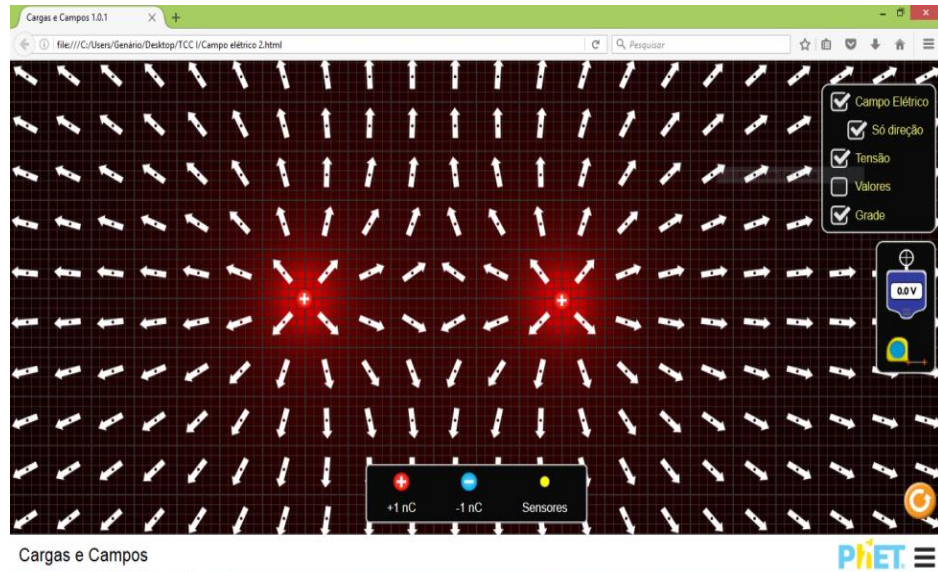


Figura 8: Campo elétrico formado por duas cargas positivas.

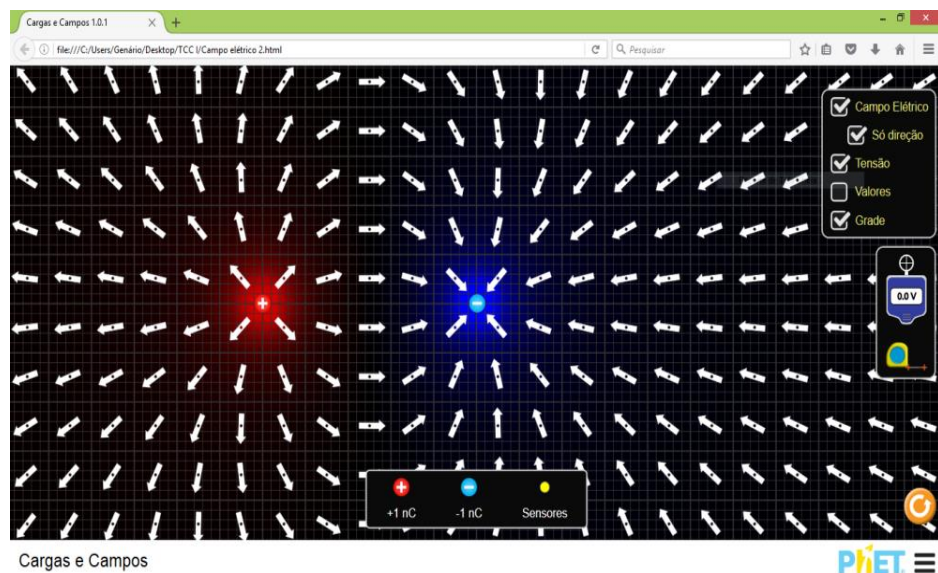


Figura 9: Campo elétrico formado por uma carga positiva e outra negativa.

Nessa simulação ainda dispomos de outros ícones como: valores, que estabelece o valor do campo elétrico em determinados pontos e o ângulo dessa carga em relação a horizontal e também um pequeno aparelho que mostra uma região equipotencial dessa carga. Vejamos a seguir.

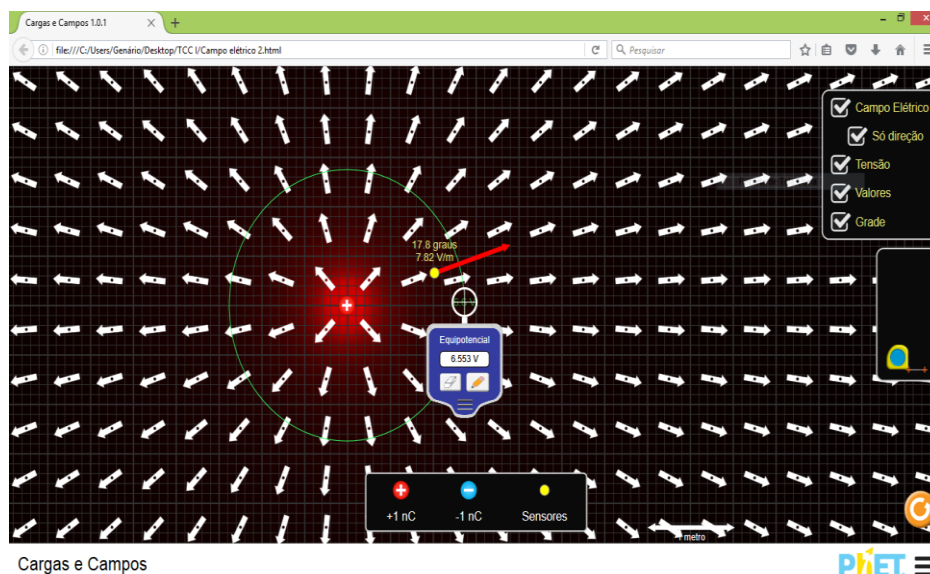


Figura 10: Mostra o valor do campo e o ângulo em relação a horizontal e também uma região equipotencial em verde

Na figura acima temos um valor de 17,8 graus em relação a horizontal e o valor do campo nesse local que é de 7,82 V/m. Através de uma pequena ferramenta conseguimos desenhar uma região equipotencial, ou seja, qualquer ponto que esteja nessa linha tem o mesmo potencial.

O segundo simulador apresentado à turma tinha como título “Kit de construção de circuito (AC + DC) (3.20)”, esse simulador tem muitas funções na qual o professor pode trabalhar com diversos tipo de circuito, podemos ver a seguir a tela inicial dessa simulação.

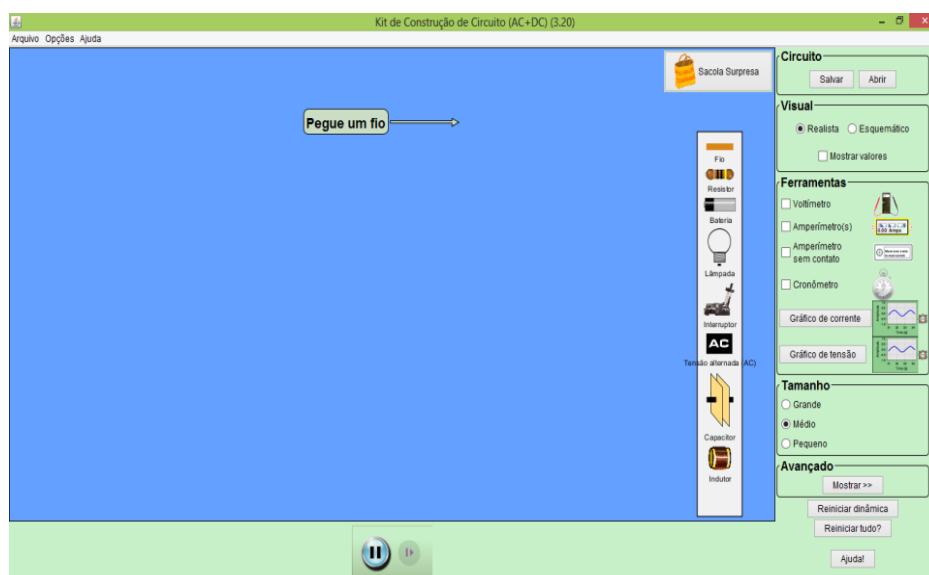


Figura 11: Tela inicial da simulação para a construção de circuitos elétricos.

Na figura 11 podemos perceber que dispomos de diversos ícones os quais podemos utilizar para fazer diferentes tipos de circuitos elétricos, logo no início temos uma sacola surpresa que, ao clicar sobre a mesma podemos ver alguns materiais sendo que esses na

maioria são isolantes que é destinado também a montar circuitos para perceber o comportamento dos mesmos quando, por exemplo, aplicamos uma diferença de potencial alta. Abaixo dessa sacola observamos uma coluna onde temos: fio, resistor, bateria, lâmpada, interruptor, tensão alternada, capacitor e indutor. Ao lado direito dessa coluna temos: **circuito** onde podemos salvar o nosso circuito elétrico e abrir caso tenhamos salvo, **visual** onde podemos ter uma simulação mais realista ou de forma esquemática, **ferramentas** no qual temos alguns aparelhos de medida e também gráficos de corrente e de tensão e **tamanho** onde podemos aumentar ou diminuir o tamanho da imagem a ser simulada. Para começar a montar os circuitos na tela em azul, clicamos com o botão esquerdo do mouse no ícone em questão, seguramos e arrastamos até a tela em azul e assim fomos construindo o circuito que se desejava fazer. No nosso caso escolhemos como tópicos para a nossa demonstração circuitos do tipo: corrente contínua, corrente alternada, circuito em paralelo, circuito em série, circuito sem resistor e outro com resistor para demonstrar a função do mesmo em um circuito elétrico.

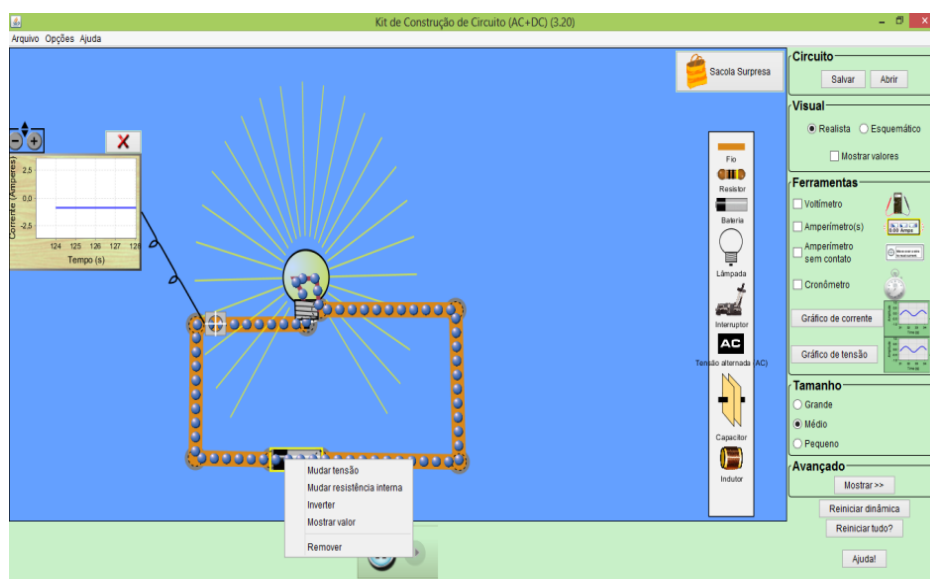


Figura 12: Circuito de uma corrente contínua.

Na figura 12, podemos perceber que a corrente que flui no circuito é uma corrente contínua, pois a energia elétrica é fornecida através de uma bateria. Nesse tipo de corrente o sentido do campo elétrico aplicado permanece sempre o mesmo, o sentido da corrente também se manterá inalterado, isto é, as cargas se deslocarão sempre em um mesmo sentido ao longo do fio. Ao clicar com o botão direito do mouse sobre a bateria aparecerá: mudar tensão, mudar resistência interna, inverter, mostrar valor e remover, ou seja, serve para ajustar o circuito da maneira que se pretende estudar. Ao clicar no lado direito da tela sobre gráfico de corrente, imediatamente ele aparecerá na tela, conectando ao fio podemos observar através

do gráfico o comportamento desse tipo de corrente. A seguir podemos observar o caso da corrente alternada.

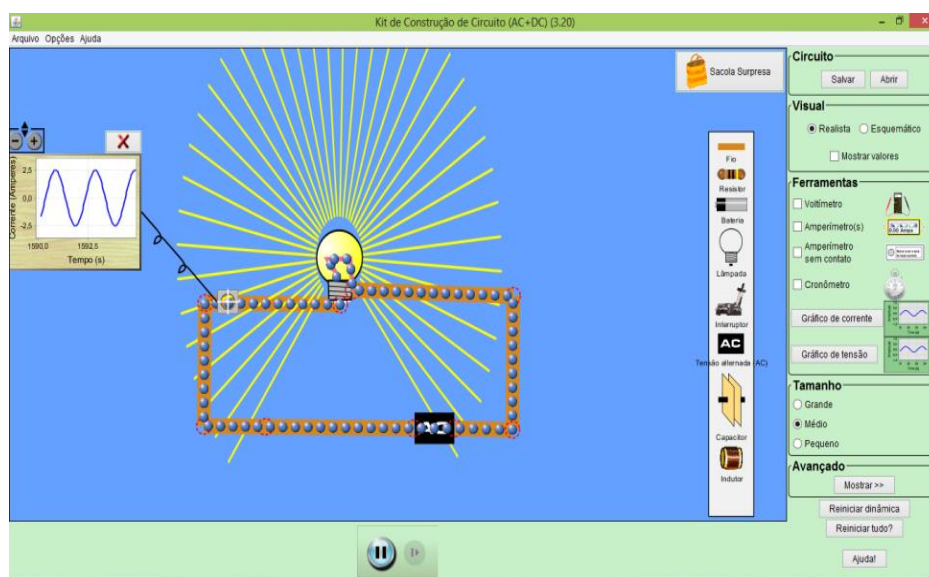


Figura 13: Circuito de uma corrente alternada.

Observando a figura 13 podemos analisar um circuito idêntico ao da figura 12 sendo que, a única diferença é que está sendo alimentado por uma tensão alternada e a corrente em questão é uma corrente alternada. Nesse caso o campo elétrico estabelecido no fio condutor muda periodicamente de sentido. Consequentemente, as cargas elétricas no fio oscilarão, deslocando-se ora em um sentido, ora em outro sentido contrário. Podemos observar também o gráfico desse tipo de corrente na simulação. Na simulação descrita acima vimos a lâmpada aumentar e diminuir o seu brilho, e foi perguntado aos alunos porque não observamos esse efeito em uma lâmpada incandescente real, os mesmos não souberam dá uma resposta totalmente correta. O fato é que, isso ocorre devido à frequência que é normalmente de 60 hertz, isto é, nestas correntes as cargas elétricas no condutor executam 60 vibrações completas (60 ciclos) em cada segundo e por isso conseguimos enxergar como se a corrente fosse contínua. Na sequência apresentaremos circuito em série e circuito em paralelo.

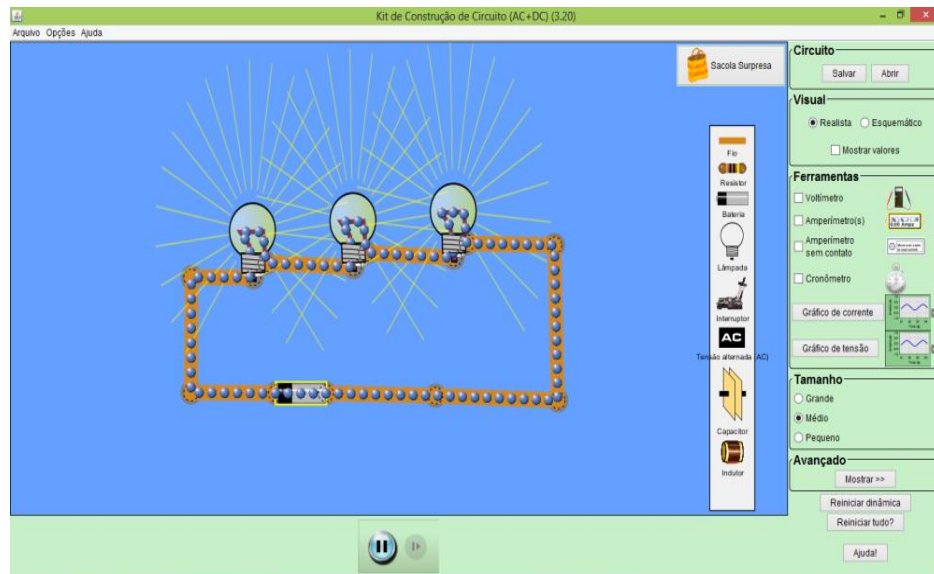


Figura 14: Circuito em série

Na simulação da figura 14 temos uma representação de um circuito em série, no qual possui três lâmpadas. Nesse circuito foram feitas as seguintes perguntas aos alunos: se uma dessas lâmpadas queimar o que acontece com as demais? E por que isso acontece? A resposta foi parcialmente correta já que, os mesmos falaram que as demais lâmpadas ficariam apagadas, mas o porquê acontece não se teve uma resposta aceita como correta. A explicação para tal situação é que, a corrente que atravessa o circuito é a mesma e quando uma lâmpada queimar as demais apagam já que, o filamento dessa lâmpada é parte do circuito, assim podemos concluir que o circuito está em aberto e não há como passar corrente elétrica.

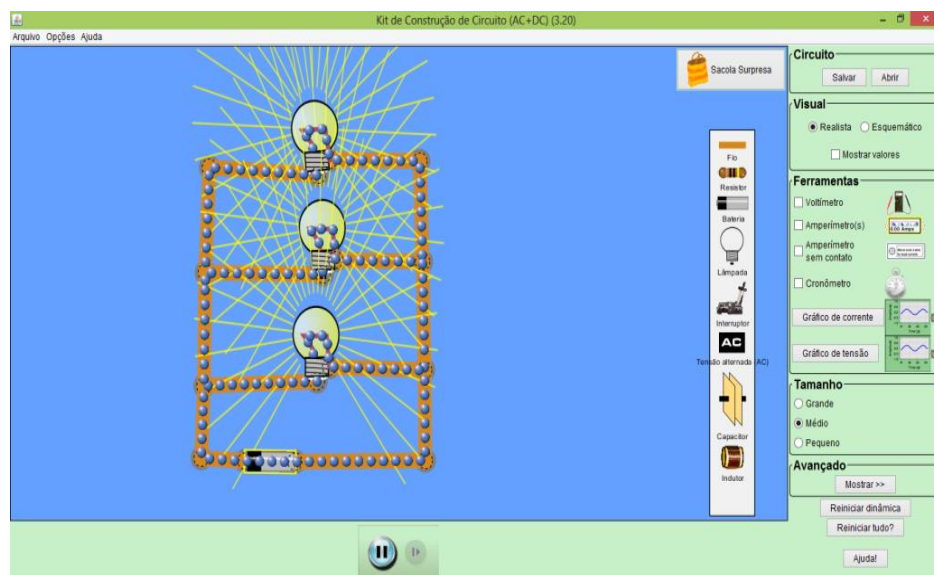


Figura 15: Circuito em paralelo

No circuito descrito na figura 15 temos uma configuração em paralelo. Nesse circuito foi questionado aos alunos as mesmas perguntas do circuito anterior e as respostas foram consideradas parcialmente aceitas. No caso se uma dessas lâmpadas queimar as demais continuaram acesas, pois a corrente total é dividida nesses três trechos e se uma dessas lâmpadas queimar o circuito ainda continua fechado. Além desse questionamento, foi perguntado aos alunos qual o tipo de circuito utilizado nas nossas residências e todos responderam corretamente que é o circuito em paralelo.

Seguindo a sequência didática, logo após a apresentação da simulação computacional, aplicamos o pós-teste no intuito de verificar se nesse processo realmente houve indícios de aprendizagem significativa, já que através da nossa análise no pré-teste identificamos que os mesmos não possuíam tal aprendizagem formulada. Lembrando que, durante a aplicação em nenhum momento desprezamos os conceitos prévios dos alunos, ou seja, esses conhecimentos foram essenciais para o nosso trabalho. Dessa turma 20 alunos fizeram o pré-teste e no dia que foi aplicado o pós-teste apenas 13 alunos realizaram o exame. A seguir encontra-se o quadro no qual estão os objetivos específicos de cada questão do pós-teste.

Quadro 4: Objetivo pretendido em cada questão no pós – teste.

Questões	Objetivo pretendido na questão
Questão 1	Entender o que seja uma região equipotencial e o que representa em um campo elétrico.
Questão 2	Identificar uma carga de prova e seu papel em alguma região do espaço, ou seja, se há ou não presença de campo elétrico nessa região.
Questão 3	Diferenciar condutores de isolantes, mostrando como se comporta os elétrons na estrutura de materiais com essas características.
Questão 4	Identificar qual a função das linhas de força em torno de uma carga elétrica.
Questão 5	Entender o conceito de corrente alternada sendo que, no simulador era possível perceber que a lâmpada aumentava e diminuía seu brilho, identificando porque o mesmo não acontece em um circuito real com uma lâmpada alimentada por corrente alterna.
Questão 6	Identificar o tipo de circuito elétrico composto por uma bateria.
Questão 7	Identificar um circuito em paralelo
Questão 8	Demonstrar as características de circuito em paralelo

Questão 9	Reconhecer um circuito em série e sua funcionalidade
Questão 10	Identificar o comportamento de corrente contínua e alternada através de gráficos.

Na tabela abaixo encontra-se o resultado do pós-teste aplicado em apenas uma turma que foi a do 1º período em eletromecânica. Lembrando que, nomeamos como aluno B apenas classificar a turma, mas não são necessariamente os mesmos alunos correspondente ao pré – teste, mas sim a mesma turma.

Tabela 2: Notas obtidas pelos alunos da turma do 1º período em eletromecânica no exame pós-teste.

Aluno	Nota
Aluno B1	4,0
Aluno B2	8,0
Aluno B3	3,0
Aluno B4	9,0
Aluno B5	7,0
Aluno B6	7,0
Aluno B7	10,0
Aluno B8	9,0
Aluno B9	5,0
Aluno B10	2,0
Aluno B11	4,0
Aluno B12	5,0
Aluno B13	8,0

O gráfico boxplot a seguir mostra o resultado da turma do primeiro período em eletromecânica em dois momentos. Primeiro momento: corresponde a aplicação do pré – teste e o segundo momento: corresponde a aplicação do pós – teste. No segundo momento mostra o resultado após a sequência didática, como podemos perceber houve uma alteração do conhecimento dos estudantes, mesmo que não seja possível ainda afirmar que é significativo.

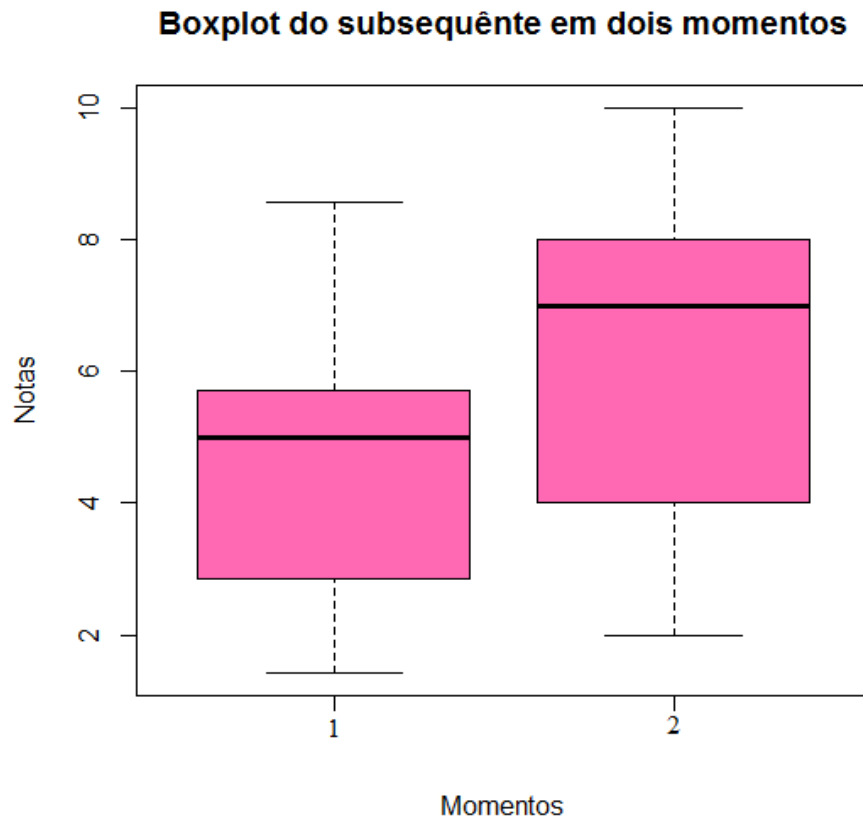
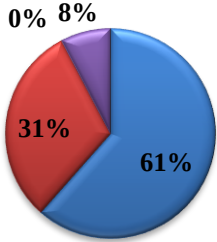
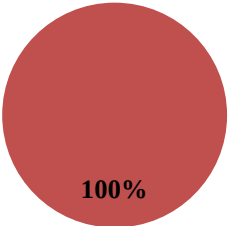
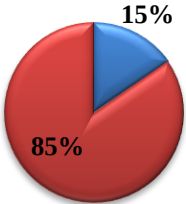
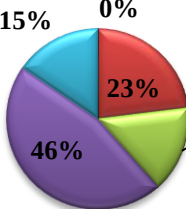
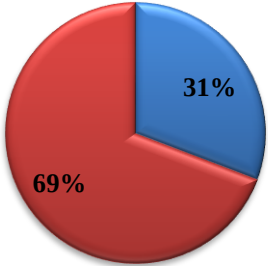


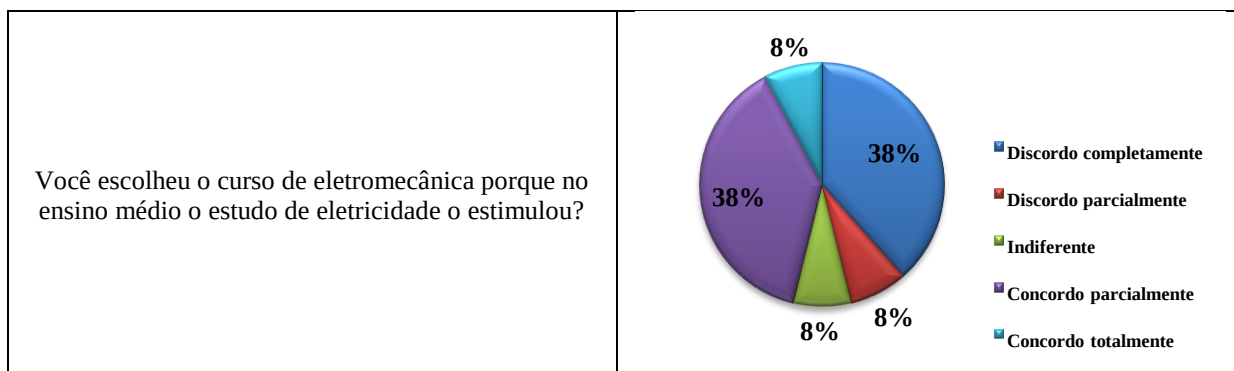
Figura 16: Boxplot que mostra a turma em dois momentos: pré – teste (1) e pós – teste (2).

Em um questionário respondido pela turma podemos perceber nesse perfil algumas características que possa ter influenciado em um possível fracasso por parte de alguns desses alunos, vejamos:

Quadro 5: Questionário aplicado à turma para obtenção de alguns dados

Perguntas	Respostas										
Qual a sua afinidade com a disciplina de física?	<table border="1"> <caption>Data for Pie Chart (Afinidade com Física)</caption> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muito boa</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Boa</td> <td>54%</td> </tr> <tr> <td>Ruim</td> <td>38%</td> </tr> <tr> <td>Pêssimo</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	Muito boa	0%	Boa	54%	Ruim	38%	Pêssimo	8%
Resposta	Porcentagem										
Muito boa	0%										
Boa	54%										
Ruim	38%										
Pêssimo	8%										

Qual o recurso didático que o professor mais utilizava?	 0% 8% 31% 61% ■ Livro didático ■ Apostila ■ Data Show ■ Todos
Nas aulas de Física o seu professor utilizava simulador computacional?	 0% 100% ■ Sim ■ Não
Nas aulas de Física o seu professor utilizava experimentos?	 15% 85% ■ Sim ■ Não
As aulas de física contribuíram para minha formação cidadã e letramento científico?	 15% 0% 23% 16% 46% ■ Discordo completamente ■ Discordo parcialmente ■ Indiferente ■ Concordo parcialmente ■ Concordo totalmente
No ensino médio faltou professor de física?	 31% 69% ■ Sim ■ Não



Analisando o quadro acima podemos observar algumas características que pode contribuir para o não aprendizado de alguns alunos que responderam a esse questionário, pois para fazer este curso esses estudantes deveriam ter uma motivação maior, como por exemplo, gostar de física, o que podemos observar logo na primeira pergunta que isso não ocorre. A respeito do uso de simuladores nas aulas de física a resposta foi unanime que nunca tiveram aulas com simuladores. A falta de professores de física também foi outra questão que merece destaque, ou seja, mais da metade desses alunos não tiveram professor dessa disciplina no ensino médio.

6. CONCLUSÃO

Diante da crescente necessidade dos indivíduos nessa nova reestruturação social e produtiva mundial, parece evidente que, não inserir na formação desses atores as novas tecnologias de informação e comunicação, fatalmente estarão condenados ao fracasso. E, é nessa perspectiva que a Escola necessita urgentemente passar por modificações.

Dos resultados encontrados nesse trabalho, oriundos dos questionamentos se o uso dos simuladores computacionais poderiam potencializar a aprendizagem dos alunos, é possível afirmar que a inserção desses recursos tornam o processo de ensino mais atraente e dinâmico. Esses dois estados representam muito bem o homem contemporâneo. A hipótese anteriormente levantada no início desse estudo pode ser respondida, não de forma absoluta, mas que apresentou fortes indícios que o uso dessas mídias favorecem na aprendizagem dos alunos, visto que, durante a aplicação dos simuladores com os alunos houve uma grande interação em que os mesmos participaram, questionaram, discutiram e analisaram todo o procedimento. E, é exatamente nisso que Ausubel toma como base de sua teoria ao afirmar que a aprendizagem que tenha significado para o indivíduo, realmente ocorre quando esses mostram uma pré disposição para aprender.

Ainda há de considerar que apenas a inserção dos simuladores na prática diária dos professores não é suficiente para que os alunos aprendam significativamente. As ideais condições de ensino perpassam pela formação inicial e continuada dos professores, pela valorização e reconhecimento da categoria, por melhores condições de estrutura e infraestrutura, um apoio de uma equipe multiprofissional em que toda essa equipe esteja engajada num coletivo de forma que haja uma colaboração por parte de todos os envolvidos.

Encontrar alternativas para tornar as aulas de Eletricidade mais agradáveis e motivadoras, proporcionando assim uma melhor aprendizagem aos alunos, é um desafio constante para todos os professores dessa disciplina. O ensino estritamente restrito à sala de aula, no qual o professor pressupõe ser o único dono do saber, está totalmente ultrapassado. Nos dias atuais, o conhecimento avança na direção de um processo aberto de aprendizagem em que grande parte dos atores envolvidos possui oportunidades semelhantes de acesso às informações disponíveis na rede informatizada de comunicações. O objetivo é facilitar esse processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BALADEZ, F.. **O passado, o presente e o futuro dos simuladores**. Fasci – Tech – Periódico Eletrônico da FATEC – São Caetano do Sul, São Caetano do Sul. V. 1, n. 1, Ago./Dez. 2009, p. 29 a 40.

HECKLER, VALMIR; SARAIVA, M.F.O.; KEPLER, S.O. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica**. Revista Brasileira de ensino de física, v. 29, n. 2, p. 267-273, (2007).

MOREIRA, M. A.. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente**¹. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(3), pp. 25-46, 2011.

DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F.. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade**⁺. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 562 2012.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais** do ensino médio – PCN. Brasília: 1999.

BRASIL,. Lei de Diretrizes e Bases **da Educação: Lei nº 9.394/96** – 24 de dez. 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias:** orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Vol.2, Brasília: 2002.

Filho, G. F. S.. **Simuladores computacionais para o ensino de física básica: uma discussão sobre produção e uso.** 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – UFRJ / Instituto de Física /Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2010.

REINDERS, D.; RHONECK, C. V.. **Aprendizagem e compreensão de conceitos chave em eletricidade.** *An I.C.P.E. Book* © International Commission on Physics Education 1997,1998. PEF- IF-UFRJ.

JÚNIOR, F. M. O. [et al]. O uso de simulações computacionais como ferramenta de ensino **e aprendizagem de circuito elétrico rc.** Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UFPB. Departamento de Física, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus VII, Patos-PB.

NETO, O. S. B.; VIEIRA, R. J. P.; MENEZES, P. H. D.. **Investigando concepções de Eletricidade em alunos do 3º ano do Ensino Médio.** Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

DIAS, A. C. G.; BARLETTE, V. E.; MARTINS, C. A. G.. **A opinião de alunos sobre as aulas de eletricidade: uma reflexão sobre fatores intervenientes na aprendizagem**¹. II Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Canela/RS - Experiências em Ensino de Ciências – V4(1), pp.107-117, 2009.

ZYLBERSTAJN, A. [et al.]. **Física: Ensino Médio.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 185 p.

MOREIRA, M. A.. **Teorias de Aprendizagem.** 2. Ed. São Paulo: E.P.U.,2014. 247 p.

CARVALHO, A. M. P.;...[et al.]. **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage Learning, 2010.

TORRES, C. M. A. [et al]. **Física: ciência e tecnologia.** vol. 3. 3 ed.- São Paulo: Moderna, 2013.

GASPAR, ALBERTO. **Compreendendo a Física.** vol. 3. 2 ed.-São Paulo: Ática, 2013.

ANTÔNIO, MÁXIMO; BEATRIZ, ALVARENGA. **Curso de Física**. 1ª. ed. São Paulo: Scipione, 2010. Vol. 3.

UNESCO – Ranking da educação mundial. Disponível em:
<<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/pdf/gmr2011-efa-development-index.pdf>>

Métodos de Pesquisa. Disponível em:
<<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>

Boxplot – UFF. Disponível em: <<http://www.uff.br/cdme/conheceboxplot/conheceboxplot-html/boxplot.pdf>>

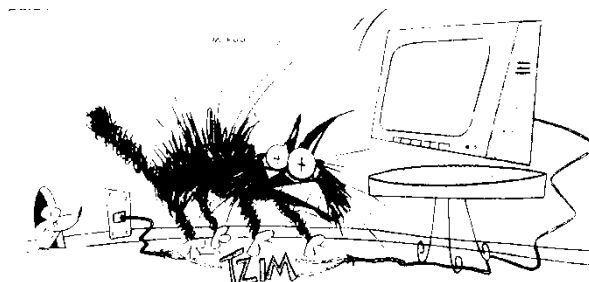
Kit de Construção de Circuito (AC+DC). Disponível em:
<https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac>

Cargas e Campos. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html>

ANEXOS I – QUESTIONÁRIO PRÉ – TESTE

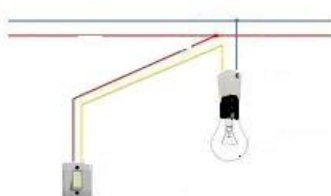
Questionário pré-teste

1- Por que quem leva choque elétrico é representado nos desenhos com os pêlos eriçados?



- a) Ocorre devido as cargas de mesmo sinal acumulam-se nos pelos e nos cabelos gerando repulsão entre eles.
- b) Ocorre devido as cargas de mesmo sinal acumulam-se nos pelos e nos cabelos gerando atração entre eles.
- c) Ocorre devido as cargas de sinal diferente acumulam-se nos pelos e nos cabelos gerando repulsão entre eles.
- d) Ocorre devido as cargas de sinal diferente acumulam-se nos pelos e nos cabelos gerando atração entre eles.

2- Por que a lâmpada emite luz quando acionamos o interruptor?



- a) Ocorre devido o “choque” dos elétrons que ao atravessarem o filamento da lâmpada faz com que ela se torne incandescente, dissipe calor e emita luz.
- b) Ocorre devido a uma corrente elétrica que passa no filamento onde não há elétrons.
- c) Por que não existe elétrons no fio onde passa a corrente elétrica até chegar a lâmpada.
- d) Por que os elétrons estão em desordem e quando acionamos o interruptor eles se organizam.

3- A maioria dos equipamentos elétricos residenciais é alimentada por uma tensão ou a diferença de potencial elétrico de 110 V ou 220 V. Nesses casos, colocamos o plugue na tomada e pronto; o aparelho funciona consumindo energia de 110 J ou de 220 J para cada coulomb de carga elétrica que o atravessa. Há, entretanto, alguns equipamentos eletrônicos alimentados por outros valores de tensão, como é o caso, por exemplo, das baterias dos telefones celulares, que são carregados por voltagens próximas de 5 V. Como isso é possível sem que o aparelho não sofra nenhum dano?



- a) O carregador funciona como um transformador que modifica a ddp.
- b) O carregador funciona como isolante e apenas pouca tensão consegue passar.
- c) O carregador diminui a tensão recebida por causa dos fios que é de um outro material.
- d) O carregador diminui a tensão através do “choque” de elétrons existente nele.

4- Marque a alternativa verdadeira:

- a) Se um corpo A, eletrizado positivamente, atrai um outro corpo B, concluímos que este está carregado negativamente.
- b) Dizemos que um corpo qualquer está eletrizado negativamente quando ele possui um certo número de elétrons livres.
- c) A eletrização por atrito de dois corpos consiste na passagem de elétrons de um corpo para o outro, ficando eletrizado positivamente o corpo que perdeu elétrons,
- d) Quando dois corpos são atritados um contra o outro, ambos adquirem cargas elétricas de mesmo sinal.

5- Um elétron é colocado em repouso entre duas placas paralelas carregadas com cargas iguais e de sinais contrários. Considere desprezível o peso do elétron. Aponte a afirmativa correta:

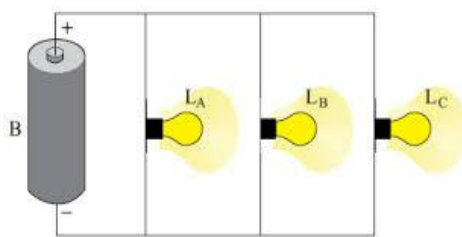
- a) O elétron move-se na direção e sentido do campo elétrico.
- b) O elétron move-se na direção do campo elétrico, mas em sentido oposto.

- c) O elétron fica em repouso.
- d) O elétron ficará oscilando para baixo e para cima entre as placas.

6- Uma corrente elétrica de 3 A é o mesmo que:

- a) 3 joules por segundo
- b) 3 volts por metro
- c) 3 ohms por metro
- d) 3 coulombs por segundo

7- Três lâmpadas incandescentes iguais estão associadas em paralelo. A tensão V , entre os extremos da associação, é mantida constante. Se uma das lâmpadas queimar:

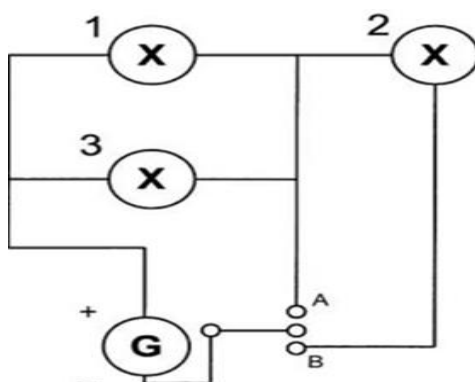


- a) A corrente em cada uma das outras duas lâmpadas diminuirá.
- b) A corrente em cada uma das outras duas lâmpadas não sofrerá alteração.
- c) A corrente em cada uma das outras duas lâmpadas aumentará.
- d) A corrente total não sofrerá alteração.

8- Dispomos de dois corpos condutores, carregados, em equilíbrio eletrostático. Se ligarmos estes corpos através de um fio também condutor, uma corrente elétrica fluirá de um corpo para o outro, até que ambos fiquem com

- a) a mesma quantidade de carga.
- b) quantidades de carga proporcionais às suas massas.
- c) a mesma densidade superficial de carga.
- d) o mesmo potencial elétrico.

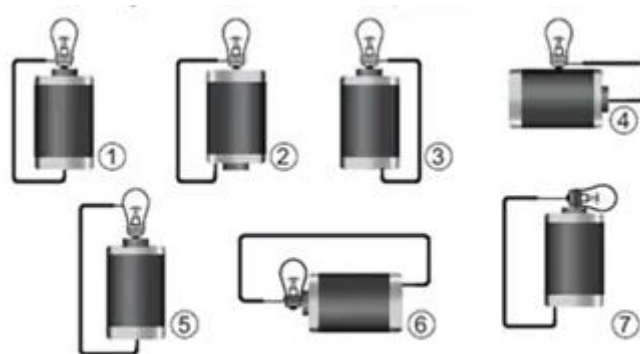
9- Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A e B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

- a) B, pois a corrente será maior nesse caso.
- b) B, pois a potência total será maior nesse caso.
- c) A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- d) A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

10- Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- a) (1), (3) e (6)
- b) (3), (4) e (5)
- c) (1), (3) e (7)
- d) (1), (2) e (5)

11- Quando uma lâmpada está queimada, seu circuito está aberto ou fechado? Por quê?

- a) Fechado. O filamento da lâmpada não é parte do circuito e a corrente elétrica continua passando.
- b) Aberto. O filamento da lâmpada é parte do circuito; como ele está interrompido, o circuito está aberto e não é possível estabelecer nele uma corrente elétrica.
- c) Fechado. O filamento da lâmpada é parte do circuito e a corrente elétrica continua passando com menor intensidade.
- d) Aberto. O filamento desintegra do circuito, pois o mesmo está frágil e a corrente não consegue passar por ele.

12- Um condutor eletrizado com cargas “em repouso” tem o campo elétrico nulo em todos os pontos de seu interior. Esse fenômeno é denominado blindagem eletrostática. Isso significa que, quando queremos proteger um objeto de influências elétricas, devemos colocá-lo no interior de um condutor. Portanto, se você estiver próximo de um carro e começar uma tempestade com relâmpagos, o que deve fazer para se proteger?



- a) Correr até uma casa mais próxima.
- b) Ir para debaixo de uma árvore.
- c) Entrar dentro do carro.
- d) Ficar próximo do carro.

13- Observe a figura a seguir e identifique como é montado o circuito em uma residência comum.



- a) Em série, pois retirando uma lâmpada nesse circuito todos os outros componentes continua funcionando normalmente.
- b) Em paralelo, pois retirando uma lâmpada nesse circuito todos os outros componentes continua funcionando normalmente.
- c) Em série e em paralelo, pois os mesmos tem a mesma função.
- d) Nenhuma das anteriores.

14- A respeito do comportamento dos condutores e isolantes, julgue os itens a seguir como verdadeiros e falsos.

I. O efeito Joule é a transformação de energia elétrica em energia térmica em virtude das altas velocidades dos elétrons livres ao transitarem pelos condutores.

II. Nos isolantes, os elétrons estão fortemente ligados aos átomos e, por isso, não podem mover-se facilmente.

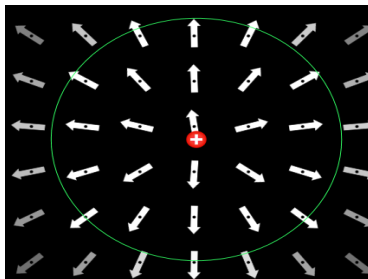
III. Os condutores também podem ser chamados de dielétricos.

IV. Os metais são bons condutores elétricos por possuírem elétrons livres em excesso.

- a) I, II e III são verdadeiros.
- b) II é falso.
- c) II e IV são verdadeiros.
- d) III e IV são verdadeiros

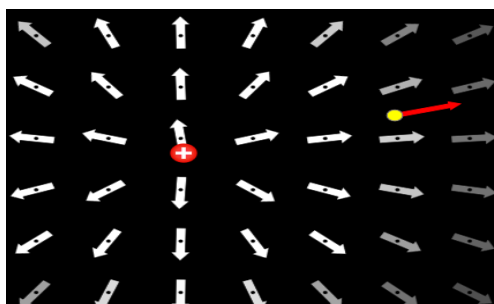
ANEXO II – QUESTIONÁRIO PÓS –TESTE**Questionário pós-teste**

1ª) A respeito de uma região equipotencial é correto afirmar que:



- a) Todos pontos nessa região apresenta diferentes valores de potenciais
- b) Todos os pontos nessa região apresenta o mesmo valor do potencial
- c) Apenas alguns pontos apresenta o mesmo potencial
- d) O valor do potencial é nulo

2ª) Vista no simulador, qual a função de uma “carga de prova”?



- a) Verificar se existe corrente elétrica naquela região
- b) Serve para provar a existência da presença de campo elétrico em alguma região do espaço
- c) Aproximar o campo elétrico de outro campo elétrico
- d) Fazer com que o campo mude de sentido

3ª) Em relação a materiais que são condutores e isolantes, é correto afirmar:

- a) Condutores não possuem elétrons livre em sua estrutura enquanto os isolantes possuem.

b) Condutores possuem elétrons livres em sua estrutura, ou seja, elétrons que estão fracamente ligados ao núcleo enquanto nos isolantes esses elétrons estão fortemente ligados.

c) Condutores e isolantes tem uma quantidade apreciável de elétrons livres.

d) Nenhuma das anteriores.

4ª) Qual a finalidade das linhas de força no entorno de uma carga elétrica?

a) Representar o campo elétrico através de diagramas.

b) Fazer com que o campo elétrico seja nulo.

c) Neutralizar outros campos próximos

d) Representar os raios do campo.

5ª) As lâmpadas das nossas residências utilizam corrente alternada para o seu devido funcionamento, como podemos perceber na simulação uma corrente desse tipo provocou algo que não estamos acostumados a ver, ou seja, a lâmpada aumentava e diminuía seu brilho. Porque não conseguimos enxergar esse efeito nas lâmpadas incandescentes reais?

a) Por causa da velocidade dos elétrons que é alta.

b) Devido ao campo elétrico muito fraco.

c) Devido a frequência com que a corrente se alterna que é de 60 Hz, ou seja, 60 ciclos por segundo.

d) Devido a grande quantidade de elétrons do material.

6ª) Observe a figura abaixo que mostra um circuito simples montado com uma bateria e responda.

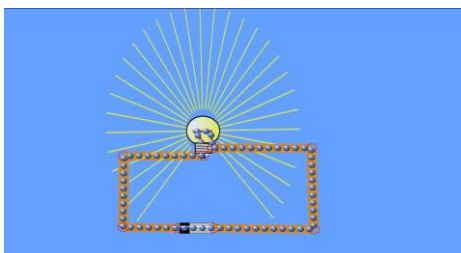


Figura 1: Circuito com uma bateria visto na simulação.

a) Nesse circuito a corrente é contínua.

b) Podemos afirmar que a corrente é alternada.

c) Possui corrente contínua e alternada.

d) Outro tipo de corrente.

7ª) Veja a figura e responda:

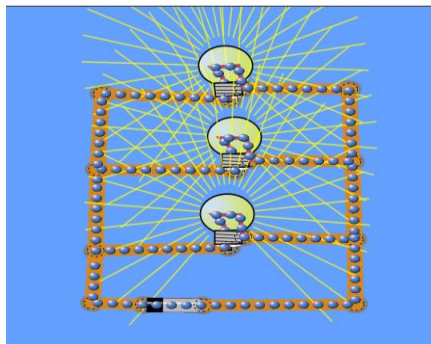


Figura 2: Circuito apresentado na simulação.

Podemos afirmar que o circuito é:

a) Misto pois possui três tipos de corrente.

b) É um circuito em paralelo.

c) É um circuito em série.

d) Não representa circuito algum.

8ª) Da figura anterior podemos concluir:

a) Se uma lâmpada queimar todas as outras apagarão, pois o circuito é paralelo.

b) Se uma lâmpada queimar todas as outras ficaram acesas, pois o circuito é paralelo.

c) Se uma lâmpada queimar todas as outras ficaram acesas, pois o circuito é em série.

d) Se uma lâmpada queimar todas as outras queimaram, pois o circuito é misto.

9ª) A figura a seguir mostra um circuito demonstrado na aula.

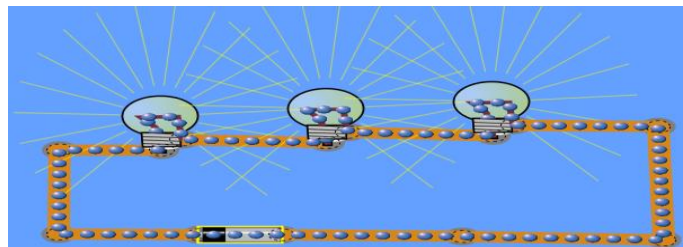


Figura 3: Circuito apresentado na simulação.

Em relação ao circuito acima é correto afirmar:

a) Se uma lâmpada queimar as outras continuarão acesas, pois o circuito não se altera.

- b) Se uma lâmpada queimar as outras continuarão acesas já que, seu filamento não faz parte do circuito e este está em paralelo.
- c) Se uma lâmpada queimar, todas as outras também queimarão pois este circuito é misto.
- d) Se uma lâmpada queimar as outras duas apagarão já que, seu filamento faz parte do circuito e este se encontra em série.

10^a)

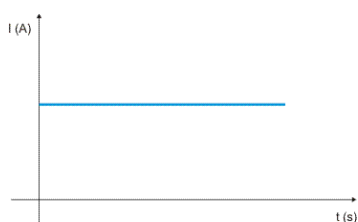


Gráfico I

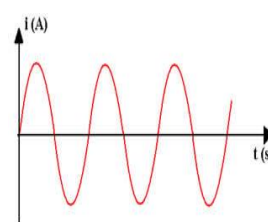


Gráfico II

- a) O gráfico I representa uma corrente alternada enquanto o gráfico II a corrente é contínua.
- b) O gráfico I representa uma corrente contínua enquanto o gráfico II a corrente é alternada.
- c) Ambos os gráficos representam corrente alternada.
- d) Ambos os gráficos representam corrente contínua.

