



Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão
Unidade Acadêmica Especial de Física e Química
Programa de Pós-graduação em Ensino de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



O USO DO SIMULADOR PhET PARA O ENSINO DE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES.

Leonardo Dantas Vieira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) . da Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Ana Rita Pereira

Catalão - GO
Outubro de 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Agradecimentos

A Deus pela Fé, Perseverança e o Carinho que sempre teve comigo.

Aos meus pais, Verônica e José, que me proporcionaram meios para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos meus filhos, Arthur, Jhuan e Paola, por toda alegria que trazem em minha vida.

A minha orientadora, professora Dr^a. Ana Rita Pereira, pelo, sempre, pronto atendimento as minhas demandas e por toda a ajuda na construção deste trabalho.

Aos professores do mestrado que me possibilitaram descobrir novas possibilidades para o ensino de Física.

Aos meus colegas e amigos do mestrado, por todos os momentos que passamos juntos durante todo o período de aulas e viagens, em especial meu amigo de longa data Adriano Fonseca.

A direção, coordenação, colegas e estudantes do Colégio Estadual Edmundo Rocha por terem possibilitado a realização deste trabalho.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante todo o período de realização desse mestrado e a SBF (Sociedade Brasileira de Física) pelo suporte e gestão do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física).

RESUMO

O USO DO SIMULADOR PHET PARA O ENSINO DE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Leonardo Dantas Vieira

Orientadora: Ana Rita Pereira

Este trabalho baseia-se no desenvolvimento de uma sequência didática no Colégio Estadual Edmundo Rocha, em Goiânia, Goiás, onde propomos e desenvolvemos atividades de simulações computacionais, sobre os diversos tipos de associação de resistores em circuitos elétricos, com a turma do terceiro ano do Ensino Médio. As atividades foram desenvolvidas utilizando um dos simuladores encontrados no site de simulações computacionais da Universidade do Colorado (**PhET**), especificamente o simulador de circuitos elétricos denominado **Kit de Construção de Circuito (DC)**. No simulador foram realizadas diversas montagens de associação de resistores em circuitos elétricos, possibilitando, com a visualização dessas situações, que os alunos participassem da construção do conhecimento, interagindo com os objetos de aprendizagem, com seus colegas e professores. As atividades propostas foram desenvolvidas em seis aulas, de forma a propiciar aos alunos uma melhor compreensão a respeito do conteúdo de Associação de Resistores. Comum a abordagem qualitativa foi verificado a viabilidade de utilizarmos esta sequência didática para o estudo do conteúdo abordado.

Palavras-chave: Ensino de Física, Sequência Didática, Transposição Informática, *Software* Educacional.

ABSTRACT

THE PhET SIMULATOR USE FOR RESISTORS ASSOCIATION OF EDUCATION.

Leonardo Dantas Vieira

Advisor: Ana Rita Pereira

This work is based on the development of a didactic sequence in State College Edmundo Rocha, in Goiânia, Goiás, where we propose and develop activities of computer simulations on the various types of resistors association in electrical circuits, with the third year class of High school. The curriculum was developed using simulators found on the site of computer simulations of the University of Colorado (PhET), specifically the electrical circuit simulator called "Circuit Construction Kit (DC)". In the simulator were held several assemblies resistors association in electrical circuits, making it possible, with the view of these situations, students participate in the construction of knowledge by interacting with the learning objects with their peers and teachers. The activities proposed were developed in six classes, in order to provide students with a better understanding about the Resistors Association content. Common qualitative approach was verified the feasibility of using this didactic sequence for the study of the analyzed content.

Keywords: Physics Teaching, Teaching Sequence, Computer Transposition, Educational Software.

SUMARIO

Capítulo 1	Introdução	1
Capítulo 2	A visão do Professor	5
2.1	Um pouco da minha trajetória como professor na rede estadual de ensino do estado de Goiás.....	5
2.2	Como ser um professor criativo e inovador no atual contexto.....	8
2.3	Por que ensinar Física?	8
2.4	A existência de concepções espontâneas	10
2.5	A autonomia do aluno	11
2.6	A cooperação entre os alunos.....	12
2.7	Avaliação.....	12
Capítulo 3	Transposição Didática e Informática	14
3.1	A transposição didática	16
3.2	A transposição informática	18
Capítulo 4	Simulação e Interatividade	21
4.1	Simulação	21
4.2	Interatividade.....	24
4.3	Simulação: opção para uma aula interativa	26
Capítulo 5	Discussão e análise da utilização da sequência didática proposta.....	27
5.1	Aplicação da sequência didática	28
5.2	Desenvolvimento da atividade 1: A Associação De Resistores Em Série.....	29
5.2.1	Desenvolvimento da atividade 1 . construção de uma associação de resistores em série.....	29
5.3	- Desenvolvimento da aula associação de resistores em paralelo.....	45
5.3.1	Atividade 2 . Construção de um circuito com associação de resistores em paralelo.....	45
5.4	- Avaliação das atividades pelos alunos	58
5.5	- Minhas observações sobre as atividades realizadas	60
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

Capítulo 1

Introdução

Por valorizar a escola pública como local de práticas escolares articuladas à realidade local, que possibilitem a vivência e o entendimento do espaço escolar, numa troca e operacionalização de experiências inovadoras e visando, num futuro próximo, a redução dos problemas relacionados ao processo de ensino-aprendizagem da Física, foi o que nos motivou a buscar o Mestrado Profissional em Ensino de Física e dentro deste programa desenvolver uma sequência didática que torne o ensino de Física mais próximo ao mundo tecnológico que vivenciamos atualmente.

Esse trabalho traz como perspectiva geral a elaboração e aplicação de uma sequência didática que, além da análise do conhecimento prévio, possibilita o aprofundamento por meio da participação ativa, reflexiva e compartilhada dos estudantes, do aprendizado sobre associação de resistores.

A ideia deste trabalho surgiu a partir da experiência como docente de Física no Ensino Básico e Superior no Estado de Goiás desde novembro de 2003, em particular com as atividades realizadas com turmas de 3º anos do Ensino Médio. Ao longo dos anos tenho observado que alunos oriundos do Ensino Fundamental, ou até alguns que já concluíram o Ensino Médio, apresentam dificuldades em relacionar fenômenos físicos cotidianos com o rigor matemático utilizado na construção de fórmulas e na reflexão sobre a relação existente entre as grandezas Físicas envolvidas. Essa situação incentivou-nos a buscar formas alternativas de motivar os estudantes, procurando outras opções para desenvolver determinados conteúdos de Física, como neste caso específico sobre associação de resistores.

As atividades aqui propostas incentivam a troca de ideias entre os colegas de sala, para buscarem a construção de conceitos e a criação de novas bases para seguirem seus estudos. Espera-se com essa proposta estimular o interesse dos escolares pela Física, além de evitar que esses alunos abandonem os estudos ao se confrontarem com os primeiros obstáculos.

Sabendo que os conceitos básicos de circuitos elétricos são necessários para seguir os estudos no decorrer de vida acadêmica, entendemos que é de extrema

importância pensar em uma metodologia didática que motive, envolva e permita que estes adolescentes, partindo de suas concepções prévias, formulem um conhecimento mais próximo do que é cientificamente aceito como correto.

Nessa linha, é importante pensar em atividades que promovam situações de aprendizagem, fortalecendo a troca de conhecimento entre os alunos e com o professor, buscando a construção de conhecimento de forma significativa. Nessa perspectiva, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, BRASIL, 1996), em seu Artigo 1º, estabelece que a Educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na convivência humana. Portanto faz-se necessário que os professores utilizem diferentes metodologias e estratégias de ensino que estimule e motive a aprendizagem.

Segundo Toti e Person (2010) o processo de aprendizagem ocorre à medida que a estrutura cognitiva evolui a partir da multiplicidade de ações do sujeito com o objeto de aprendizagem. Nesta perspectiva, a partir de simulações computacionais, buscou-se relacionar conceitos importantes e fundamentais de eletricidade, como tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e energia elétrica, de forma a permitir que os estudantes assimilassem estes conceitos através de uma sequência didática sobre associação de resistores elaborada para ser desenvolvida de forma interativa para que o aluno entenda os conceitos envolvidos e principalmente suas aplicações.

O material educacional elaborado neste trabalho foi utilizado em aulas do terceiro ano do Ensino Médio, curso diurno, em um colégio Estadual da cidade de Goiânia, Goiás, utilizando o computador como recurso didático, auxiliando o professor a tornar suas aulas mais dinâmicas e motivadoras, com recursos que são próprios desse equipamento. A informática na educação busca dar condições a professores e alunos, de visualizar situações que simulem a realidade dos fenômenos físicos, oferecendo-lhes a oportunidade de explorar e vivenciar uma nova ferramenta de trabalho, de comunicação, pesquisa e enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem. É muito mais motivador estar em uma sala de aula explorando os conteúdos programáticos relacionados os diversos tipos de associação de resistores em um software educativo, do que simplesmente ouvir o professor da disciplina se esforçando para explicar a teoria e o funcionamento das diferentes associações no quadro negro.

O uso do computador nas aulas de Física pode assumir um papel importante, auxiliando o professor durante as aulas, como uma ferramenta de suporte, onde os fenômenos físicos podem ser simulados, possibilitando a coleta de dados quantitativos que podem ser analisados de uma forma instantânea. Outra forma de se usar o computador é através de simulações dos fenômenos físicos, estabelecendo laboratórios experimentais virtuais, possibilitando a visualização do que foi explicado teoricamente em sala de aula ou mesmo visualizar fenômenos que devido as suas dimensões não pode ser realizados num laboratório. Percebe-se que o uso dessa ferramenta é uma alternativa que pode contribuir muito para melhorar o ensino de Física.

A escolha da produção educacional no formato de uma sequência didática que utiliza Simulações Computacionais, está embasada em pesquisas desenvolvidas pelo projeto PhET, bem como os trabalhos de Dorneles, Araújo e Veit (2007) e de Arantes, Miranda e Studart (2011), que avaliaram os resultados positivos associados à realização dos experimentos virtuais.

A partir da revisão de literatura, verifica-se a importância dos simuladores educacionais para a promoção de atividades interativas, que permitam aos usuários estabelecerem conexões entre os fenômenos reais e as teorias desenvolvidas cientificamente, possibilitando assim a formulação de seus próprios questionamentos o que promoverá uma aprendizagem mais significativa.

No desenvolvimento das atividades são propostas e realizadas diversas simulações com o objetivo de auxiliar os estudantes na construção e modelagem do conhecimento sobre associação de resistores. Pretende-se com essa sequência promover a aprendizagem de conceitos sobre associação de resistores, identificar por meio de questionamentos o conhecimento prévio dos estudantes sobre os conteúdos estudados, criar situações em que os alunos possam interagir entre si, interpretando e compreendendo as relações existentes entre grandezas Físicas envolvidas nos circuitos elétricos.

Ao longo desse trabalho será realizada a análise da sequência didática desenvolvida e aplicada aos alunos na escola, e que contempla um conjunto de atividades, visando investigar e aprofundar o conhecimento dos estudantes de forma organizada, reflexiva e participativa.

Essa dissertação se estrutura da seguinte forma: No capítulo 2 procuramos

expressar nosso ponto de vista em relação a temas do tipo: como ser criativo e inovador no contexto atual, porque ensinar Física, a autonomia do aluno, a existência de concepções espontâneas do aluno e avaliação.

No capítulo 3 são abordadas questões sobre a transposição didática e a transposição informática, onde serão colocadas as transformações e adequações que o saber científico deve passar antes de se atingir o saber a ensinar que é o que será repassado aos alunos pelo professor.

No capítulo 4 abordam-se os conceitos de simulação e como usá-las nas aulas de Física numa interatividade, e será mostrado como simulações computacionais são ótimas opções para o ensino de Física, tornando as aulas mais interativas e interessantes para os alunos.

No capítulo 5 é mostrado o porquê da escolha e do desenvolvimento da sequência didática sobre associação de resistores e a utilização do software para a aplicação da sequência didática com uma turma de terceiro ano do ensino médio do colégio estadual Edmundo Rocha na capital do Estado de Goiás.

No capítulo 6, são feitas as considerações finais, mostrando os resultados obtidos com as atividades propostas.

Capítulo 2

A Visão do Professor

Neste capítulo procuramos expressar nosso ponto de vista em relação aos temas abordados a seguir.

2.1 Um pouco da minha trajetória como professor na rede estadual de ensino do estado de Goiás

Iniciei a minha história como professor em 1999, ao ingressar na graduação em Física, na Universidade Federal de Goiás (UFG), pois neste mesmo ano comecei a lecionar na rede pública estadual, na cidade de Goiânia, como professor de Física no Colégio Estadual Dom Abel, na qualidade de professor pró-labore.

Em 2000, atuei como professor de Física no Colégio Ayrton Senna CPMG-AS Goiânia, ainda como professor pró-labore, e neste colégio desenvolvi um projeto no qual os alunos realizavam experimentos de Física sob minha orientação, com o objetivo de se montar um laboratório que contemplasse toda a área da Física do ensino médio, e no final de 2001 conseguimos montá-lo por completo e a partir daí a maioria das aulas de física foram ministradas com auxílio de um experimento e ou de um simulador.

Em 2003, fui aprovado no concurso para professor de Física na rede Estadual de Educação do Estado de Goiás, e, no mesmo ano, a convite do subsecretário que conhecia meu projeto do CPMG-AS, fui trabalhar na Gerência de Formação da Secretaria de Educação, onde ministrava aulas de Física para alunos da rede e auxiliava professores da capital e do interior, que demonstrassem interesse em utilizar experimentos simples e ou simuladores de fenômenos físicos, em sala de aula, com o objetivo despertar o interesse e a atenção dos alunos.

De 2007 a 2013 atuei como professor pesquisador de Física no Centro de Referência para o Ensino de Ciências e Matemática da Secretaria Estadual de Educação do Estado de Goiás (CRECIEM). Desenvolvemos nesse período um projeto intitulado ~~Mobilização~~ Mobilização para Gostar de Ciências+. O desenvolvimento desse projeto permitiu a realização de várias atividades orientadas para atendimentos a professores de escolas em reuniões solicitadas e organizadas pelas Subsecretarias

Regionais de Educação do Estado, sendo que estas aconteceram em várias cidades do Estado de Goiás. As atividades do Projeto, como o próprio título sugere, visavam implementar uma prática pedagógica mais próxima da realidade da escola, adequada ao seu contexto e necessidades e, sobretudo para incentivar os professores a buscar a produção e utilização de objetos de aprendizagem.

No início das atividades era feita a apresentação e demonstração de artefatos elaborados sob a orientação dos professores de Física e Matemática do CRECIEM e quando possível Química e Biologia para fazê-los compreender o quanto era importante esse tipo de prática para obter resultados positivos no ensino.

A partir das visitas, as dinâmicas do projeto evoluíram para uma produção mais elaborada, utilizando-se cada vez mais materiais de baixo custo. Foram elaborados vários materiais que os professores levaram para suas escolas para a utilização. Abaixo segue fotos de algumas dessas atividades.



Figura 2.1: Oficina de física realizada na regional de Jussara



Figura 1.2. Oficina de física realizada em Uruaçu.

Propomos também o projeto "Física ao alcance de todos", baseado na interação com o público em geral com apresentação dos objetos de aprendizagem que despertavam a curiosidade e que oferecia a oportunidade de interação com público através de experimentações curiosas e instigantes. Organizei materiais diversos e informação sobre práticas pedagógicas inovadoras apresentadas em DVD, contendo uma coletânea de textos, questões para abordagem teórica de Física, simuladores de fenômenos Físicos e várias sugestões de projetos entre outros, todo esse material tinha como objetivo subsidiar professores, principalmente os de interior, para ilustrar ou planejar suas aulas. Esses podem ser encontrados em: <http://1drv.ms/1Nb2BiG>

Com esses projetos pude trabalhar com professores e alunos de várias Subsecretarias de Educação do Estado de Goiás e colégios, e pude perceber que em nenhum dos colégios visitados tinha um laboratório de física funcionando. Em algumas escolas até que existia alguns kits de experimentos jogados e faltando peças em uma sala fechada, mas que não eram utilizados. Por outro lado, não encontrei nenhuma escola ou colégio sem um laboratório de informática.

Pelo exposto, com toda a experiência e vivência com professores e alunos, escolhemos trabalhar nessa dissertação mestrado uma sequência didática usando simulações computacionais sobre o assunto associação de resistores, pelo simples motivo da existência do laboratório de informática em quase todas as escolas do Estado de Goiás.

2.2 Como ser um professor criativo e inovador no atual contexto

A física, da forma que está sendo ensinada nas instituições públicas e até mesmo em algumas instituições privadas, não cumpre o seu objetivo de formação científica. Os alunos, quando conseguem, apenas absorvem o que é falado pelo professor, dessa forma, não criamos um ser pensante capaz de fazer relações entre o que está sendo estudado com fatos do seu dia-a-dia. Acredito que esse problema, em grande parte, vem ocorrendo tanto pela falta de capacidade quanto pelo desinteresse em assimilar e aprender o que o professor está tentando ensinar.

Algumas metodologias e estratégias de ensino de física diferenciadas vêm sendo utilizadas, principalmente no ensino médio. Isso resulta do esforço de um pequeno grupo de professores que, em meio às dificuldades de seu trabalho, procuram inovar suas aulas, despertando a curiosidade, por exemplo, através da utilização de objetos virtuais de aprendizagem (OVA), buscando estimular nos alunos, o desejo de aprender e de participar ativamente da construção do próprio conhecimento. No colégio onde trabalhamos, existem alguns colegas professores que ~~na~~ ^{saem} saem da trilha da rotina e criam novas situações de aprendizagem com seus alunos.

Acreditamos que com a utilização de objetos virtuais de aprendizagem, como simulações, o poder de abstração, participação e interesse dos alunos poderá ser maximizado. Esse trabalho propõe, através de uma sequência didática, um conjunto de atividades que estimula a interação do aluno, seja com seus colegas, seja com o professor. Essa atividade é contrária àquelas que não despertam o interesse e não contribuem para o desenvolvimento dos alunos, tais como, trabalhos realizados em casa (listas de exercícios e/ou pesquisas) sem a presença do professor.

Somente o fato de tirar as pessoas do lugar já justifica a utilização de novas técnicas de ensinar, ajudando na mudança de referências e de paradigmas educacionais.

2.3 Por que ensinar Física?

Observe os fenômenos da natureza ao seu redor, questione-se sobre eles, investigue-os tire as suas próprias conclusões e confronte-as com outras, ao fazer

isso, estará, certamente, tendo uma atitude científica, e principalmente aprendendo um pouco de Física.

Grandes cientistas têm algo em comum com as crianças: a curiosidade. As crianças experimentam, criam hipóteses, errando e acertando, com isso faz o conhecimento evoluir.

A aprendizagem somente se realiza e merece este nome se for eficaz e significativa, se fizer o aluno de fato aprender. Nossa tarefa como professor, portanto, é direcionar as atividades propostas aos alunos para que haja aprendizagem, desafiando e provocando nossos alunos a fazerem e refazerem a descoberta, e para isso faz-se necessário o uso de diferentes estratégias e metodologias de ensino, como, por exemplo, a experimentação e o uso de objetos de aprendizagem no processo de ensinar e aprender os conceitos de Física.

Não existe ensino se os alunos não aprendem, e o aprendizado se dá a partir da interação ativa do escolar com o conteúdo ensinado. É necessário, que nós professores tenhamos consciência de que, nossa ação durante o ensino é responsável pela ação e reação dos alunos no processo de ensino aprendizagem. Ambos precisam ser entendidos como unitários, mas ao mesmo tempo estão interligados, dependem um do outro.

Ensinar Física não é fácil, aprender é menos ainda, ao contrário do que a maioria das pessoas pensam, fazer ciência não é uma atividade especial, acessível apenas a alguns alunos, dotado de inteligência %superior+ ou %especial+. Fazer ciência é um processo natural de descoberta e redescoberta do conhecimento, e um cientista é uma pessoa %normal+, que sente medo, insegurança, alegria, confiança, ou seja, vivencia todas as situações e emoções cotidianas e é um ser humano falível, mas que na interação com outros cientistas procura fazer suas ideias e descobertas prevalecerem e provocar mudanças na sociedade (PEDUZZI, 2008).

Logo ser cientista é algo ao alcance de todos, só necessita de muita dedicação e persistência. Porém nem todos precisam ser cientistas e a escola não buscará formar cientistas. O objetivo primário da educação, e em particular do ensino de física, é proporcionar a qualquer cidadão, leigo em ciência, os conhecimentos básicos em física, permitindo ao mesmo ter condições de interagir com mais facilidade com o %mundo tecnológico+, mostrar a relação e importância da Física perante a evolução das tecnologias e o seu impacto destas na vida cotidiana

das pessoas, ou seja, ensinar Física é proporcionar o aprendizado básico essencial para a formação de cidadãos críticos e conscientes, que saiba exercer plenamente seus direitos e deveres frente à sociedade moderna.

Educar é um processo gradativo de autodescoberta em que a mensagem e seu significado refletem a visão de mundo do professor. Para o educador estimulado e imbuído da visão de ciência viva, até mesmo um simples material serve de elemento motivador para aprendizagem. O problema é a compreensão de que ensinar física é fazer, participar da construção do conhecimento físico ligado a vida do aluno.

Em nossa proposta de trabalho, depois de trabalharmos por alguns anos nas Escolas Públicas, percebemos que tínhamos que criar um novo ambiente de aprendizagem para os alunos de Ensino Médio, para isso, criamos uma atividade instigante, que busca fazer com que os alunos se sintam estimulados a trabalhar em equipe e a desenvolver novas ideias, associando conceitos básicos através de objetos práticos, atendendo os requisitos para se ter uma aula dinâmica e conectada com o mundo vivencial, onde o aluno é construtor e condutor do seu conhecimento.

2.4 A existência de concepções espontâneas

Para o sociólogo francês Durkheim, a principal função do professor é formar cidadãos capazes de contribuir para a harmonia social+(Revista Nova Escola, 2003). Muitos professores trabalham com seus alunos sem se importar com seu conhecimento já existente, o que acreditamos não ser o ideal, mas, nota-se recentemente, uma tomada de consciência, por parte de alguns colegas professores, de que, é a partir do conhecimento que os alunos trazem para a sala de aula que eles entendem e apreendem o que se apresenta a eles, portanto, julgamos de extrema relevância, o professor considerar o conhecimento empírico trazido pelo aluno.

As explicações e interpretações relativos a diferentes fenômenos físicos dadas pelos alunos foram elaboradas ao longo de suas vidas. Isso significa que nem toda interpretação que um indivíduo usa para explicar uma situação e/ou fenômeno físico tem sua origem na escola. A discussão que permeia a questão da construção do conhecimento escolar é ampla, e abrange diferentes interpretações e

explicações. Este trabalho utilizou uma metodologia de ensino que, entre outras coisas, trabalha as interpretações, explicações e interações presentes no aluno, com pequenas intervenções do professor.

Salientamos a necessidade de que o professor deve procurar saber e conhecer a dificuldade dos alunos, e também, que perguntas eles possam vir a fazer, além daquelas que o professor levou os alunos a argumentar, falar, refletir individualmente e em grupo. O professor deve ajudá-los a tirar o máximo de proveito das atividades, dos diálogos e do raciocínio, é importante todos expor suas ideias, troca-las e debatê-las. Quanto mais a turma estiver envolvida na dinâmica do trabalho, mais proveitosa e significativa será a atividade.

2.5 A autonomia do aluno

O conhecimento é uma construção pessoal, isto é, cada aluno tem seu próprio modo de raciocinar, para chegar a uma conclusão. A autonomia do aluno precisa ser construída, passo a passo, além de ser respeitada, desde cedo na escola, e por isso o professor é importante nesse processo. Numa concepção construtivista as dificuldades são desafios a serem superados pelos alunos com a mediação do professor, para chegarem a um objetivo proposto.

Acreditamos que a autonomia do aluno está ligada diretamente com a liberdade concedida pelo professor no momento da aprendizagem, por isso não se deve utilizar pressões ou a garantia de prêmios àqueles que realizarem com afinco as atividades. Cabe ao professor, nesse ponto, a dura tarefa de transformar sua aula em um ambiente motivado pelo prazer, trazendo lucros ao bom relacionamento não só do professor-aluno, como do próprio aluno com outro, no sentido de que estes conseqüentemente possam aprender a colaborar, a respeitar-se entre si quando trabalham em grupo.

A realização de atividades em grupo é importante, pois ajuda na estruturação do conhecimento cognitivo dos mesmos. Essas atividades possibilitam a interação e a discussão das concepções de cada aluno, e como cada um tem seus próprios conceitos e ideias, essas concepções ao serem colocadas no grupo permite a cada aluno a reflexão sobre o seu próprio conhecimento, fazendo com que o processo de aprendizagem se torne mais significativo e todos acabam aprendendo mais.

De uma maneira geral, os acontecimentos ocorridos em sala de aula não podem ser de responsabilidade só do professor, mas é dividido com os alunos e a própria gestão escolar. Em nossa proposta o aluno será corresponsável por seu aprendizado, porque participa, constrói sua autonomia moral e intelectual para desenvolver o seu aprendizado.

A nossa sequência didática foi planejada para criar condições de aprendizagem, não dando tudo pronto, mastigado para o aluno, isso significa que o professor deixa de ser o repassador do conhecimento, e passa a ser o criador de um ambiente de aprendizagem, na tentativa de facilitar o processo de desenvolvimento intelectual do aluno. Buscando assim, preparar alunos autônomos, que saibam pensar e tomar as suas próprias decisões e estudar sozinho.

2.6 A cooperação entre os alunos

A Aprendizagem Cooperativa não é uma ideia nova em educação, mas ainda são poucos os docentes que a utilizam como estratégia na sala de aula. Para muitos professores é necessária uma sala quieta para que haja aprendizagem, é preciso haver silêncio para que os alunos possam entender o que o professor está explicando. Acreditamos que na escola, na sala de aula, deve haver tempo para a comunicação, reflexão e argumentação entre todos. Essa interação é um fator importante para o desenvolvimento dos conteúdos pedagógicos, é também na discussão com seus pares, que surgem o desenvolvimento lógico dos problemas à serem resolvidos durante uma atividade.

Em nossa proposta, favorecemos as interações sociais em um ambiente educacional, o laboratório de informática, sejam elas entre os alunos e o professor ou entre os alunos, possibilitando o diálogo, a cooperação, a troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e a divisão de tarefas de modo que o trabalho em grupo resulte na obtenção de um objetivo comum, a aprendizagem.

2.7 Avaliação

A avaliação vem sendo usada, em grande parte, como instrumento para

classificar e rotular os alunos entre os bons, os que dão trabalho e os que não têm jeito. A prova, por exemplo, muitas vezes é utilizada como uma ameaça à turma. Percebemos pela convivência com diversos docentes, que esse modelo está ficando ultrapassado, e atualmente, a avaliação está sendo vista como uma das mais importantes ferramentas à disposição dos professores para alcançar o principal objetivo da escola: fazer todos os estudantes avançarem.

Em nosso trabalho propomos um conjunto de atividades ligadas ao conteúdo Associação de Resistores, fornecendo um roteiro de atividades para o aluno como fonte de pesquisa e procedimentos para alcançar os objetivos propostos. Observamos a participação e colaboração de todos nas diversas etapas do processo. Com essas informações, elaboramos intervenções específicas para cada situação encontrada, com o objetivo de sanar toda e qualquer dúvida.

Avaliamos a atividade utilizando basicamente a intervenção pedagógica em momentos oportunos, buscando a interação com os participantes para observarmos, o conhecimento construído.

Com base em nosso ponto de vista sobre os assuntos discutidos acima e reconhecendo a escola como espaço de aprendizagem por cooperação, elaboramos e aplicamos uma proposta de ensino através de uma sequência didática com o objetivo de possibilitar que os alunos vivenciassem situações coletivas, cooperativas, de troca de experiências e a reconhecessem como relevantes para sua aprendizagem. Esperamos, ainda, constatar que atividades cooperativas trazem resultados significativos numa atividade em sala de aula e que podem ser adequadas ao conteúdo abordado pelo professor.

Capítulo 3

Transposição Didática e Informática

Atualmente a informática está presente em nossas vidas auxiliando diariamente em nossos afazeres, sejam esses pessoais ou profissionais, tudo gira em torno do uso das novas tecnologias. Os jovens têm se interessado cada vez mais por essas tecnologias, e Prensky (2001) designa os nascidos nessa época como "nativos digitais", possuindo grande habilidade em lidar com toda a parafernália tecnológica que nos cerca atualmente. E mesmo nas escolas de periferia, teoricamente de população mais carente, a maior parte dos alunos possui acesso diário a internet e a outras tecnologias da informação, como por exemplo, os smartphones.

No entanto a facilidade com que os jovens têm ao lidar com as novas tecnologias ainda não chegou às salas de aula e tem sido pouco explorada. O ensino de Ciências, em sua fundamentação, requer uma relação constante entre a teoria e a prática, entre conhecimento científico e senso comum. E o objetivo do ensino formal de Ciências na escola é fornecer aos alunos educação científica e tecnológica que permita aos mesmos uma maior compreensão do mundo contemporâneo (MENEZES, 1998). E espera-se que as práticas pedagógicas mostrem a vivência, o desenvolvimento e o entendimento da tecnologia conjuntamente com os fenômenos físicos intrínsecos ao seu funcionamento e desenvolvimento.

Mas não é isso que acontece nas salas de aula, e no caso do ensino de Física observa-se que este ainda é pautado pelas aulas magistrais com ênfase na expressão do conhecimento através da resolução de problemas e da linguagem matemática, ou seja, em geral o que se observa no Ensino de Física é a mera memorização de fórmulas aplicadas na solução de exercícios sem qualquer conexão com o cotidiano dos alunos, e sendo esses instrumentos insuficientes e limitados, o aprendizado da Física se torna algo distante da realidade. De acordo com Zanetic:

O cidadão comum costuma ver a Física como esotérica, desvinculada da vida cotidiana. Com exceção de experiências isoladas, que professores levam para suas salas de aula, decorrentes das pesquisas em Ensino de Física desenvolvidas no país, geralmente a Física é mal ensinada nas

escolas (ZANETIC, 2005, p.21).

Ainda hoje se observa em todos os níveis educacionais, do fundamental ao superior, que a característica marcante do ensino de Física, é ensinar os conceitos, leis e princípios físicos priorizando apenas o produto final da ciência, esquecendo a história de como se chegou a estes. Segundo Peduzzi (2008), o ensino de Física tem sido estruturado de forma linear, de acordo com critérios lógicos, ahistóricos e modernos, priorizando o formalismo matemático e a resolução de problemas de lápis e papel, amplamente repetidos pelos estudantes. E ao fazer isso o processo de ensino-aprendizagem de Física se torna enfadonho, levando professores e estudantes, a formarem uma imagem estereotipada, rígida e estéril do próprio conhecimento científico, na qual a associação cientista . método científico é sinônimo garantido de sucesso+ (PEDUZZI, 2008). E a imagem formada por um conjunto significativo de estudantes é de que a física não é algo a ser aprendida por meros+mortais.

De modo que existe um distanciamento entre o saber descoberto pelos cientistas e aquele que chega às salas de aula através dos materiais didáticos, sejam eles livros, apostilas, *softwares* educacionais ou qualquer outro tipo de material pedagógico. E neste contexto o professor assume um papel fundamental de intermediar a forma como esses saberes chegam à sala de aula, e principalmente desmistificar o papel do cientista, tirando-o do imaginário fantástico e mítico e tornando um ser humano falível. E principalmente o professor deve mostrar que o seu papel é proporcionar os conhecimentos básicos em Física que permita a qualquer cidadão condições de interagir com mais facilidade com o mundo tecnológico+que nos cerca atualmente.

O professor pode e deve fazer essa conversão, transformando o saber dos cientistas em saber a ensinar e posteriormente sendo passado aos alunos se tornando o saber ensinado. Segundo Ives Chevallard esse processo é denominado como *transposição didática*+ (CHEVALLARD, 2005) e para Nicolas Ballacheff é chamada de *transposição informática*+quando a estas transformações são inseridos os meios informáticos (BALLACHEFF, 1994).

3.1 A transposição didática

O termo "transposição Didática" foi introduzido pela primeira vez em 1975 pelo sociólogo Michel Verret e trabalhado posteriormente pelo matemático Yves Chevallard no seu livro *La Transposition Didatique*. Nesse livro Chevallard (2005) aborda os processos e transformações que o saber científico (saber sábio) precisa passar até chegar ao saber que se encontra nos livros didáticos (saber a ensinar) e finalmente ao saber que é passado aos alunos em sala de aula (saber ensinado).

De acordo com Domingui: "O conhecimento científico consiste em um saber sistematizado que busca explicar a ordem dos fenômenos naturais ou sociais de forma racional, produto de uma atividade metódica de investigação" (DOMINGUI, 2008, p.5). Em geral esse conhecimento é sistematizado de uma forma que dificulta a sua aplicação em sala de aula, cujos saberes escolares são o conjunto de conteúdos definidos previamente em uma grade curricular para serem cumpridos em um determinado período.

Para os conteúdos científicos (descobertos pelos cientistas) se tornarem palpáveis e compreensíveis para os estudantes é preciso que estes passem primeiro por uma modificação chegando aos livros didáticos e por fim serem ensinados em sala de aula para os alunos. Esse processo de transformação pelo qual passa o conhecimento é denominado por Chevallard (2005) de "transposição Didática":

A transposição didática é definida como um conteúdo de saber que tenha sido designado como saber a ensinar, sofre a partir de então um conjunto de transformações adaptativas que vão fazê-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que transforma de um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino, é denominado Transposição Didática (CHEVALLARD, 2005, p.45).

A transposição didática é então o processo de transformação do saber científico em um conteúdo que possa ser ensinado em sala de aula sem modificar a ideia original de modo que não sejam passadas informações erradas aos alunos. Tal processo de conversão nos encaminha ao estudo da Transposição Didática, que todo o professor de alguma forma realiza, no esforço de possibilitar ao aluno a apropriação e a reconstrução daquele saber.

Segundo Polidoro e Stigar (2010), "O termo transposição didática reflete a existência de uma diferença entre o saber científico e o saber ensinado, que possui

funções distintas e nem sempre são evidenciadas nas análises sobre a dimensão cognitiva do processo de ensino e aprendizagem. Conhecimento e informações científicas quando surgem novas descobertas, não estão aptos a ser ensinado aos alunos, por isso, esse conhecimento deve passar por uma transformação a fim de que se torne palpável a ser ensinado pelo professor e a ser também aprendido pelos estudantes.

Segundo Domingui (2008), desconhecer ou ignorar a transposição didática presente nos livros é preconizar que o que está nos livros didáticos é uma apresentação fiel dos conhecimentos desenvolvidos pelos cientistas, o que não é uma verdade.

O saber escolar abordando o conhecimento científico, leva em consideração também os métodos de ensino para cada disciplina. Além disso, o que se ensina e se aprende na escola não é propriamente o conhecimento científico, porém, é uma porção dele já transformada em saber escolar. Cabe ao professor a tarefa de escolher se vai seguir o livro didático e confiar na transposição didática do autor, ou se além do livro didático vai incrementar a sua própria transposição, transformando e decodificando os conteúdos de acordo com a realidade de seus alunos.

Segundo Domingui,

O conhecimento científico é organizado na forma de conteúdos escolares, didaticamente elaborados para permitir sua transmissão por parte do professor e uma possível assimilação por parte do aluno. Os conteúdos são um conjunto de saberes que o contexto social vigente compreende como necessário a serem transmitidas às novas gerações (Domingui, 2008, p.2).

Os saberes escolhidos dentro dos vários campos da ciência para formar um aglomerado de conhecimentos, o currículo, a serem transmitidos igualmente a todos os alunos da rede de ensino, passam por uma modificação onde é empregada uma linguagem de fácil assimilação pelos alunos (DOMINGUI, 2008).

Segundo Pinho Alves:

A transposição didática, que transforma o saber sábio em saber a ensinar, é decidida pelos componentes de sua esfera, cuja interação entre seus personagens é de ordem mais política, mais ampla. É entendida como uma transposição externa e segue regras que se estabeleceram com o tempo, de maneira mais rígida. Já a transposição didática que transforma o saber a ensinar em saber

ensinado ocorre no próprio ambiente escolar, e pode ser entendida como uma transposição interna (PINHO ALVES, 2000, p.50).

A pesquisa em Física induz a um Ensino de Física que deva, a princípio, ser sua própria imagem e semelhança. A partir disso, ideias, conceitos, teorias são, então, transpostas para os programas escolares e materiais didáticos. No entanto, o conhecimento acadêmico deve ser adaptado ao ambiente das salas de aula. A conversão desses conteúdos significa a seleção e adequação conforme o cotidiano de cada escola e dos alunos para os quais serão ministrados, para garantir que haja uma transmissão de conhecimento.

O conhecimento para chegar a sala de aula e ser repassado para os alunos necessita passar por transformações, a maioria dos conceitos apresentados aos alunos tem pouco, ou, as vezes, nenhum significado para eles. Dessa forma, aquilo que lhes é ensinado difere totalmente do que vivenciam fora da escola, raramente conseguem aplicá-los em qualquer outra situação que não sejam aquelas fornecidas dentro da sala de aula. Mas atualmente através de estratégias e metodologias adequadas é possível relacionar os conteúdos programáticos ao cotidiano dos alunos, em especial utilizando laboratórios virtuais. Quando esse entendimento é transmitido pelo professor aos alunos utilizando tecnologias como os simuladores educacionais, este conhecimento também necessita passar por adequações, a chamada transposição informática.

3.2 A transposição informática

A inevitabilidade de alcançar novos saberes para entender, desvendar e agir numa realidade em constante mudança confirma a importância de se utilizarem meios para obter rapidamente as informações e torná-las disponíveis para o maior número possível de pessoas. Nesse sentido, uma das maneiras que a escola possui como importante instrumento para a difusão do saber são os objetos virtuais de aprendizagem, os simuladores virtuais.

Hoje a maioria das escolas possui laboratório de informática com acesso à internet, essas ferramentas são importantes na medida em que tenham qualidade pedagógica em sua transposição didática, e pode contribuir para melhorar o ensino se forem utilizados de modo a garantir que os conteúdos abordados sejam

coerentes e não ultrapassados, que os métodos e estratégias sejam adequados às características dos alunos e que objetivos propostos sejam plausíveis de serem alcançados. De forma que os simuladores virtuais poderão contribuir bastante para a apropriação de conteúdo, permitindo ao aluno aprender de forma interativa, lúdica e criativa, podendo dinamizar e estimular o ensino, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Os alunos, integrados em mundo digital desde cedo, chegam às salas de aula com uma experiência de horas de internet, videogame e mídias digitais. Isso, de certo modo, dificulta a ação educadora dos professores. Nós educadores, não podemos mais utilizar as mesmas estratégias de ensino que eram utilizadas no passado, é preciso modificar as ferramentas e assumir uma função de agente transformador.

Da mesma forma como a transposição didática de Chevallard, um novo paradigma para a didática da educação é o uso do computador em sala de aula. Com vista a esse problema Ballacheff (1994) propõe uma teoria para analisar estas mudanças, analogamente à transposição didática. E de acordo com Fiolhais e Trindade: "O computador permite novas situações de aprendizagem ao propiciar aos alunos a realização de medições de grandezas físicas em tempo real que lhes fornecem respostas imediatas a questões previamente colocadas" (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003, p. 10).

Os recursos digitais para serem utilizados em sala de aula necessitam primeiramente passarem por uma transformação e se tornarem um saber que possa ser ensinado por meio de simulações computacionais, por exemplo.

Segundo Guimarães (2012), "o uso de tecnologias para o ensino e aprendizagem tem apresentado muitos benefícios, porém, deve-se ressaltar que a intervenção do professor é considerada ação indispensável para que a atividade apresente resultados satisfatórios". Para a autora a transposição informática é caracterizada como:

(...), a transposição informática é a modelagem dos saberes científicos conforme as exigências específicas dos meios digitais. É o processo em que o saber sábio, tido como referência, passa pelo processo de modelização informatizada, se constituindo como saber implementado, e é encaminhado ao educando como saber ensinado (GUIMARÃES, 2012, p. 7).

E continua:

A transposição informática - quando modifica o *saber a ensinar*, através das ferramentas virtuais, em *saber implementado* (adaptado para a informática), que por sua vez, é novamente modificado e passa a ser *saber ensinado* (transposição didática), conforme as exigências do cotidiano escolar - admite uma linguagem própria, resultando, então, em um saber compreendido e executável para e pelo aluno (GUIMARÃES, 2012, p.11).

Existe uma relação de ideias entre a transposição didática e a transposição informática. Assim, os *simuladores de experimentos* devem ser construídos com um propósito didático-pedagógico, objetivando transformar o conhecimento científico em saber ensinado para que o aluno possa aprender. De acordo com Medeiros e Medeiros,

As simulações podem ser vistas como representações ou modelagem 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 (MEDEIROS E MEDEIROS, 2002, p.79).

A transposição informática é, portanto, a modificação pelo qual determinado conteúdo passa para ser transformado em um software educacional que possa ser empregado em sala de aula pelos professores como uma ferramenta para o ensino-aprendizagem.

E nesse sentido buscamos objetos virtuais de aprendizagem que possibilitasse a discussão dos conteúdos programáticos de associação de resistores, por acreditar que a complementação ou substituição da aula expositiva de física, o que geralmente ocorre em sala de aula, com uma aula em um laboratório de Informática pode ser fator de motivação para os alunos.

Capítulo 4

Simulação e Interatividade

O mundo em que vivemos está em constante mudança, e para o sujeito conseguir viver plenamente é preciso que ele se modernize, tornando-se aberto a receber e interagir com novos saberes que surgem a cada dia. Mas enquanto a sociedade se transforma e atualiza o ensino continua tradicional e por vezes pouco motivador.

O educador geralmente utiliza apenas quadro e giz como instrumentos de ensino e muitos são aqueles que dedicam grande parte do tempo para solucionarem exercícios cuja finalidade é essencialmente aplicação de fórmulas, fazendo com que a Matemática seja uma ferramenta essencial no desenvolvimento da Física+ (MEDEIROS E MEDEIROS, 2002, p.78).

Como consequência observa-se que muitos estudantes não conseguem relacionar os conceitos físicos com a sua realidade cotidiana. Para mudar essa forma de ensino é preciso atualizar as estratégias e as metodologias utilizadas nas aulas de Física, procurando uma aula diferente que chame a atenção dos alunos e que esteja inserida na rotina diária dos estudantes, como os recursos computacionais.

Uma maneira interessante e de grande proveito para explicar os fenômenos físicos são novas tecnologias, como as simulações. A essas novas tecnologias também estão relacionados os conceitos de interatividade que será discutido no transcurso deste capítulo.

4.1 Simulação

Medeiros e Medeiros (2002) descrevem que a Física trabalha conteúdos envolvendo materiais que, quase sempre, estão fora do alcance dos sentidos do ser humano tais como partículas subatômicas, corpos com altas velocidades e processos dotados de grande complexidade+, e como a física exige um alto grau de abstração para imaginar e entender esses fenômenos isso faz com que os alunos não gostem da disciplina, muitas vezes pela dificuldade de compreensão.

No sentido de buscar mostrar essas situações algumas literaturas trazem gravuras e até mesmo fotos para representá-las, todavia isso não é suficiente para que ocorra a compreensão do aluno, seja devido à complexidade da representação de certos fenômenos físicos, seja em muitos casos ao fato da representação conter erros conceituais nas imagens. Alguns docentes tentam ainda imitar essas situações complexas em forma de desenhos no quadro negro, mas além de difíceis de desenhar esse trabalho requer muito tempo e maestria e acaba tomando grande parte da aula e muitas vezes o resultado é um desenho que confunde ainda mais os alunos.

Para alguns autores as simulações e animações em Física seriam a saída para esta dificuldade, pois elas, como defende Valente (1993), oferecem a possibilidade de o aluno desenvolver suposições, verificá-las, analisar resultados e refinar conceitos. A simulação é um instrumento eficaz que objetiva levar ao aprendiz a visualização e manipulação de algumas situações que não seriam possíveis acontecerem no mundo real. O uso das simulações em Física como estratégia de ensino nas escolas traz uma série de vantagens como tem sido muito discutido na literatura (MARTINS, FIOLEAIS E PAIVA, 2003; MEDEIROS E MEDEIROS, 2002; HEINECK, VALIATI E ROSA, 2007).

Um grande número de simulações pode ser achado de forma gratuita na internet para serem utilizadas como ferramenta de ensino. As simulações são exibidas como simplificações de conceitos abstratos ou obscuros. Sem a colaboração das simulações o professor teria complicação em fazer com que o aluno consiga visualizar esses conceitos.

Além de tudo, as simulações expressam interatividade entre elas e os estudantes que através das opções disponibilizadas, podem controlar os efeitos almejados no conteúdo que está sendo abordado. Assim se está sendo trabalhado, por exemplo, o conceito de campo elétrico, uma dada simulação poderá oferecer ao usuário as opções de mostrar ou não as linhas de campo, e ainda mostrar a carga de prova negativa ou positiva, à escolha do usuário.

Esses recursos digitais podem ser de grande utilidade para professores e alunos desde que sejam trabalhadas de forma racional com o conteúdo apresentado e também os professores ou orientadores devem ter uma boa noção de informática para saber utilizar e manipular o software e dessa maneira orientar seus alunos para

o trabalho com o mesmo.

Além de apresentarem muitos pontos favoráveis, a simulação também expõe algumas desvantagens como relata Medeiros e Medeiros (2002). Há um grande risco implícito na adoção acrítica das simulações no ensino da Física, pois elas apresentam certas desvantagens, algumas vezes negligenciadas. Seria primordial notar-se que um sistema real é frequentemente muito complexo e as simulações que o descrevem são sempre baseadas em modelos que contêm, necessariamente, simplificações e aproximações da realidade (MEDEIROS E MEDEIROS, 2002, p.80)

Medeiros e Medeiros (2002) atentam ainda ao fato de que as modernas técnicas computacionais têm tornado as exposições visuais e simulações computacionais acessíveis e realmente espetaculares. No entanto, isso tem feito com que os *softwares* apresentem carência na apresentação de pequenos detalhes que algumas vezes são essenciais no ensino-aprendizagem de um dado conteúdo.

As simulações são ferramentas úteis tanto para professores quanto para alunos, mas estes devem ter discernimento que essas animações e simulações não são a realidade, mas apenas uma representação do real, e se isso não estiver claro para professores e alunos podem ocorrer uma distorção de conhecimento.

Tomando por base as vantagens e as desvantagens do uso das simulações no ensino de Física, podemos relatar que essa tecnologia tem um poder educacional considerável quando se é utilizada por um docente que tenha o cuidado de optar por um simulador educacional adequado para sua aula e que verifique os erros que possivelmente a simulação possa conter, motivando assim o aluno a pensar nos fenômenos físicos como parte do seu dia-dia.

O uso do simulador Phet como tema de dissertação de mestrado em ensino de Física é encontrada, por exemplo, em Miranda (2013). Esse trabalho apresentou uma sequência didática sobre Física Ondulatória, construída a partir das simulações disponibilizadas pela Universidade do Colorado (PhET . *Physics Interactive Simulations*). A abordagem metodológica se baseia na Aprendizagem Significativa de Ausubel e no Método Colaborativo Presencial de Moreira. A sequência foi aplicada em aulas de Física de duas distintas turmas do Ensino Médio que utilizam como material didático as apostilas do Sistema Anglo de Ensino. Todas as atividades foram construídas apoiadas em três momentos distintos: preliminar, interação e desfecho planejado para aulas duplas de 45 minutos cada.

Macedo, Dickman e Andrade (2012) relatam em seu trabalho o processo de elaboração e aplicação de um Roteiro de Atividades, dirigido a professores do Ensino Médio, no qual são utilizadas simulações computacionais para o ensino de temas selecionados de Eletromagnetismo. As atividades foram desenvolvidas com base nos momentos pedagógicos de Delizoicov: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. O Roteiro de Atividades é constituído por treze atividades sobre Circuitos Simples e oito atividades sobre Ímãs, Corrente elétrica e Indução eletromagnética. As atividades utilizam as simulações Kit para Construção de Circuitos (KCC) e Laboratório de Eletromagnetismo, ambas desenvolvidas pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET) da Universidade do Colorado e disponíveis gratuitamente *online*. O roteiro desenvolvido para introduzir o tópico Condutores e isolantes foi aplicado a uma turma do terceiro ano do Ensino Médio.

4.2 Interatividade

Com o progresso da informática nas últimas décadas as pessoas, particularmente os jovens, estão cada vez mais estimuladas a usarem essas novas tecnologias. Muitos destes equipamentos oferecem acesso diário à internet e também às tecnologias que se utilizem dela. De modo que hoje as pessoas podem ficar conectadas e acompanhar o acontece no mundo todo em tempo real.

A cada momento aparece no mercado uma nova tecnologia, seja ela um game, um computador, um celular ou um tablets, essas inovações trazem um leque de opções aos usuários, sendo possível uma comunicação quase instantânea com outras pessoas, além de inúmeros aplicativos. Os celulares nos dias de hoje funcionam como pequenos computadores, tendo a maioria as funções de um.

Os indivíduos preocupam-se cada vez mais com a comunicabilidade, mas não querendo somente assistir a um programa de TV, por exemplo, querem poder assistir e ao mesmo tempo participar e modificar o rumo dos acontecimentos, ou seja, procuram interação.

A interatividade é empregada muitas vezes como recurso em propagandas de certos artefatos e de acordo com Silva: vivemos a transição do modo de comunicação massivo para o interativo. Um processo em curso de reconfiguração

das comunicações humanas em toda sua amplitude+(SILVA, 2001, p. 1).

Interatividade é a palavra utilizada para designar um espaço que permita ao usuário uma intervenção por meio de mecanismos que modifique o conteúdo apresentado. Silva (2001) cita os games avançados como uma forma interativa entre game e jogador, sendo que esses jogos possibilitam ao usuário tomar decisões ao longo da partida e ainda criar algumas situações em tempo real que influenciará diretamente no resultado do game.

A ausência de relação e interação em sala faz com que prevaleça a baixa participação dos alunos nas aulas, descreve Silva sobre a interatividade em sala de aula, ele relata:

Na sala de aula presencial prevalece a baixa participação oral dos alunos e a insistência nas atividades solitárias. Na educação à distância, via TV, o perfil comunicacional da %elessala+ou da %eleaula+se mantém em grande parte centrado na lógica da distribuição, na transmissão massiva de informações ou %onhecimentos+. E via internet, os sites educacionais continuam estáticos, subutilizando a tecnologia digital, ainda centrados na transmissão de dados, desprovidos de mecanismos de interatividade, de criação coletiva (Silva, 2001, p. 3).

Silva (2001) transcreve que para haver interatividade são indispensáveis duas condições essenciais que são a %Dialógica+que tem o papel de mediar o envio e o recebimento da mensagem e a %Intervenção+que permite que o indivíduo produza mudanças na mensagem que por sua vez permita essas alterações e intervenções. Assim as pessoas deixam de ser um simples ouvinte e se tornam um modificador de informações ou conhecimento. A esse respeito Silva diz que:

Um novo cenário comunicacional ganha centralidade. Ocorre a transição da lógica da distribuição (transmissão) para a lógica da comunicação (interatividade). Isso significa modificação radical no esquema clássico da informação baseado na ligação unilateral emissor-mensagem-receptor: O emissor não emite mais no sentido que se entende habitualmente, uma mensagem fechada, ele oferece um leque de elementos e possibilidades à manipulação do receptor. A mensagem não é mais "emitida", não é mais um mundo fechado, paralisado, imutável, intocável, sagrado, ela é um mundo aberto, modificável na medida em que responde às solicitações daquele que a consulta. O receptor não está mais em posição de recepção clássica, ele é convidado à livre criação, e a mensagem ganha sentido sob sua intervenção (SILVA1998).

Quando abandonamos o papel de ouvinte e tornamos um modificador ou interventor de saberes, estamos abertos a novas informações e conhecimentos.

4.3 Simulação: opção para uma aula interativa

As escolas não estão seguindo o progresso tecnológico comunicacional, sendo que desde a antiguidade a escola baseia seu ensino apenas na explanação do professor, ou seja, os alunos ouvem e tentam memorizar o que é dito, e onde em geral o professor apenas reproduz o que está no livro texto. A participação dos estudantes nesse modelo de aula é bastante precária, pois nem sempre são motivados a participar efetivamente da aula. Uma aula é construída com professores e alunos, durante sua própria realização, sendo assim, o aprendizado só ocorrerá quando tivera cooperação efetiva dos alunos nesta construção. Sem a participação dos alunos, o professor se torna um mero transmissor do conhecimento.

Na procura por uma nova opção de aula, com uma maior colaboração dos alunos e que chame a atenção deles, o professor pode indicar algumas situações reais que motivem o estudante a criar uma solução e ao mesmo tempo começar a participar da aula, tentando envolver os estudantes em questões que os faça buscar as respostas compatíveis deixando seu posto de ouvinte e começando uma participação efetiva na aula. Mas nem sempre estas situações indicadas pelo professor são suficientes para prender a atenção dos alunos, ainda mais quando se trata de conteúdos como a Física.

Uma excelente metodologia para essas aulas é a internet, pois está presente no cotidiano e na vida dos estudantes e apresentam uma visível interatividade. Nela o usuário pode ouvir, ver, ler, gravar, voltar, ir adiante, selecionar, tratar e enviar qualquer tipo de mensagem para qualquer lugar+(SILVA, 2001, p. 2).

As ferramentas digitais encontradas gratuitamente na internet são sugestões interessantes devido a relação gerada entre *software* e usuário. Diferente das animações que o usuário é o telespectador assistindo ao que lhe é oferecido, as simulações geram uma interação, possibilitando ao usuário manipular os dados, modificando os resultados gerados pelo *software*, e assim fazer análises do conteúdo que está sendo ministrado. Isto é, o *software* oferece ao aluno uma série de possibilidades que podem ser mudadas de forma adequada aos ensinamentos do professor. Assim, acreditamos que submeter os alunos a experiência com simuladores através de uma sequência didática pode complementar e melhorar o aproveitamento do conteúdo exposto na sala de aula.

Capítulo 5

Discussão e análise da utilização da sequência didática proposta

Uma característica marcante da sociedade contemporânea é o desenvolvimento científico e tecnológico, e nesse sentido o aprendizado da Física é de extrema importância para a formação da cidadania, pois possibilita ao indivíduo o acesso a conhecimentos fundamentais para sua atuação plena e consciente na sociedade. E nessa sociedade muito competitiva, a utilização de ferramentas modernas contribui para integrar pessoas do mundo todo, oferecendo novas oportunidades de aprendizagem. E nesse sentido as escolas devem se modernizar e democratizar na sala de aula o acesso às novas tecnologias educacionais, que utiliza ferramentas cada vez mais modernas. E nesse contexto tem crescido a produção e o uso de materiais didáticos virtuais de apoio à aprendizagem, conhecidos como Objetos Virtuais de Aprendizagem (OA). Esses materiais são bastante úteis no ensino de Física, pois possibilita a simulação, visualização e manipulação dos fenômenos físicos em situações virtuais que simulam as situações reais, mesmo longe de modernos laboratórios, tornando a aprendizagem mais significativa.

Esse trabalho apresenta uma sequência didática sobre Associação de Resistores, que foi construída utilizando simulações disponibilizadas pela Universidade do Colorado (PhET . *Physics Interactive Simulations*).

As atividades foram desenvolvidas com a única turma de 3º ano do ensino médio matutino do Colégio Estadual Edmundo Rocha, na cidade de Goiânia, na qual ministramos a disciplina de Física, essa sala possui 23 alunos frequentes. Embora essa instituição esteja localizada na periferia da cidade, em relação as outras Escolas e Colégios de bairros próximos, ela se destaca pela estrutura e qualidade do ensino, além de assumir uma postura firme com relação a indisciplina. Acreditamos que, por tais características e de ministrarmos aula no período matutino, temos os melhores alunos da região.

No entanto, mesmo com esses alunos, percebemos por experiência, as dificuldades que estes apresentam em relação à aprendizagem da Física. Pelo convívio constatamos problemas com relação ao desenvolvimento dos cálculos,

dificuldades na interpretação dos enunciados dos problemas e da teoria requerida na solução destes, e em alguns casos, dificuldades de se relacionar a teoria estudada com as situações cotidianas. Nessa turma ministramos duas aulas seguidas, de 50 minutos cada, por semana.

No estado de Goiás as aulas de Física são desenvolvidas utilizando como material didático as apostilas desenvolvidas pela Secretaria de Educação, Cultura e Esporte do estado (SEDUCE-GO). Dividimos nossa sequência em 3 momentos, trabalhamos em cada momento, respectivamente, os conteúdos: Associação de Resistores em Série, Associação de Resistores em Paralelo e Associação de Resistores Mista. Como em nossa apostila, de uso obrigatório, não trabalha os conteúdos sobre a Associação de Resistores Mista, nós a realizamos de forma opcional, ou seja, o aluno não tinha a obrigação alguma, nessa parte da sequência didática em realiza-la. Segue link de parte da apostila que trata do assunto mencionado: <http://1drv.ms/1NF0xSQ>.

5.1 Aplicação da sequência didática

Nossas atividades foram todas realizadas no laboratório de informática do Colégio, onde optamos por trabalhar em duplas para incentivar a interação e a colaboração entre os alunos. Iniciamos nosso trabalho deixando claro para os alunos que a finalidade da atividade como um todo seria de demonstrar através de um objeto de aprendizagem (simulador PhET) as propriedades envolvidas na Associação de Resistores, e que todo o processo necessário para atingir esses objetivos, estavam descritos no roteiro do aluno entregue a eles.

Aplicamos a sequência didática aos alunos e avaliamos sua eficácia de forma qualitativa, tanto pela observação da reação e comentários dos alunos durante a realização das atividades quanto pelas respostas aos questionários respondidos pelos alunos, o que permitiu vislumbrar as suas perspectivas em relação às atividades propostas. Os dados coletados nos questionários das atividades 1 e 2, estão dispostos na sequência do texto.

Salientamos que os dados obtidos na atividade 3 não foram analisados, pois esta foi realizada de forma opcional por não fazer parte do conteúdo a ser estudado na apostila fornecida pela Secretaria de Educação de Goiás.

Ao final de cada atividade trabalhamos a resolução de todos os questionários colocados no roteiro entregue aos alunos. Resolvemos pessoalmente todas as questões, explicando, enfatizando e discutindo as dúvidas com relação aos conceitos e propriedades envolvidas.

Buscamos resolver essas questões sempre com a ajuda dos alunos, salientando as propriedades estudadas, e somente em último caso, intervínhamos com uma resposta pronta elaborada pelo professor.

5.2 Desenvolvimento da atividade 1: A Associação De Resistores Em Série

Antes de começarmos a atividade, deixamos claro para os alunos, que ao final desta, os objetivos propostos deveriam ser atingidos, e que eles não poderiam perder, durante a execução da proposta, o foco desses objetivos.

Segue abaixo o roteiro de atividades que foi entregue aos alunos com alguns comentários e apontamentos que julgamos pertinentes. Começamos com as aulas onde discutimos Associação de Resistores em Série.

5.2.1 Desenvolvimento da atividade 1 É construção de uma associação de resistores em série

1 - INTRODUÇÃO

Associar resistores em série significa ligá-los em um único trajeto, ou seja:



Como existe apenas um caminho para a passagem da corrente elétrica esta é mantida por toda a extensão do circuito. Já a diferença de potencial entre cada resistor irá variar conforme a resistência deste, para que seja obedecida a 1ª Lei de Ohm, assim:

$$U_1 = R_1 \cdot i$$

$$U_2 = R_2 \cdot i$$

$$U_3 = R_3 \cdot i$$

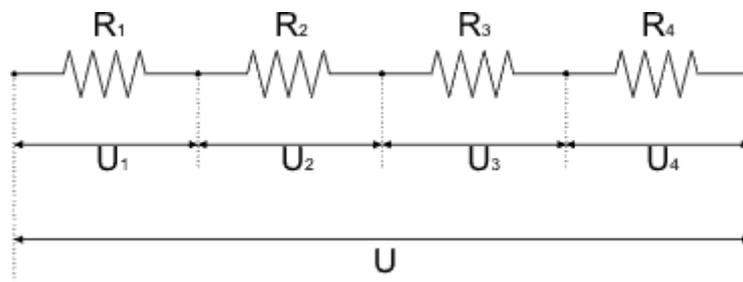
$$U_4 = R_4 \cdot i$$

.

.

$$U_n = R_n \cdot i$$

Esta relação também pode ser obtida pela análise do circuito:



Sendo assim a diferença de potencial entre os pontos inicial e final do circuito é igual à:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

$$U = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i + \dots + R_n \cdot i$$

Analisando esta expressão, já que a tensão total e a intensidade da corrente são mantidas, é possível concluir que a resistência total é:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Ou seja, um modo de se resumir e lembrar-se das propriedades de um circuito em série é:

Tensão elétrica (ddp) (U)	se divide
Intensidade da corrente elétrica (i)	se conserva
Resistência elétrica total (R)	soma algébrica das resistências em cada resistor.

Siga os procedimentos abaixo, com imagens, para construir um circuito elétrico com uma associação de resistores em série. Ao final dessa atividade você deve atingir os objetivos descritos a seguir.

2 . OBJETIVOS:

Essa atividade visa verificar as propriedades da Associação de Resistores em Série, que determina que:

- A tensão elétrica total é igual a soma das tensões elétricas em cada um dos resistores elétricos.
- A corrente elétrica é a mesma em cada parte da associação.
- A resistência total ou equivalente é igual a soma das resistências individuais de cada resistor.

3 . PROCEDIMENTO

Para atingir os objetivos acima você simulará no objeto virtual de aprendizagem *PhET* a construção e o funcionamento de um circuito elétrico onde os resistores são associados em série. Inicialmente abra o simulador *PhET* ^{Kit} de Construção de Circuito (DC)+ que está instalado na área de trabalho do computador, e siga os passos descritos abaixo.

Antes de iniciar as atividades deixamos previamente instalados em todos os computadores o software utilizado, e testamos o seu funcionamento realizando o processo de montagem de uma Associação de Resistores qualquer. Optamos por fazer assim, com o intuito de sanar todas as dificuldades de manipulação, manuseio

e entendimento do simulador utilizado na atividade, dentro do laboratório de informática da escola.

Inicialmente explicamos como seria realizada a atividades e como usar o simulador *PhET*. Aproveitamos esse momento para mostrar para a turma a possibilidade de alterar valores de resistência e tensão elétrica, da mesma forma, mostramos a utilização do amperímetro e do voltímetro digital, juntamente com os possíveis tipos de ligações de resistores oferecidos pelo objeto de aprendizagem.

A partir desse momento pedimos para que a turma continuasse seguindo o roteiro da sequência didática sem a intervenção direta do professor, mais se alguma dúvida surgisse, estaríamos a disposição para saná-la.

Enfatizamos que atividade era em grupo e que a comunicação entre eles estava permitida, inclusive para tirarem dúvidas com relação a qualquer parte da atividade proposta.

3. Alinhe as três lâmpadas conforme a figura abaixo:



Figura 5.1 - Montagem da associação em série.

4. Conecte as lâmpadas com os cabos de ligação (observe o esquema abaixo).

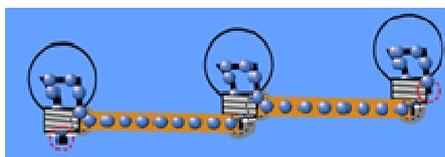


Figura 5.2 . Ligação dos cabos.

5. Ligue os terminais da fonte aos terminais livres das lâmpadas, montando em definitivo a associação de resistores em série.

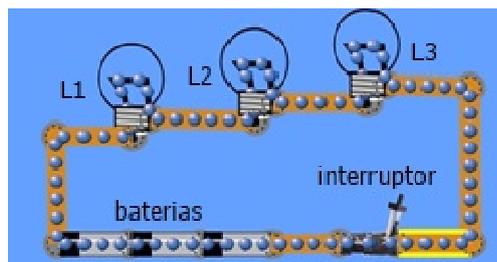


Figura 5.3- Associação em Série montada.

Nesse ponto do nosso trabalho, deixamos claro uma das formas de se identificar uma Associação em Série de Resistores, onde salientamos aos alunos observar que no circuito montado a corrente elétrica, representada pelas bolinhas azuis, só tinham um único percurso possível no circuito.

Percebemos que os alunos manipulam o computador e o simulador utilizado sem dificuldades. Aproveitamos o momento para esclarecer novamente a forma de manuseio do amperímetro digital e voltímetro disponíveis no objeto de aprendizagem. E enfatizamos a necessidade da numeração das lâmpadas, de acordo com a figura 5.3 acima, para que não houvesse confusão no momento das medições elétricas.

4 É COLETA DE DADOS

Com o circuito montado, inicie o processo de medição e coleta de dados preenchendo a tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Medidas dos valores de tensão, corrente e resistência numa Associação em Série.

<u>Tensão elétrica (V)</u>	<u>Corrente elétrica (A)</u>	<u>Resistência elétrica (ohms)</u>
$V_{total} =$	$i_1 = i_2 = i_3 = i_{total} =$	$R_{total} = V_{total} / i_{total} =$
$V_1 =$	$i_1 =$	$R_1 = V_1 / i_1 =$

$V_2 =$	$i_2 =$	$R_2 = V_2/i_2 =$
$V_3 =$	$i_3 =$	$R_3 = V_3/i_3 =$
$V_{total} = V_1+V_2+V_3 =$	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	$R_{total} = R_1+R_2+R_3 =$

Tente relacionar os dados obtidos na tabela 5.1, com os objetivos propostos acima, se tiver dificuldades peça ajuda ao professor. Para obter os dados siga os seguintes passos:

4.1 - Inicialmente meça a tensão elétrica total que alimenta a associação e a tensão elétrica individual de cada um dos resistores (lâmpadas). As próximas figuras mostram como é obtida a tensão elétrica total e a tensão elétrica em cada lâmpada.

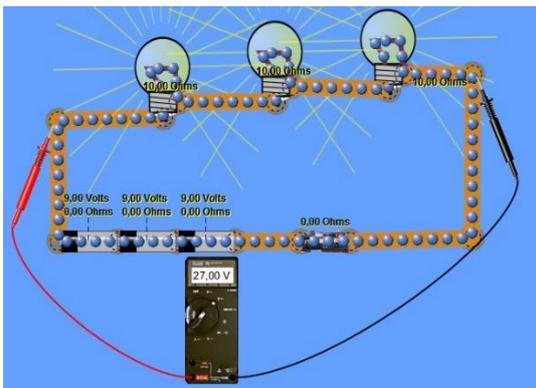


Figura 4 - Tensão elétrica total.

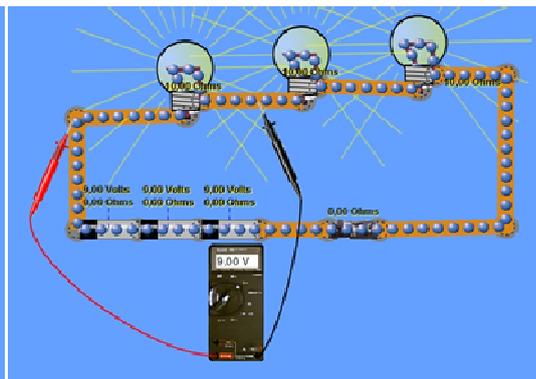


Figura 5 - Tensão elétrica na lâmpada 1.



Figura 6 . Tensão elétrica na lâmpada 2.

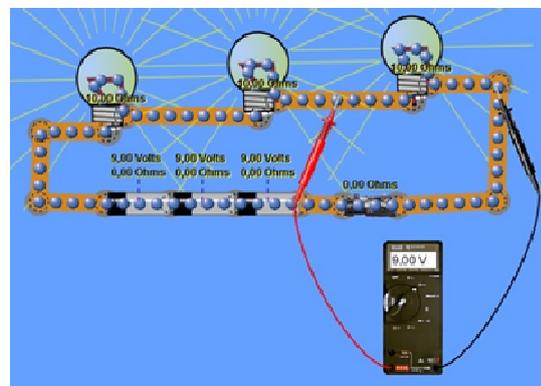


Figura 7 . Tensão elétrica na lâmpada 3.



Figura 8 - Alunos medindo a tensão elétrica em vários pontos da Associação em Série

4.2 . Em seguida meça as correntes elétricas em diferentes pontos da associação. Use o amperímetro digital para medir a corrente elétrica total do circuito e também em cada resistor (lâmpada). Veja o procedimento nas figuras abaixo.

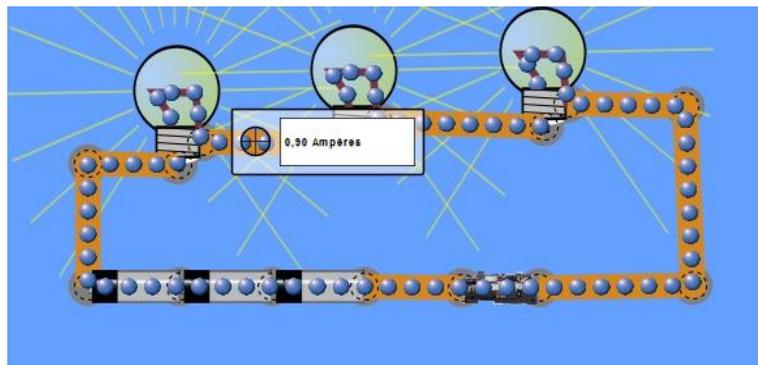


Figura 9 - Corrente elétrica na lâmpada 1.

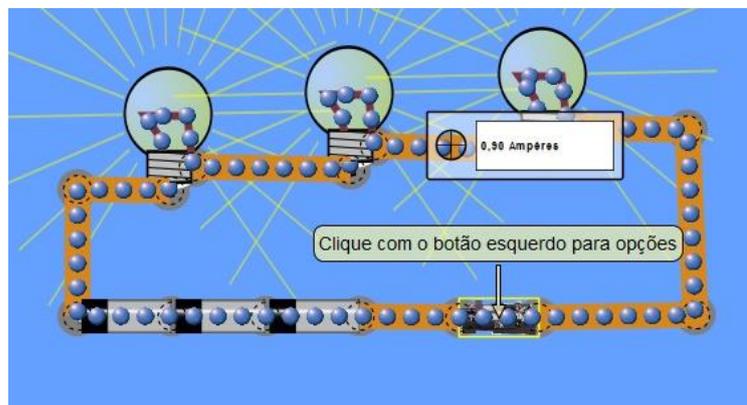


Figura 10 - Corrente elétrica na lâmpada 2.

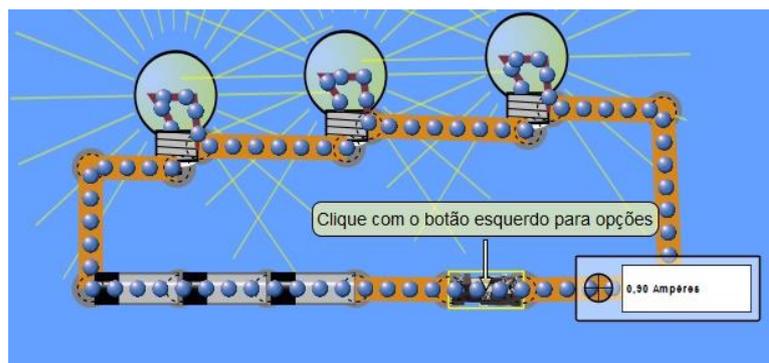


Figura 11 - Corrente elétrica total ou corrente na lâmpada 3.

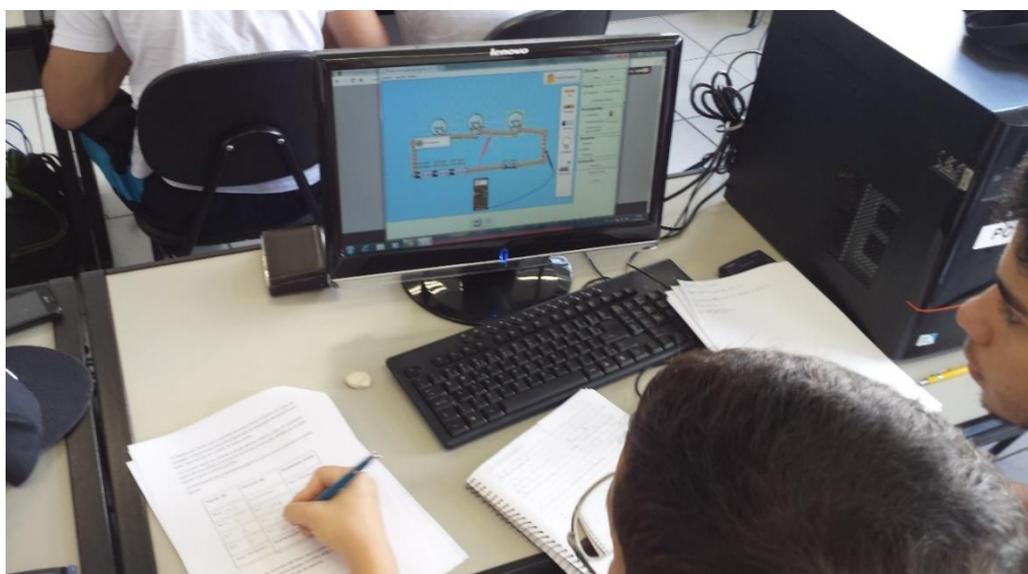


Figura 12 . Alunos medindo corrente e tensão elétrica no simulador.

Aqui, pedimos para que observassem os valores medidos da corrente elétrica em vários pontos.

4.3 - Obtidos os dados, analise os resultados e verifique se você atingiu os objetivos propostos. Para isso resolva as atividades propostas a seguir e utilizando o simulador construa outros circuitos de resistores associados em série.

Com o preenchimento dos dados da tabela, acreditamos que todas as características e propriedades da Associação em Série de Resistores ficaram evidentes. Ao final das medidas de tensão elétrica, os alunos, com a ajuda do professor quando necessário, chegaram à conclusão de que a tensão elétrica total é igual a soma das tensões elétricas em cada uma das lâmpadas do circuito.

Da mesma forma, com o preenchimento dos valores da corrente elétrica, os

alunos chegaram à conclusão de que a corrente elétrica na Associação de Resistores em Série é a mesma em qualquer parte do circuito.

Durante a análise realizada ao término dos cálculos da terceira coluna da tabela 1, os alunos, através da primeira lei de Ohm, concluíram que a resistência elétrica total ou equivalente, é igual a soma das resistências elétricas envolvidas no circuito em Série.

Ficamos atentos nesse ponto da atividade, no sentido de verificar, grupo por grupo, se tais características foram assimiladas, tendo em vista que se tratava dos objetivos da atividade 1. Abaixo são mostradas uma das tabelas obtidas pelos alunos durante o desenvolvimento dessa atividade.

Tabela 5. 2 . Medidas dos valores de tensão, corrente e resistência numa Associação em Série, preenchida por um dos grupos.

Tensão (V)	Corrente (A)	Resistência (ohms)
V_{total} 27 V	$I_1 = I_2 = I_3 = I_{total} =$ 0,90 Amps	$R_{total} = V_{total}/I_{total} =$ 30 Ohms
$V_1 = 9 V$	$I_1 =$ 0,90 Amps	$R_1 = V_1/I_1$ 10 Ohms
$V_2 = 9 V$	$I_2 =$ 0,90 Amps	$R_2 = V_2/I_2 =$ 10 Ohms
$V_3 = 9 V$	$I_3 =$ 0,90 Amps	$R_3 = V_3/I_3 =$ 10 Ohms
$V_{total} = V_1 + V_2 + V_3 =$	XXXXXXXXXXXXXXXX	$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3$ 30 Ohms

Após o preenchimento da tabela 5.1, pedimos aos alunos que respondessem o questionário da sequência didática, com perguntas relacionadas com as características estudadas na Associação em Série de Resistores.

Damos a opção de resposta no próprio roteiro de atividade, ou em um formulário online, elaborado e publicado no site do Colégio, no qual continha as mesmas questões encontradas no roteiro dos alunos, com o acréscimo de alternativas em algumas questões.

Pedimos para que os alunos respondessem de preferência as questões no

formulário on-line, optamos por fazer dessa forma, tendo em vista a possibilidade da análise instantânea de gráficos e porcentagem das alternativas marcadas pelos alunos em cada questão. As figuras a seguir mostram os alunos realizando essa atividade. Segue abaixo o link do resumo das respostas obtidas na aplicação de nossa sequência didática:

https://docs.google.com/forms/d/1sI56HjOQOEZppeKHr1jVIU_54stJQ767GbM0vhBIUrW/viewanalytics

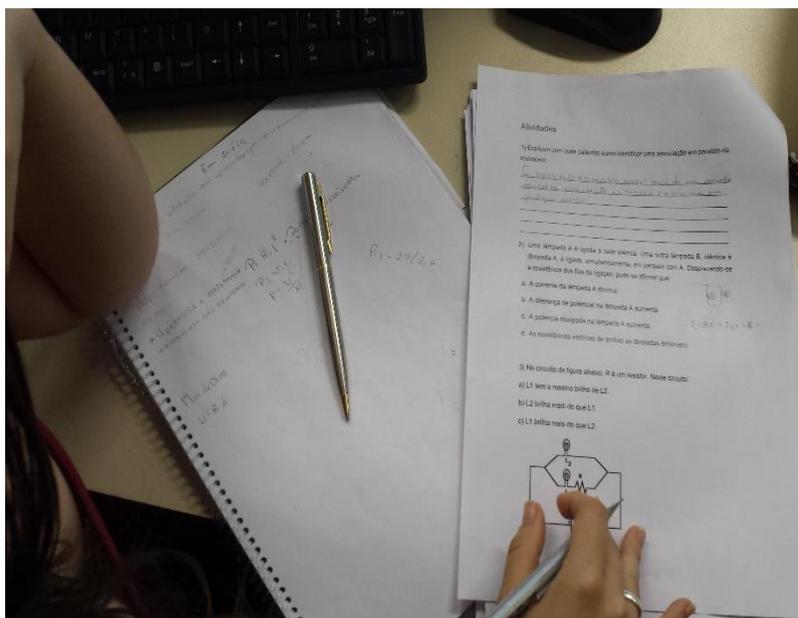


Figura 13 - Respostas das questões no roteiro da sequência didática.

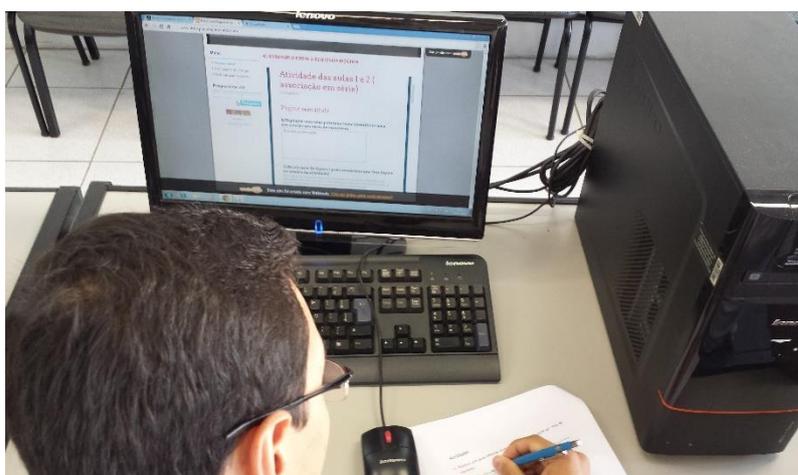


Figura 14 Respostas das questões no formulário online.

4.4 Respostas das questões referente a atividade 1

Segue abaixo o enunciado das questões da sequência didática, em negrito, e as respostas obtidas com a atividade, nas questões objetivas as alternativas corretas estão em negrito e itálico.

1 - Explique com suas palavras como identificar uma Associação em Série de Resistores.

Respostas dos alunos

<i>%A corrente só tem um caminho e as tensões são iguais.+</i>
<i>%Podemos identificar através de único fio, sendo assim so tem um caminho.+</i>
<i>%A resistencia total é a soma de todos os resistores, a tensão total é a soma das tensões e só existe um caminho para corrente.+</i>
<i>%A corrente elétrica (I) só tem um caminho a ser percorrido, é a mesma em qualquer ponto medido e a tensão é dividida entre os resistores.+</i>
<i>%A associação em série é identificada quando a corrente tem apenas um sentido.+</i>
<i>%E quando nós identificamos que existe apenas um caminho para a corrente percorrer.+</i>
<i>%No circuito em série, os elétrons tem um só caminho a percorrer e o valor da corrente elétrica é constante.+</i>
<i>%E definida por uma corrente contínua de sentido único, com corrente de valor igual em todos os pontos. A tensão e resistência podem ser diferentes dependendo do esquema.+</i>
<i>%Ela apresenta apenas um caminho, a potência e a resistência são as mesma e a corrente e a mesma em cada ponto.+</i>
<i>%A CORRENTE E SEMPRE A MESMA EM QUALQUER PONTO.+</i>
<i>%A corrente elétrica so tem um caminho a percorrer, e é a mesma em todos os pontos medidos, e a tensão e dividida entre as cargas.+</i>

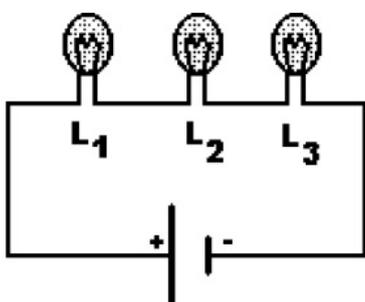
Pela análise das respostas obtidas percebemos que a maioria atingiu um dos objetivos dessa aula, que era o de identificar as propriedades uma Associação de Resistores em Série.

Nos testes 2 e 3 admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das

lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.

2. No circuito da figura abaixo pode-se afirmar que:

- a) L_1 brilha mais do que L_2 e está mais do que L_3 .
- b) L_3 brilha mais do que L_2 e está mais do que L_1 .
- c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.



Respostas obtidas, sendo a resposta correta destacada em negrito:

a) L_1 brilha mais do que L_2 e está mais do que L_3 .	0	0%
b) L_3 brilha mais do que L_2 e está mais do que L_1 .	1	7.7%
c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.	12	92.3%
d) outros	0	0%

Nessa questão a maioria dos alunos respondeu de forma correta. Observamos que a maioria dos grupos responderam essa questão refazendo e testando o circuito no próprio simulador. Tivemos o cuidado de esclarecer e pedir para o grupo que respondeu de forma incorreta refizesse a questão com o auxílio do simulador.

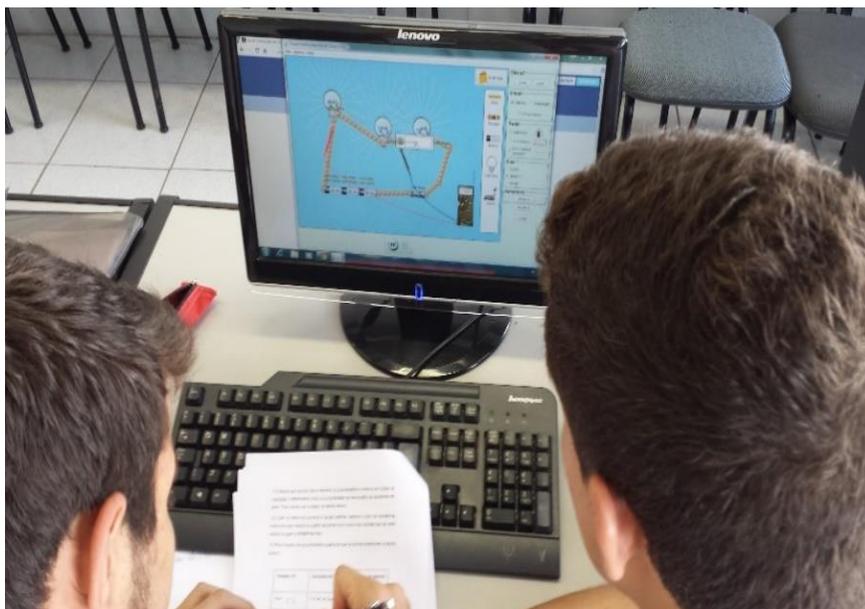
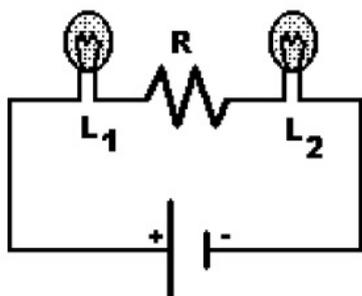


Figura 15 . Alunos respondendo a questão no simulador.

3. No circuito da figura abaixo, R é um resistor. Neste circuito:

- a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho.
- b) L_1 brilha mais do que L_2 .
- c) L_2 brilha mais do que L_1 .



Respostas obtidas, sendo a resposta correta destacada em negrito:

a) L_1 brilha mais do que L_2 e está mais do que L_3 .	2 15.4%
b) L_3 brilha mais do que L_2 e está mais do que L_1 .	1 7.7%
c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.	4 30.8%
d) outros	6 46.2%

Embora alguns grupos, apenas 6, responderam à questão de forma correta, demos uma atenção especial para essa questão, refizemos pessoalmente o problema com a ajuda do simulador, não dando respostas, mais sim, fazendo perguntas para que os próprios alunos chegassem a conclusão do item verdadeiro.

4. No caso de duas resistências iguais, ligadas em série é correto afirmar que:

- a) a corrente total é o dobro da corrente em cada resistor;
- b) a queda de potencial externa entre os polos do gerador é menor de que as quedas de potencial nos dois resistores;
- c) a resistência total é o dobro da resistência de cada resistor;
- d) a resistência total é a metade da resistência de cada resistor.

Respostas obtidas, sendo a resposta correta destacada em negrito:

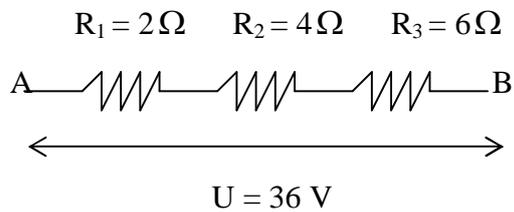
a) a corrente total é o dobro da corrente em cada resistor;	1	9.1%
b) a queda de potencial externa entre os polos do gerador é menor de que as quedas de potencial nos dois resistores;	1	9.1%
c) a resistência total é o dobro da resistência de cada resistor;	8	72.7%
d) a resistência total é a metade da resistência de cada resistor.	0	0%
e) outros	1	9.1%

Nessa questão, para os grupos que erraram a resposta, voltamos a tabela 5.1 e esclarecemos através dos dados deles próprios, que a resistência equivalente ou total é igual a soma das resistências no circuito. Reforçamos ainda essa característica resolvendo alguns exercícios extras sobre resistência equivalente ou total.

5. Considere a associação em série de resistores esquematizada abaixo. Determine:

- a) a resistência equivalente da associação;
- b) a corrente elétrica i ;

c) a ddp ou tensão elétrica em cada resistor.



Nesta questão, para o questionário online, fizemos uma alteração e a questão ficou da seguinte forma:

5. Considere a associação em série de resistores esquematizada abaixo. A resistência equivalente da associação (ohms), a corrente elétrica i (Amperes) e a ddp em cada resistor (Volts), valem respectivamente:

Respostas obtidas, sendo a resposta correta destacada em negrito:

- | | |
|------------------------|----------------|
| a) 6;3;6;12;18 | 1 7.7% |
| b) 36;3;12;6;18 | 0 0% |
| c) 12;6;3;36;18 | 1 7.7% |
| d) 12;3;6;12;18 | 1076.9% |
| e) outros | 1 7.7% |



Figura 16 . Foto mostrando os alunos resolvendo a questão 5 no simulador.

Verificamos que 3 grupos não acertaram essa questão. Para esses grupos pedimos para que construíssem o circuito novamente no simulador, e repetimos a explicação do uso do amperímetro e voltímetro do simulador, em seguida solicitamos para que utilizassem no circuito da questão. Depois perguntamos qual seria a alternativa correta, e todos responderam de maneira correta. Ainda, com o objetivo de sanar todas as dúvidas, resolvemos também a questão fazendo as contas tradicionais.

6. Duas resistências $R_1 = 1$ e $R_2 = 2$ estão ligadas em série a uma bateria de 12 V. A resistência equivalente em Ohms, a corrente total do circuito em Amperes), valem respectivamente:

Respostas obtidas, sendo a resposta correta destacada em negrito:

a) 3 ; 12	1	7.7%
b) 3 ; 4	969.2%	
c) 4 ; 24	0	0%
d) 4 ; 12	2	15.4%
e) outros	1	7.7%



Figura 17 . Foto mostrando a resolução da questão 6 com os alunos utilizando o simulador.

Nessa questão, primeiramente a resolvemos de forma literal, em seguida com a ajuda do simulador enfatizando a todo momento as propriedades e conceitos da Associação de Resistores em Série.

5.3 - Desenvolvimento da aula associação de resistores em paralelo.

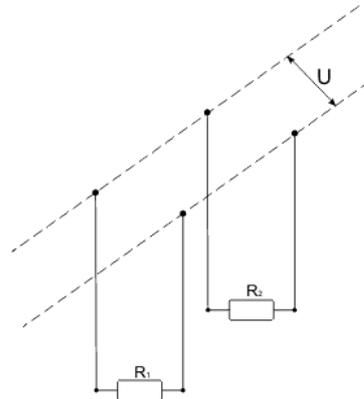
Antes de começarmos a atividade, deixamos claro para os alunos que ao final dessa parte da atividade os objetivos propostos abaixo deveriam ser atingidos, e que eles não poderiam perder, durante a execução da proposta, o foco desses objetivos.

E como eles já haviam realizado a associação em série no simulador, pedimos para que eles continuassem seguindo o roteiro da sequência didática sem a intervenção direta do professor, mais se alguma dúvida surgisse, estaríamos a disposição para saná-la.

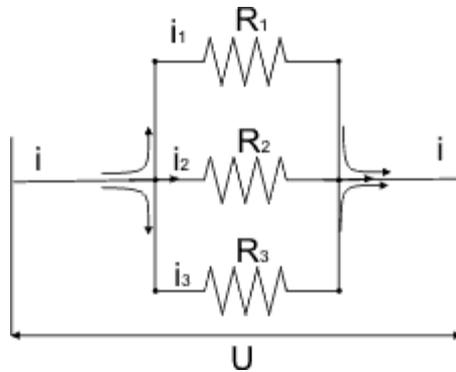
5.3.1 Atividade 2 É Construção de um circuito com associação de resistores em paralelo.

1 É INTRODUÇÃO

Ligar um resistor em paralelo significa basicamente dividir a mesma fonte de corrente, de modo que a ddp em cada ponto seja conservada. Ou seja:



Usualmente as ligações em paralelo são representadas por:



Como mostra a figura, a intensidade total de corrente do circuito é igual à soma das intensidades medidas sobre cada resistor, ou seja:

$$i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$$

Pela 1ª lei de ohm:

$$i = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \dots + \frac{U}{R_n}$$

E por esta expressão, já que a intensidade da corrente e a tensão são mantidas, podemos concluir que a resistência total em um circuito em paralelo é dada por:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Ou seja, um modo de se resumir e lembrar-se das propriedades de um circuito em paralelo é:

Tensão elétrica (ddp) (U)	se conserva
Intensidade da corrente elétrica (i)	se divide
O inverso Resistência elétrica total $1/(R)$	soma algébrica dos inversos das resistências em cada resistor.

Siga os procedimentos abaixo, com imagens, para construir um circuito elétrico com uma associação de resistores em paralelo. Ao final dessa atividade você deve atingir os objetivos descritos a seguir.

2 É OBJETIVOS:

Essa atividade visa verificar as propriedades da Associação de Resistores em Paralelo, que determina que:

- A diferença de potencial (tensão) U de toda a associação é a mesma para todos os resistores;
- A corrente total é a soma das correntes parciais nos resistores;
- O inverso da resistência total ou equivalente é igual à soma dos inversos das resistências individuais de cada resistor.

3 É PROCEDIMENTO

O procedimento a ser seguido para verificar as propriedades de uma associação de resistores em Paralelo é similar ao seguido na atividade 1. Inicialmente abra o simulador *PhET* *Kit de Construção de Circuito (DC)* + que está instalado na área de trabalho do computador, e siga os passos descritos abaixo.

3.1 - Alinhe as três lâmpadas conforme a figura abaixo:

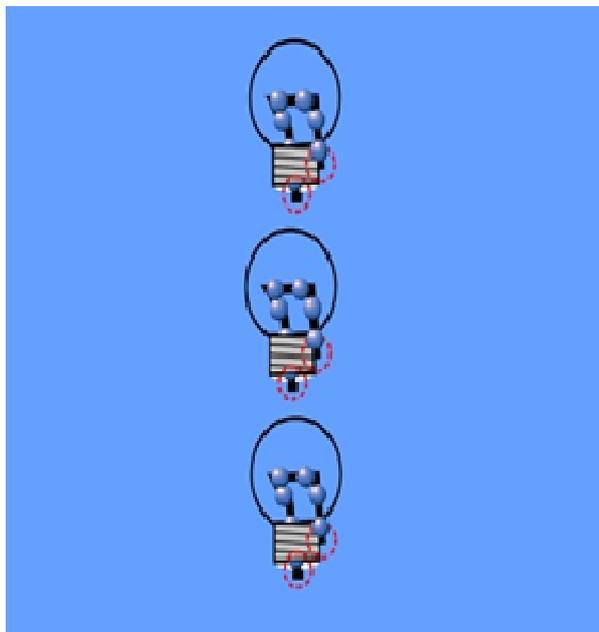


Figura 18 . Lâmpadas alinhadas.

3.2 - Conecte as lâmpadas com os cabos de ligação, observe o esquema abaixo.

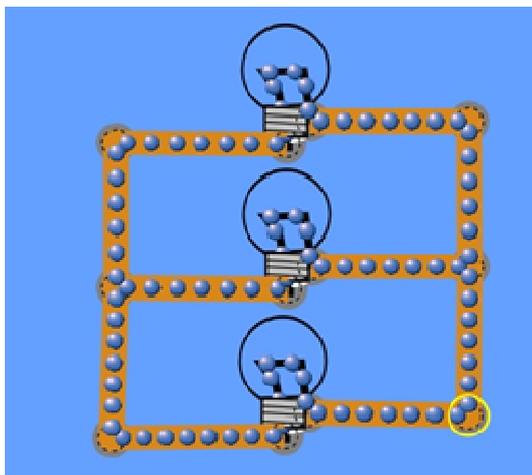


Figura 19 . Ligação dos cabos.

3.3 - Ligue os terminais da fonte aos terminais livres das lâmpadas, montando em definitivo a associação.

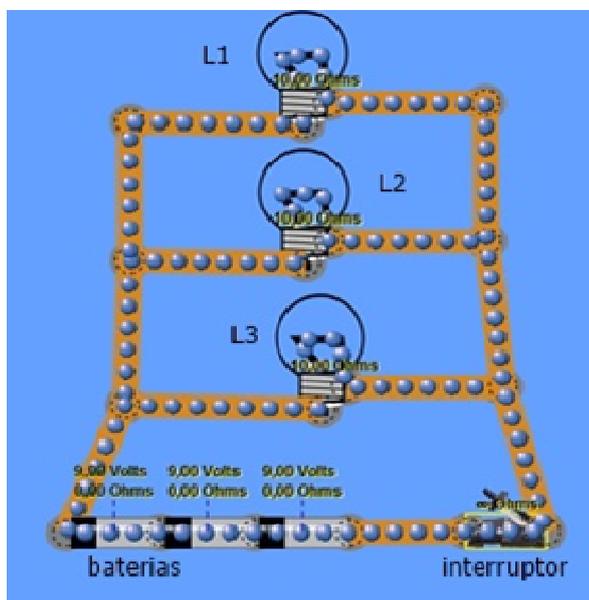


Figura 20 . Associação em Paralelo montada.

Não observamos nenhuma dificuldade de montagem do circuito por parte dos alunos. Aproveitamos a passagem para intervir deixando claro como se identifica uma Associação de Resistores em Paralelo. Dizemos que na Associação de Resistores em Paralelo a corrente elétrica, representada pelas bolinhas azuis, possui mais de um caminho possível no circuito, mostramos que ao longo do circuito a corrente elétrica se divide. Salientamos a numeração das lâmpadas, de acordo com a figura acima para que não houvesse confusão no momento das medições elétricas.

4 É COLETA DE DADOS

Com o circuito montado, inicie o processo de medição e coleta de dados preenchendo a tabela 2.

Tabela 5.3 - Medidas das grandezas em uma Associação de Resistores em paralelo

Tensão elétrica (V)	Corrente elétrica (A)	Resistância elétrica (ohms)
$V_{\text{total}} =$	$I_{\text{total}} =$	$R_{\text{total}} = V_{\text{total}}/I_{\text{total}} =$
$V_1 =$	$I_1 =$	$R_1 = V_1/I_1$
$V_2 =$	$I_2 =$	$R_2 = V_2/I_2 =$
$V_3 =$	$I_3 =$	$R_3 = V_3/I_3 =$
$V_{\text{total}} = V_1 = V_2 = V_3$	$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3$	$1/R_{\text{total}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 =$

Tente relacionar os dados obtidos na tabela 2, com os objetivos propostos acima, se tiver dificuldades peça ajuda ao professor. Para obter os dados siga os seguintes passos:

4.1 . Inicialmente meça a tensão elétrica total que alimenta a Associação de Resistores em Paralelo e a tensão elétrica individual de cada um dos resistores (lâmpadas). A tensão elétrica total é medida colocando-se a ponteira do voltímetro nas extremidades das baterias e interruptor, a tensão elétrica individual de cada lâmpada é obtida colocando-se as ponteiras do multímetro nos terminais de cada lâmpada. As próximas figuras mostram como é obtida a tensão elétrica total e a tensão elétrica em cada lâmpada.

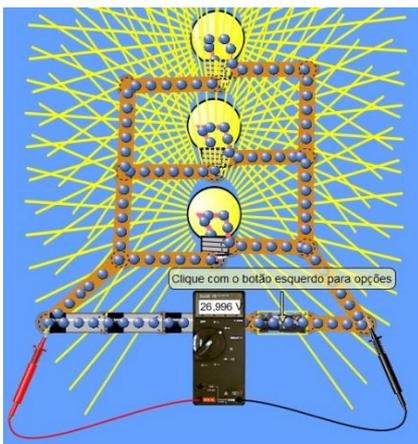


Figura 21 - Tensão elétrica total.

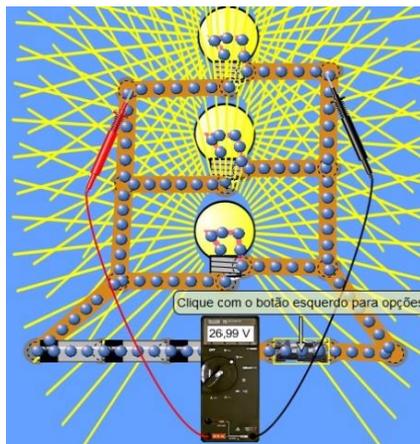


Figura 22 - Tensão elétrica na lâmpada 1.

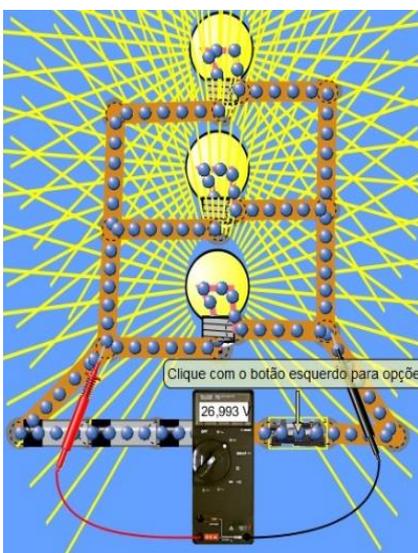


Figura 23 - Tensão elétrica na lâmpada 2

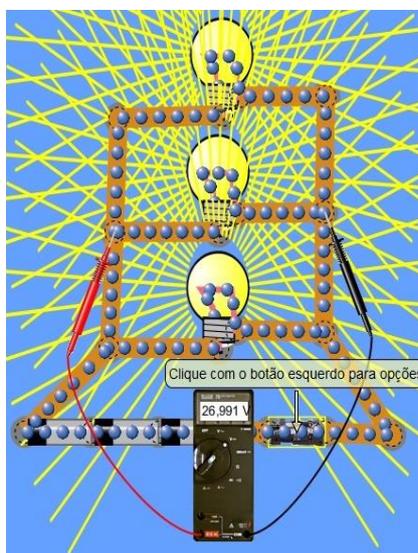


Figura 24 - Tensão elétrica na lâmpada 3.

4.2 . A seguir obtenha o valor da corrente elétrica em diferentes pontos da associação. Use o amperímetro digital para medir a corrente elétrica total e também a de cada resistor (lâmpada), conforme esquematizado nas figuras abaixo.

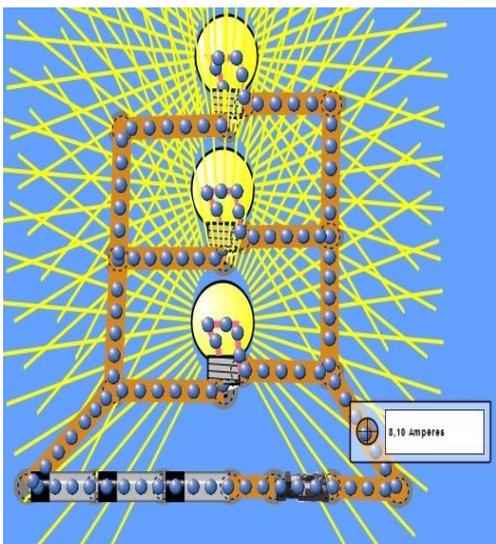


Figura 25 . Corrente elétrica total.

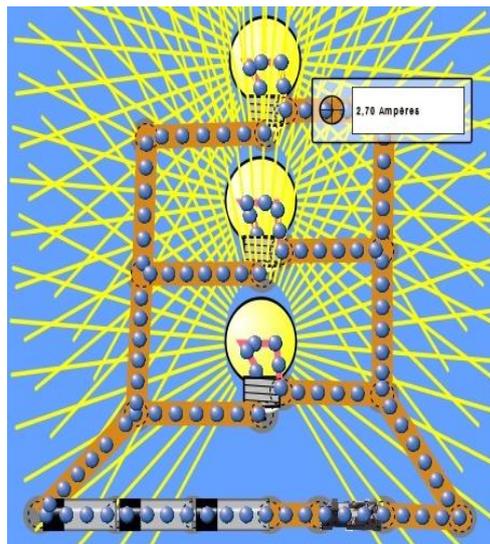


Figura 26 . Corrente elétrica na lâmpada 1.

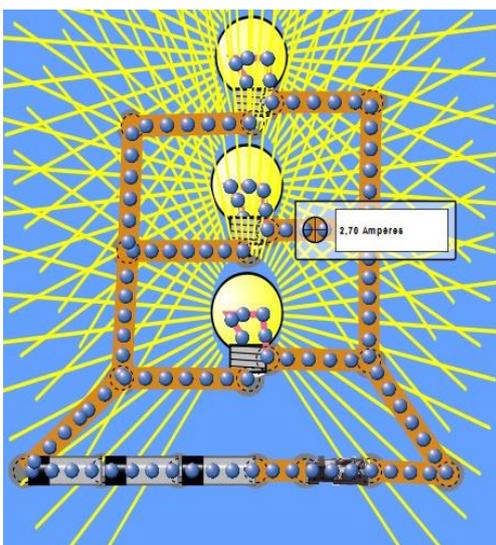


Figura 27 . Corrente elétrica na lâmpada 2.

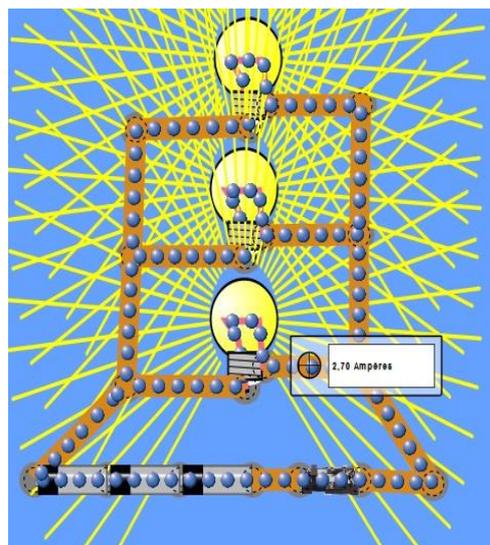


Figura 28 . Corrente elétrica na lâmpada 3

4.3 - Obtidos os dados analise os resultados e verifique se você atingiu os objetivos propostos. Para verificar isso resolva as atividades propostas a seguir e utilizando o simulador construa outros circuitos de resistores associados em Paralelo.

Com o preenchimento dos dados da tabela, acreditamos que todas as características e propriedades da Associação em Paralelo de Resistores ficaram evidentes. Ao final das medidas de tensão elétrica, o aluno, com a ajuda do professor quando necessário, deve concluir que a tensão elétrica é igual as tensões elétricas em cada uma das lâmpadas encontradas no circuito montado.

Da mesma forma com o preenchimento dos valores da corrente elétrica, o aluno deve concluir que a corrente elétrica total na Associação de Resistores em Série é a soma das correntes elétricas encontradas nas lâmpadas do circuito montado.

Durante a análise realizada ao término dos cálculos da terceira coluna da tabela 5.3 os alunos, através da primeira lei de Ohm, concluíram que o inverso da Resistência elétrica total ou equivalente, é igual à soma dos inversos das Resistências elétricas envolvidas no circuito em Série.

Ficamos atentos nesse ponto da atividade, no sentido de verificar, grupo por grupo, se tais características foram assimiladas, tendo em vista que se tratava dos objetivos da atividade 2. A figura a seguir mostra uma das tabelas preenchidas pelos alunos.

Tabela 5.4 . Medidas de Tensão, corrente elétrica e resistência, preenchida pelos alunos.

Tensão (V)	Corrente (A)	Resistência (ohms)
V_{total} 27 V	$I_{total} =$ 8,10 A	$R_{total} = V_{total}/I_{total} =$ 3,33 Ω
$V_1 =$ 27 V	$I_1 =$ 2,7 A	$R_1 = V_1/I_1$ 10 Ω
$V_2 =$ 27 V	$I_2 =$ 2,7 A	$R_2 = V_2/I_2 =$ 10 Ω
$V_3 =$ 27 V	$I_3 =$ 2,7 A	$R_3 = V_3/I_3 =$ 10 Ω
$V_{total} = V_1 = V_2 = V_3$ 27 V	$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3$ 8,10 A	$1/R_{total} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ 3,33 Ω

4. 4 - RESPOSTAS DAS QUESTÕES REFERENTE A ATIVIDADE 2

Segue abaixo o enunciado das questões da sequência didática e as respostas obtidas com a atividade, nas questões objetivas as alternativas corretas estão em **negrito e itálico**.

1. Explique com suas palavras como identificar uma Associação em Paralelo de Resistores.

Respostas dos alunos

<i>Quando a tensão de entrada e de saída de cada resistor forem as mesmas. (Mesmo ponto de entrada e saída).+</i>
<i>A associação em paralelo possui mais de um caminho possível na associação e a tensão é a mesma em qualquer ponto.+</i>
<i>A corrente total é igual a soma das correntes de cada resistor; A tensão em cada resistor é igual a tensão fornecida pela fonte de energia; O inverso da resistencia total é igual a soma do inverso da resistencia de cada resistor.+</i>
<i>Na associação em paralelo a tensão é constante, ou seja, a mesma em todo o circuito, porém a corrente elétrica nesse tipo de associação muda.+</i>
<i>CORRENTE POSSUI MAIS DE UM CAMINHO E A TENSÃO E IGUAL EM QUALQUER PONTO.+</i>
<i>tensão é igual e a corrente é diferente em cada fonte.+</i>
<i>quando existe mais de um caminhos para percorrer a corrente.+</i>
<i>funciona com mas de um fio no circuito e a corrente tem mas de um trajetoria ...+</i>
<i>A associação em paralelo a tensão é a mesma em todos os pontos, já a corrente é distribuida entre as cargas.+</i>
<i>a associação em paralelo a tensão e a mesma em todos os pontos ja a corrente é distribuída entre as cargas.+</i>
<i>Identificamos uma associação em paralelo de resistores quando um circuito estiver mais que um caminho a percorrer.+</i>
<i>A tensão é igual em todos os pontos, a corrente tem várias direções e possui valores diferentes em diferentes pontos.+</i>

Montamos vários circuitos em paralelo e em série no intuito de apurar e sanar qualquer dúvida com relação a identidade da Associação (Série ou Paralelo).

2. Uma lâmpada A é ligada à rede elétrica. Outra lâmpada B, idêntica à lâmpada A, é ligada, simultaneamente, em paralelo com A. Desprezando-se a resistência dos fios de ligação, pode-se afirmar que:

- a. A corrente da lâmpada A diminui.
- b. A diferença de potencial na lâmpada A aumenta.
- c. A potência dissipada na lâmpada A aumenta.
- d. As resistências elétricas de ambas as lâmpadas diminuem.

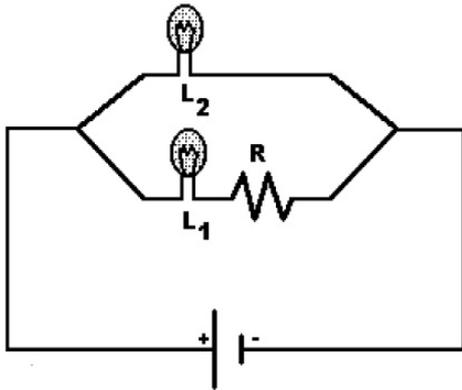
Respostas obtidas, sendo a resposta correta destacada em negrito:

a. A corrente da lâmpada A diminui.	538.5%
b. A diferença de potencial na lâmpada A aumenta.	00%
c. A potência dissipada na lâmpada A aumenta.	17.7%
d. As resistências elétricas de ambas as lâmpadas diminuem.	753.8%
e) outros	00%

Pela análise das respostas obtidas percebemos que a maioria errou essa questão, resolvemos então o exercício de forma literal, fazendo as contas, e também, o reproduzindo no simulador, sempre enfatizando as propriedades envolvidas para a resolução.

3. No circuito da figura abaixo, R é um resistor. Neste circuito:

- a) L_1 tem o mesmo brilho de L_2 .
- b) L_2 brilha mais do que L_1 .
- c) L_1 brilha mais do que L_2 .



Respostas obtidas, sendo a resposta correta destacada em negrito:

a) L1 tem o mesmo brilho de L2.	215.4%
b) L2 brilha mais do que L1.	861.5%
c) L1 brilha mais do que L2.	17.7%
d) outros	215.4%

Percebemos nessa questão a dificuldade na compreensão que a corrente elétrica na Associação de Resistores em Paralelo se divide, e como na figura da questão a lâmpada L_1 estava acompanhada por um Resistor, alguns alunos não souberam responder corretamente. Novamente, com a ajuda do simulador, refizemos a questão sanando todas as dúvidas dos alunos referente a questão.

4. Duas resistências $R_1 = 2\ \Omega$ e $R_2 = 3\ \Omega$ estão ligadas em paralelo a uma bateria de 12 V. Calcule:

- a) a resistência equivalente da associação;
- b) as correntes i_1 e i_2 ;
- c) a corrente total do circuito.

Essa questão foi modificada no questionário online e ficou da seguinte forma:

4. Duas resistências $R_1 = 2\ \Omega$ e $R_2 = 3\ \Omega$ estão ligadas em paralelo a uma bateria de 12 V. A resistência equivalente da associação (ohms), as correntes i_1 e i_2 e a

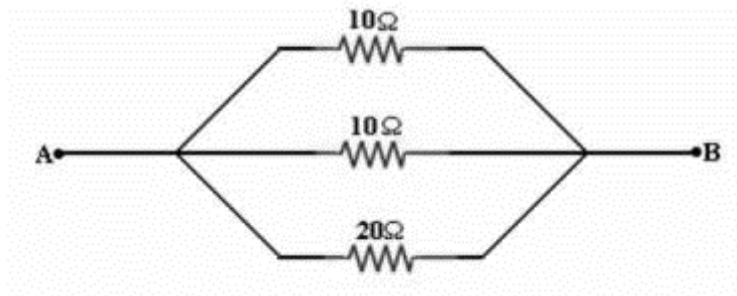
corrente total (ampere) do circuito valem respectivamente (ver figura no roteiro da atividade):

Respostas obtidas, sendo a resposta correta destacada em negrito:

a) 1,2 ; 6 ; 4 ; 10	646.2%
b) 10 ; 1,2 ; 4 ; 6	17.7%
c) 4 ; 10 ; 6 ; 4	17.7%
d) 6 ; 10 ; 4 ; 1.2	00%
e) outros	538.5%

Aqui novamente pelo baixo índice de acerto da questão, procuramos sanar as dificuldades encontradas, dessa vez pedimos para eles compartilhassem as dúvidas com os participantes dos outros grupos e refizessem a questão novamente com a ajuda dos companheiros.

5. Determine a resistência equivalente entre os terminais A e B da seguinte associação de resistores:



Respostas obtidas, sendo a resposta correta destacada em negrito:

a) 5	215.4%
b) 6	17.7%
c) 4	861.5%
d) 10	00%
e) outros	215.4%

Utilizamos aqui a mesma estratégia da questão anterior. Pedimos para que olhassem o resultado obtido com os dados da terceira coluna da tabela 2, onde fica evidente a forma de cálculo da Resistência total ou equivalente de uma Associação de Resistores em Paralelo.

Observamos ao longo da realização dessa atividade que os alunos apresentavam maior dificuldade em entender as propriedades de uma associação de resistores em paralelo, mostrando a necessidade de que outras questões fossem trabalhadas para fixar esse conteúdo, percebemos que a dificuldade em calcular a resistência equivalente de uma associação de resistores em paralelo se deu por falta de recursos matemáticos. Resolvemos mais alguns exercícios extras com o enfoque na explicação matemática.

5. 4 - Avaliação das atividades pelos alunos

Uma das preocupações durante o desenvolvimento do trabalho, era o de captarmos o significado da atividade para os alunos. Observamos suas reações sob a forma de apresentar este conteúdo, ficamos atentos a isso durante o desenrolar das aulas. Para completar as informações, fizemos uma pergunta dentro do questionário sobre o que eles acharam das atividades para obter suas opiniões. Ao responder a pergunta os alunos comentaram:

%A aula aplicada pelo leonardo foi uma aula muito interessante de se assistir , pois aprendemos com mais facilidade o conteúdo, uma aula assim faria a diferença em sala de aula+

%Com a ajuda do simulador ficou mais prático entender os exercícios e resolvê-los, obtendo os valores de tensão, corrente e resistência, das associações em série e em paralelo. A maneira a qual a aula foi aplicada permitiu o diálogo do grupo, troca de ideias e novas maneiras de ver os exercícios. Para todos do grupo a aula foi de grande proveito.¶

%Em nossa opinião as aulas com essa nova forma de ensino foram bastante produtivas, facilitando assim o aprendizado pela facil absorção das informações.+

%Uma aula ótima, em um dia aprendi a matéria de um semestre. Foi uma

<i>explicação ótima, como exemplos muito didáticos, usar um simulador ajuda a entender melhor o conteúdo ministrado.+</i>
<i>%A aula é bem mais produtiva feito em dupla, pois podemos trocar idéias um com o outro, e ficamos mais empenhado por se tratar de tecnologia, o simulador ajuda muito no entendimento, podemos visualizar a realidade, o professor fica mais a vontade de tirar todas as dúvidas, sem perder tempo copiando no quadro, em sala de aula, as aula foi mais produtiva que no semestre, um bom termo é rotineira, e assim fica mais agradável.+</i>
<i>%A aula foi mais produtiva. Compreende melhor com o uso do simulador.+</i>
<i>%A nova didática aplicada, é bem mais interessante do que a antiga forma de ensinar, uma vez que, as aulas são mais descontraídas e exigem a nossa atenção quando temos de montar os circuitos no simulador.+</i>
<i>%A didática aplicada teve muita importancia para a dupla, pois podemos enxergar como realmente funciona o sistema de resistores em série e em paralelo. Facilitando o aprendizado. Podemos concluir que no sistema em série o circuito percorre apenas um caminho, diferentemente no sistema em paralelo, onde o circuito tem que percorrer mais de um caminho.+</i>
<i>%Aula com ótima didática. A compreensão fica bem mais fácil que em sala de aula normal.+</i>
%FOI MUITO PRODUTIVO, E UM METODO MUITO IMPORTANTE NO CURSO DE ELETRICIDADE. AULA BEM APLICADA.+
<i>%O projeto nos proporcionou uma visão mais ampla e dinamica, nos mostrando o diferencial de trabalhar com um simulador. Assim ao invés de fazermos contas em calculadoras e papel usamos o simulador para responder o questionario passado na aula. A aula gerol discussão entre a dupla para chegar em uma boa resposta. Respondemos o questionario com facilidade devido a boa explicação passado pelo professor, além de fazer a aula ser produtiva e tranquila. Com tudo isso a discussão gerada em dupla nos trouxe melhorias e inovação de ideias.+</i>
<i>%O uso do programa "Phet" auxilia no entendimento e facilita na resolução dos exercicios.+</i>

De modo geral observamos pelas respostas obtidas, que os alunos gostaram

da atividade proposta, todos sem exceção aprovaram esse tipo de estratégia de ensino, inclusive alguns alunos enfatizaram a interação do grupo e o fato de usar a tecnologia na sala de aula e como isso torna a aula mais atrativa. Percebemos uma melhora no comportamento, socialização e aprendizado dos alunos que, durante o manuseio do simulador *PhET* se mostraram muito mais motivados e interessados na aula do que o normal.

5. 5 - Minhas observações sobre as atividades realizadas

Ao propor utilizar o PHET no estudo de associação de resistores, pensamos em uma sequência didática não de caráter acadêmico, mas sim de caráter, descritivo, reflexivo e crítico, para que os alunos percebessem quão importante é o aprendizado da Física em sua vida.

No primeiro contato, focamos na explicação geral da atividade e na interação dos alunos com os simuladores, que estavam previamente instalados nos computadores. Nessa etapa de manuseio do simulador, mesmo sem a ajuda do professor, os alunos superaram nossas expectativas, todos sem exceção souberam manipular o computador e o simulador utilizado sem dificuldades, e da nossa parte, basicamente só acrescentamos a forma de manusear o amperímetro digital e voltímetro disponíveis no objeto de aprendizagem, ou seja, verificamos que estamos lidando com os nativos digitais+ que encontram muita facilidade em usar a informática nas diferentes atividades.

Observamos que os alunos seguiram o roteiro da nossa sequência sem dificuldades, raramente alguém pedia a ajuda para o professor. Notamos a interação entre os componentes do grupo e até mesmo com integrantes de grupos diferentes. Percebemos claramente esse fato no momento em que os alunos tiveram que responder o questionário proposto, no roteiro do aluno, a maioria começou a resolver as questões tentando fazer as contas, somente dois grupos perceberam a possibilidade de resolver os problemas utilizando o próprio simulador. Quando perceberam que a resposta batia com os cálculos, esses dois grupos compartilharam a informação para o restante dos alunos, e a partir daí todos começaram a responder o questionário, reproduzindo a Associação de Resistores em questão com seus respectivos valores de resistência e tensão elétrica, no

simulador.

Observamos também que, mesmo com o compartilhamento de dúvidas, seja sobre as atividades propostas, seja sobre a forma de resolver algumas questões, o compartilhamento de respostas não foi observado.

Mesmo quando não perguntado, intervínhamos em alguns momentos importantes no decorrer da atividade, na maioria das vezes, essas intervenções eram para complementar um conceito ou propriedade que estava sendo descoberto naquele instante, por exemplo, quando os alunos, através do uso do amperímetro digital do simulador, percebiam que a corrente elétrica tinha o mesmo valor em qualquer parte da Associação de Resistores em Série, frisávamos essa característica, e a relacionávamos com uma situação do cotidiano do aluno, por exemplo, a instalação elétrica residencial.

Abaixo, segue uma anotação feita pelo aluno após nossa intervenção sobre as características das associações.

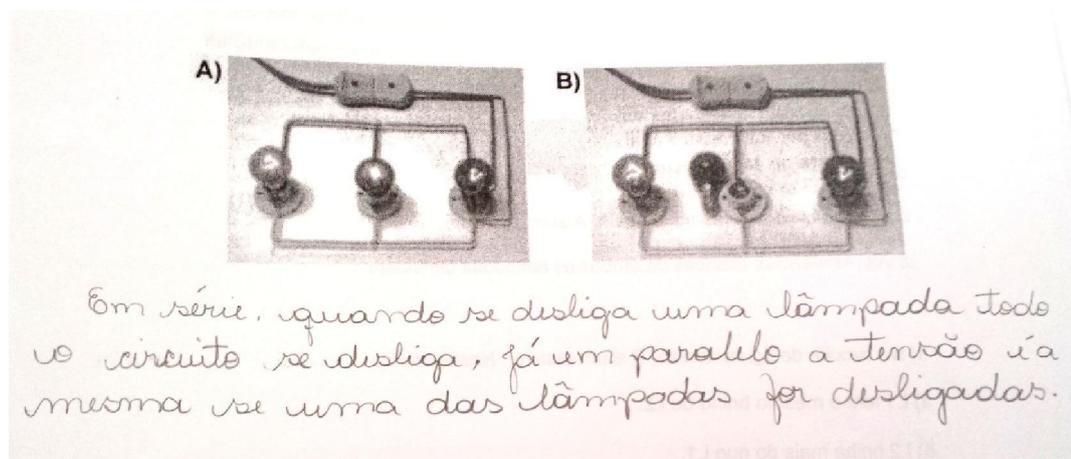


Figura 29 - Comentário do aluno

Notamos que alguns alunos fizeram mais do que foi pedido, esses, além de fazerem a atividade referente a Associação de Resistores Mista, que não era obrigatória, fizeram novos circuitos, medido Corrente e Tensão Elétrica em diferentes pontos da Associação.

Durante a execução das atividades referentes a associação mista (paralela junto com série), notamos que os participantes inicialmente tiveram dificuldades em calcular a resistência equivalente ou total, acreditamos que esse problema se deu por não existir uma regra que funcione sempre para este caso. Para a resolução

desse tipo de associação o aluno precisa ter criatividade e conhecimento para optar por resolver primeiro as associações em série possíveis, ou primeiro as associações em paralelo e depois calcular o restante. Verificamos que depois de algumas explicações pontuais e resolução de um exemplo de nossa parte, o entendimento desse tipo de associação foi solucionado. Aproveitamos a oportunidade para falar sobre o tipo de associação que temos em nossa residência.

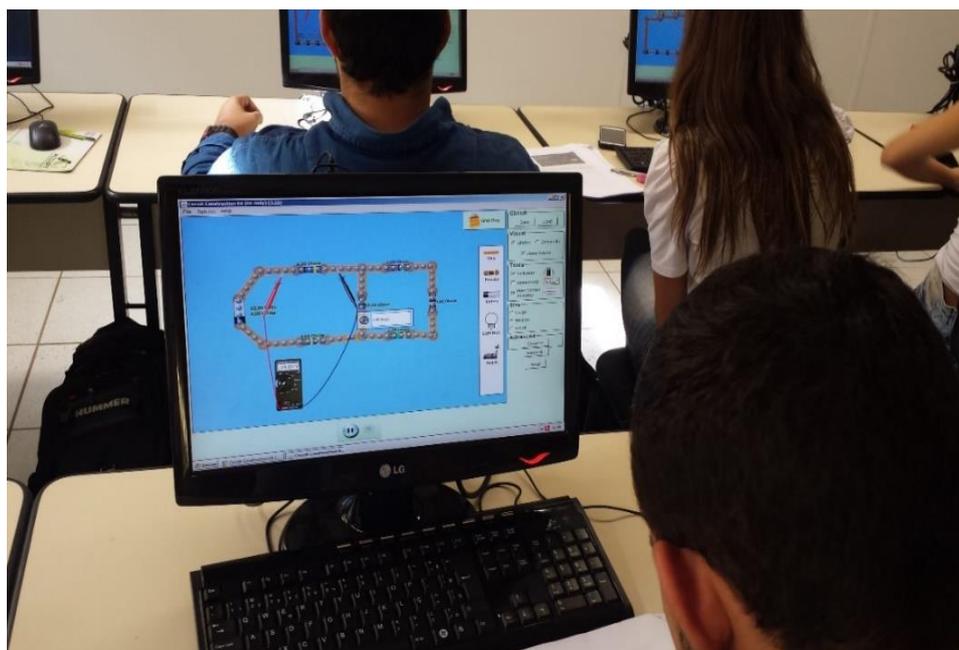


Figura 30 - Aluno fazendo circuitos diferentes.



Figura 31 - Aluno fazendo um curto-circuito na lâmpada 1.



Figura 32 - Alunos fazendo a atividade da Associação de Resistores Mista.

3) Determine a resistência equivalente entre os terminais A e B da seguinte associação de resistores:

$P = R \cdot i^2$
 $U = R \cdot i$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{3}{4}$$

$$R_T = \frac{4}{3}$$

$R_{TAB} = 4 + 4 + \frac{4}{3}$ $R_{TAB} = 9,33 \Omega$

Figura 33 - Alunos fazendo a atividade da Associação de Resistores Mista.

1) Explique com suas palavras como identificar uma associação mista de resistores.

Uma associação mista é o conjunto de uma associação paralela e uma associação em série ou seja em sua parte em série a corrente continua, de valor igual em todos os pontos e na paralela a tensão é igual em todos os pontos e a corrente possui valores diferentes em diferentes pontos.

Figura 34 - Alunos fazendo a atividade da Associação de Resistores Mista.

Observamos uma boa assimilação dos alunos em relação ao conteúdo trabalhado, percebemos que os alunos sentiram menos dificuldade em responder questões, inclusive utilizaram o próprio simulador, para responder as perguntas ao final de cada atividade.

De acordo com nossa experiência como docente, a aceitação do trabalho por parte dos alunos, foi surpreendente, a maioria deles conseguiram responder de maneira correta o questionário proposto e chegar nos objetivos esperados da atividade.

Avaliamos a atividade utilizando basicamente a intervenção pedagógica em momentos oportunos, buscando a interação com os participantes para observarmos, o conhecimento construído. Pedimos para que os alunos encontrassem soluções para determinados problemas pré-estabelecidos no roteiro da sequência didática, e aleatoriamente fazíamos perguntas individuais relacionadas ao conteúdo, e constatamos que essa estratégia se mostrou uma ótima opção para trabalhar o assunto.

Em linhas gerais, a estratégia adotada pela sequência didática com o auxílio do simulador *Kit de Construção de Circuito (DC)* favoreceu uma abordagem dinâmica e interativa do conteúdo abordado. Os alunos participaram ativamente e se sentiram motivados. Alguns relataram que nunca haviam realizado uma atividade usando um simulador e se mostraram inicialmente meio confusos, mas, aos poucos, pela simplicidade e facilidade de manuseio dos componentes do circuito no simulador, a sensação inicial de ansiedade foi sendo substituída pela curiosidade e vontade de executar os procedimentos da atividade.

Para alcançar os objetivos conceituais de aprendizagem, o roteiro do aluno desenvolvido se mostrou eficiente, durante sua execução. Houve pequenos conflitos de convivência dentro dos grupos durante a realização das atividades, mas isso deixou a atividade ainda mais humana e social, o que contribuiu para o alcance de metas de domínio pessoal nos alunos, ressaltando-se aspectos intelectuais e o desenvolvimento de habilidades de comunicação, promoção de caráter e atitudes positivas, além de realização de metas no domínio da educação social como a aprendizagem cooperativa.

Sem dúvidas o uso do objeto de aprendizagem facilitou o trabalho do professor, pelo simples fato de dedicar maior parte da aula em observar as

dificuldades apresentadas pelos alunos e fazer as devidas intervenções pedagógicas, com o uso do simulador o professor não mais precisará ficar todo o tempo no quadro explicando teoria, desenhando circuitos e resolvendo exercícios.

Observamos que os alunos ao resolver as questões propostas na sequência didática que envolviam cálculos, eles queriam resolver tudo pelo simulador, visto que este oferece instrumentos de medida como tensão e corrente elétrica, e ao analisar as potências nas lâmpadas, estes faziam observando o brilho da mesma no circuito montado. Considerando isso observa-se que essa metodologia deve vir acompanhada por outras estratégias, tanto as aulas tradicionais quanto da experimentação, em particular por perceber que ao fazer uso da simulação os alunos tendem/querem deixar de fazer uso da matemática, querem efetuar todos os cálculos no simulador. Não podemos esquecer que a matemática é, segundo Galileu a linguagem da Física e saber manipular as equações matemáticas que representa as leis e teorias físicas é parte importante do processo de aprendizagem da Física.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso trabalho fundamentou-se na apresentação de um roteiro de atividades para facilitar o trabalho de professores em sala de aula, e proporcionar aos alunos um ganho real, em termos de aprendizagem. Para tanto, elaboramos uma sequência didática, baseada em uma metodologia que utilizou um objeto virtual de aprendizagem, o simulador PhET, para tornar as aulas de Associação de Resistores o mais agradável possível.

Com a aplicação da sequência didática percebemos uma mudança no comportamento dos alunos, visto que, passaram a participar ativamente de sua aprendizagem, não sendo apenas espectadores. A motivação, o empenho e a satisfação demonstrada pelos alunos ao manipularem o simulador em busca de soluções para as perguntas do questionário, comprovaram que o ensino pode se tornar prazeroso e útil ao utilizar essa ferramenta.

Em função dos relatos e respostas dos alunos, verificamos a importância de relacionar a teoria com a prática no processo de ensino, e também, a importância de proporcionar momentos para que os alunos possam participar ativamente deste processo. O uso da simulação proporcionou um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento, melhorando o processo ensino e aprendizagem. Percebemos que as simulações devem ser usadas como um recurso a mais, à disposição do professor.

Objetos de aprendizagem, como as simulações computacionais, proporcionam ao professor o planejamento e desenvolvimento dos conteúdos de maneira menos formal e mais dinâmica, tornando possível o aprofundamento de conteúdos trabalhados na sala de aula convencional, despertando maior interesse, e também como uma alternativa na metodologia de trabalho, podendo ser utilizada como complementar as aulas de quadro e giz.

A utilização do simulador colaborou não só como recurso utilizado em sala de aula, mas também para utilização pelos alunos em suas casas, pois, de uma maneira geral, as simulações computacionais, estão disponíveis gratuitamente na internet. Com isso, os discentes podem continuar investigando um problema fora da sala de aula, o que torna o simulador, uma ferramenta indispensável para a aprendizagem autônoma e significativa.

A interação via computador/simulador constituiu-se em recurso objetivo para o

diálogo pedagógico entre os estudantes dos diferentes grupos, situação esta que foi evidenciada pela produção discente em seu formato final. A interatividade ocorreu entre discentes e docentes, entre pares discentes facilitada pela mídia utilizada. E a proposta metodológica de aprendizagem gerou uma efetiva aquisição de conhecimentos pelos discentes, refletida na produção dos grupos.

Um ponto negativo observado durante a aplicação do nosso trabalho foi que ao perceberem a possibilidade de resolver a maioria dos problemas utilizando a ferramenta apresentada, os cálculos matemáticos foram deixados de lado. Isto nos preocupou em um primeiro momento, pois numa possível avaliação futura sobre o assunto, como o Enem, por exemplo, estes encontrariam grandes dificuldades para solucionar determinadas questões. Por outro lado, as propriedades das associações de resistores ficam muito mais evidentes e palpáveis para o aluno quando estas são apresentadas utilizando o simulador. Acreditamos que a conciliação de aulas tradicionais, com resolução de exercícios e explicação da teoria junto com o simulador, traria uma condição mais favorável para a aprendizagem do aluno.

Ressaltamos ainda que a utilização dos experimentos virtuais não dispensa o contato dos alunos com os experimentos reais, representando, deste modo, uma opção a mais para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem em ciências.

Esperamos que este trabalho possa contribuir de alguma forma para mostrar as potencialidades do uso de simuladores no ensino, já que ele traz possibilidades que muitas vezes não temos em uma sala de aula presencial comum, sendo que as atividades propostas podem continuar a ser feitas à distância. Almejamos também, que outras metodologias sejam apresentadas, para realizarmos comparações entre os resultados e melhorar o processo de ensino e aprendizagem sobre os conceitos de eletricidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, A.R; MIRANDA, M.S. e STUDART, N. **Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: Usando Simulações do PhET**. Revista Física na Escola, v.11, n.1, 2010. Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf> >. Acesso em agosto de 2015.

BALLACHEFF, Nicolas. *Didactique et Intelligence Artificielle. Recherches em didactique des Mathématiques*, vol. 14/1.2, 9-42, 1994.

BRASIL. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. No 9394/96. Brasília, 1996.

CHEVALLARD, Yves. *La transposición didáctica: Del saber sábio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

DOMINGUINI, Lucas. **A transposição didática como intermediadora entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar**. Revista Eletrônica de Ciências da Educação. v. 7, n. 2, nov. 2008.

DORNELES, P.F.T, ARAUJO, IS e VEIT, E. A. **Circuitos Elétricos: Atividades de Simulação e Modelagem Computacionais como o Modellus**. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/circuitos> (acesso em 10/07/2015).

FIOLHAIS, Carlos. TRINDADE, Jorge. **Física no Computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, nº. 3, Setembro, 2003.

GUIMARÃES, Gilselene. **O movimento dos saberes: contribuições conceituais de Transposição Didática e Transposição Informática**. Intercom . Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. XVII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sudoeste . Ouro Preto . MG - 28 a 30/06/2012.

HEINECK, Renato. VALIATI, Eliane Regina Alemida. ROSA, Cleci Terezinha Werner da. **Software Educativo no Ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa**. Revista Iberoamericana de Educación, nº 42/6 . 10 de maio de 2007.

MACEDO, J.A; DICKMAN, A.G. e Andrade, I.S. **Simulações Computacionais Como Ferramentas Para O Ensino De Conceitos Básicos De Eletricidade**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.

MARTINS, António José. FIOLHAIS Carlos. PAIVA, João. **Simulações on-line no ensino da física e da química**. Revista Brasileira de Informática na Educação, V.11, N. 2 . 2003.

MEDEIROS, Alexandre. MEDEIROS, Cleide Farias de. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física. v 24 n 2, Junho, 2002.

MENEZES, L. C. **Trabalho e Visão de Mundo: ciência e tecnologia na formação de professores**. Revista Brasileira de Educação. São Paulo. Edusp. nº 7, 1998.

MIRANDA, Márcio Santos. **Objetos Virtuais de Aprendizagem Aplicados ao Ensino de Física É Uma Sequência Didática Desenvolvida e Implementada nos Conteúdos Programáticos de Física Ondulatória, Em Turmas Regulares do Nível Médio de Escolarização que Utilizam um Sistema apostilado**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal De São Carlos, 2013, p. 126.

NOVA ESCOLA. A Revista do Ensino Fundamental, outubro de 2003.

PEDUZZI, L. O. Q.; **Textos: Evolução dos conceitos da Física**, Publicação interna, UFSC, 2008.

PINHO ALVES, J. **Regras da Transposição Didática aplicadas ao Laboratório didático**. Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, V.1 7, n. 2, p. 44 - 58, ago. 2000.

POLIDORO, Lurdes de Fátima. STIGAR, Robson. **A Transposição Didática: a passagem do saber científico para o saber escolar**. Ciberteologia - Revista de Teologia e Cultura, ano VI n. 27, 2010.

PRENSKY, Marc. **Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon**. NCB University Press, 2001. Nº. 5, Vol. 9.

SANTOS, G.H.; ALVES, L e MORET, M.A. Modellus: **Animações Interativas mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio**. Revista Científica da escola de administração do exército, v. 2, p. 88-108, 2006. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_experimentacaorealevirtu.trabalho.pdf>. Acesso em agosto de 2015.

SILVA, Marcos. **O que é Interatividade?**. Disponível em <<http://www.senac.br/informativo/bts/242/boltec242d.htm>>. Acesso em agosto de 2015.

SILVA C. R. O. **Bases pedagógicas e ergonômicas para concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados**. Florianópolis, 1998. Dissertação de mestrado. . Mestrado em Engenharia da Produção da Universidade Federal de Santa Catarina . UFSC, 1998.

TOTI, F. A. PERSON, A. H. C. **Elementos para uma aproximação entre a Física no Ensino Médio e o cotidiano de trabalho de estudantes trabalhadores**. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de São Carlos. Investigações em Ensino de Ciências. V.15(3): p. 527-552, 2010.

VALENTE, José Armando. **Diferentes Usos do Computador na Educação**. Núcleo de informática aplicada a educação . NIED/UNICAMP. 1993. Disponível em <<http://ffalm.br/gied/site/artigos/diferentesusoscomputador.pdf> > Acesso em agosto de 2015.

ZANETIC, J. *Física e cultura*. Ciência e Cultura, vol.57, no.3, p.21-24, 2005.