

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA**

ANDREY COELHO PAES

Ensino de Física Por Meio de Experimentos: Uma Aplicação da
Aprendizagem Significativa no Ensino Médio

Belém – PA
2019

Andrey Coelho Paes

**Ensino de Física Por Meio de Experimentos: Uma Aplicação da
Aprendizagem Significativa no Ensino Médio**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
do Pará, como requisito parcial para
obtenção de grau de Licenciado
Pleno em Física, sob a orientação do
Prof. Me. Victor Façanha Serra.

Belém
2019

Andrey Coelho Paes

" Ensino de Física Através de Experimentos: Uma Aplicação da Aprendizagem Significativa de Ausubel no Ensino Médio"

Monografia apresentada como pré- requisito para obtenção do título de Licenciado Pleno em Física pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal Pará, submetida à apreciação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Orientador:

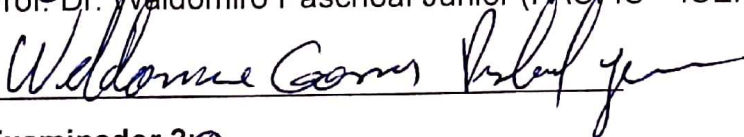
Prof. MSc. Victor Façanha Serra

(FACFIS – ICEN – UFPA)

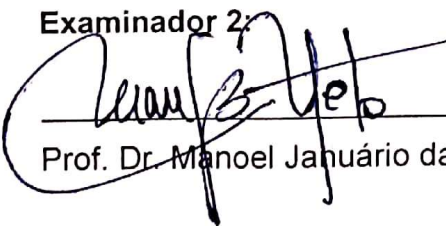


Examinador 1:

Prof. Dr. Waldomiro Paschoal Júnior (FACFIS – ICEN – UFPA)



Examinador 2:



Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto

Belém, 19 de dezembro de 2019



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA

ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

Ata da sessão de apresentação e defesa de Trabalho de Conclusão de Curso para concessão de grau de Licenciado Pleno em Física, realizada às 9 horas e 10 minutos do dia 19 de dezembro de 2019, cuja orientação teve início em 10 de agosto de 2019, no Auditório do Laboratório de Ensino de Física, intitulada: " Ensino de Física Através de Experimentos: Uma Aplicação da Aprendizagem Significativa de Ausubel no Ensino Médio", contendo 68 páginas, que foi apresentada durante 30 minutos pelo discente Andrey Coelho Paes, matrícula 201808140135 diante da banca examinadora aprovada pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, assim constituída: Prof. MSc. *Victor Façanha Serra* (Orientador - UFPA), Prof. Dr. Waldomiro Paschoal Júnior e Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto (Membro externo). Em seguida o mesmo foi submetido à arguição, tendo demonstrado conhecimentos no tema objeto da proposta de TCC, favorecendo à banca examinadora apresentar contribuições para o desenvolvimento do TCC e decidir pelo conceito EXCELENTE para o mesmo, e conceder o prazo máximo de 15 dias para serem efetuadas as modificações sugeridas pela banca, se for o caso, e em seguida a mesma será assinada por todos os membros. Para constar foram lavrados os termos da presente ata, que lida e aprovada, recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e do DISCENTE.

ORIENTADOR:

EXAMINADOR 1:

EXAMINADOR 2:

Discente:

Victor Façanha Serra
Waldomiro Paschoal Júnior
Manoel Januário da Silva Neto
Andrey Coelho Paes

Aos meus pais,
Ney Marshul e Elenir Paes.

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar por ter me proporcionado a oportunidade de me tornar Licenciado em Física. Ele tem me abençoado muito, nesses dias, colocando em minha vida as pessoas certas para me ajudarem na caminhada. A Ele seja toda a honra e glória!

Aos meus pais, Ney Marshul e Elenir Paes, que me incentivaram, cobraram e lutaram comigo em todos os momentos, com amor e carinho. Amo vocês. Ao meu irmão Anderson, que está longe, mas que nunca me deixou desanimar, sempre apoiando com palavras de incentivo.

À minha primeiramente amiga Thays de Moraes, que é minha namorada e sempre esteve ao meu lado, ajudando, incentivando e apoiando e cujo TCC inspirou a concepção do presente trabalho. Amo-te.

Aos membros desta banca, em especial ao meu orientador, Prof. Me. Victor Façanha Serra, o qual participou como membro de minha banca de Bacharelado e agora me honra novamente como orientador neste trabalho e ao Prof. Dr. Waldomiro Paschoal Júnior, o qual foi meu orientador no curso de Bacharelado e me honra novamente com sua presença nesta banca

Ao Prof. Maycon Alberto Silva da Silva, supervisor de estágio pela Escola Salesiana do Trabalho, sem o qual este trabalho não seria possível. Muito obrigado pela paciência e compreensão para comigo no desenvolver deste projeto e das atividades de estágio, mas também à equipe da escola e aos seus alunos, sem os quais este trabalho não existiria.

Ao Prof. Renato de Andrade Afonso, professor pela Escola Tenente Rêgo Barros o qual também se mostrou um excelente supervisor, provendo-me conselhos e corrigindo-me nos meus erros que percebia.

Aos outros professores com os quais estagiei, a saber: Prof^a. Adriana Bentes e Prof. Claudino de Oliveira pela Escola EEFM Santa Luzia, Prof^a. Lenira Cordeiro também pela Escola Salesiana do Trabalho e Prof. Leonardo Baptista Barreto também pela Escola Tenente Rêgo Barros

À UFPA e FACFIS pela oportunidade.

Obrigado a todos os meus amigos e àqueles que torcem por mim.

“O Ontem não é nosso para recuperarmos,
mas o amanhã é nosso para ganhar ou
perder.”

Lyndon B. Johnson

RESUMO

PAES, Andrey Coelho. **Ensino de Física Por Meio de Experimentos**: Uma Aplicação da Aprendizagem Significativa no Ensino Médio. 2019. 80 f. Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Pará, 2019.

A educação é um campo de atividade que remonta os primórdios das sociedades humanas. Desde afazeres domésticos à caça, manufatura ou mesmo à arte, tudo depende de um processo de ensino e aprendizagem. Muito se tem debatido sobre as diversas teorias sobre este processo e como elas devem ser implementadas para que sejam obtidos resultados duradouros. Neste trabalho, procuramos desenvolver a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel através de uma experiência pedagógica em sala de aula na Escola Salesiana do Trabalho, consistindo de três conteúdos em dois experimentos: Máquinas Térmicas e Transformações Cíclicas, aplicado por meio de uma experiência com um barquinho a vapor e Associação de Resistores, aplicado por meio de uma placa de circuito com resistor de chuveiro e lâmpada incandescente. Os resultados obtidos se mostraram promissores, pois os depoimentos dos alunos mostram que é possível desenvolver uma prática educativa que seja de fato significativa para o público alvo, os alunos. Enajamos que este trabalho possa ser também um incentivo para que mais graduandos da Física possam fazer atividades similares.

Palavras-chave: Educação, Processo de Ensino-aprendizagem, Aprendizagem Significativa, David Ausubel.

ABSTRACT

Education is a field of activity that goes back to the beginnings of human societies. From household chores to hunting, manufacturing or even art, it all depends on a teaching and learning process. Much has been debated about the various theories about this process and how they should be implemented to achieve lasting results. In this paper, we seek to develop David Ausubel's Theory of Meaningful Learning through a pedagogical classroom experience at the Escola Salesiana do Trabalho, consisting of three subjects in two experiments: Thermal Machines and Cyclic Transformations, applied through an experiment with a steamboat and Resistors Association, applied by means of a circuit board with a shower resistor and an incandescent lamp. The results were promising, as the students' statements show that it is possible to develop an educational practice that is in fact meaningful to the target audience, the students. We hope this work can also be an incentive for more undergraduate physics students to do similar activities.

Keywords: Education, Teaching-learning process, Meaningful Learning, David Ausubel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | | |
|-----------------|----|---|----|
| Fotografia | 1 | Projeto Máquinas Térmicas. | 33 |
| Fotografia | 2 | Projeto de Experiência com Eletrodinâmica. | 34 |
| Fotografia | 3 | Procedimento Para Preencher de Água a “Caldeira” do Barco | 35 |
| Fotografia | 4 | O Barco se Movendo Sob a Ação do Vapor na Caldeira e no Propulsor de Canudinho. | 36 |
| Fotografia | 5 | Apresentação do Projeto Máquinas Térmicas. | 36 |
| Fotografia | 6 | Apresentação do Multímetro para o Experimento de Eletrodinâmica. | 37 |
| Fotografia | 7 | Apresentação de Eletrodinâmica. | 39 |
| Fotografia | 8 | Vista de Cima (esquerda) e de Perfil (direita) do Barco, Indicando suas Partes Importantes. Apêndices. | |
| Fotografia | 9 | Porta-vela Construído para o Experimento. Apêndices. | |
| Fotografia | 10 | Barco a Vapor com a Posição do Porta-vela. Apêndices. | |
| Fotografia | 11 | Placa de Circuitos para Experiência de eletrodinâmica. Apêndices. | |
| Gráfico | 1 | Resultados do Questionário 1 Aplicado aos Alunos do 2º Ano. | 40 |
| Gráfico | 2 | Resultados do Questionário 1 Aplicado aos Alunos do 3º Ano. | 41 |
| Gráfico | 3 | Definição de Calor. | 42 |
| Gráfico | 4 | Definição de Corrente Elétrica. | 44 |
| Gráfico | 5 | Definição de Resistores. | 45 |
| Gráfico | 6 | Percepção dos Conceitos nos Experimentos. | 46 |
| Gráfico | 7 | Interesse na Prática de Experimentos. | 46 |
| Esquema Gráfico | 1 | Representação Esquemática do Circuito Presente na Placa. Apêndices. | |
| Esquema Gráfico | 2 | Representação Esquemática do Circuito Quando Utilizamos a Função Voltímetro. Apêndices. | |
| Esquema Gráfico | 3 | Representação Esquemática do Circuito Para a Medida da Resistência da Lâmpada. Apêndices. | |
| Esquema Gráfico | 4 | Representação Esquemática da Medição da Resistência Total do Resistor de Chuveiro. Apêndices. | |
| Esquema Gráfico | 5 | Representação Esquemática da Medição das Resistências Elétricas de Cada um dos Seguintes. | |
| Esquema Gráfico | 6 | Representação Esquemática das Associações Mistas. Apêndices. | |
| Esquema Gráfico | 7 | Representação Esquemática da Medição da Corrente que Atravessa Este Circuito. Apêndices. | |
| Esquema Gráfico | 8 | Representação de Movimento Ordenado de Elétrons ou Íons Negativos (esquerda) e de Prótons ou Íons Positivos (direita). Apêndices. | |
| Esquema Gráfico | 9 | Gráfico de $U \times i$ Mostrando a Relação Linear Entre | |

| | | |
|-----------------|----|--|
| | | os Dois. Apêndices. |
| Esquema Gráfico | 10 | Representação em Circuitos Esquemáticos de um Resistor. Apêndices. |
| Esquema Gráfico | 11 | Representação Esquemática de uma Associação em Série de Três Resistores. Apêndices. |
| Esquema Gráfico | 12 | Representação Esquemática de uma Associação em Série de n Resistores. Apêndices |
| Esquema Gráfico | 13 | Representação Esquemática de uma Associação em Paralelo de Três Resistores. Apêndices. |
| Esquema Gráfico | 14 | Representação Esquemática de uma Associação em Paralelo de n Resistores. Apêndices. |
| Esquema Gráfico | 15 | Representação Esquemática de uma Associação Mista. Apêndices. |
| Esquema Gráfico | 16 | Representação Esquemática de uma Associação Mista. Primeiro Resolvemos a Associação em Paralelo Intermediária. Apêndices |
| Esquema Gráfico | 17 | Representação Esquemática de uma Associação Mista. Resolvemos a Associação em Série Resultante. Apêndices. |
| Esquema Gráfico | 18 | Representação Esquemática Final com o Resistor Resultante da Associação. Apêndices. |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 EDUCAÇÃO, ENSINO E APRENDIZAGEM: AS TEORIAS PEDAGÓGICAS DE APRENDIZAGEM | 15 |
| 2.1 Os Agentes do Processo Educacional Na Escola da Educação Básica | 16 |
| 2.1.1 O Professor da Educação Básica | 17 |
| 2.1.2 O Aluno | 20 |
| 2.2 As Raízes da Aprendizagem | 21 |
| 2.2.1 Motivação | 22 |
| 2.2.2 Resposta | 23 |
| 2.2.3 Generalização | 23 |
| 2.2.4 Transferência | 24 |
| 2.2.5 Hábito | 24 |
| 2.3 Teorias de Aprendizagem | 25 |
| 2.4 David Ausubel e Aprendizagem Significativa | 26 |
| 3 UMA EXPERIÊNCIA COM A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA | 30 |
| 3.1 Metodologia do Projeto | 31 |
| 3.1.1 Os Subsúnciores | 33 |
| 3.2 A Experiência Pedagógica | 34 |
| 3.3 Resultados | 39 |
| 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 48 |
| REFERÊNCIAS | 50 |
| APÊNDICES | |

1 – INTRODUÇÃO

Questões behavioristas mecanicistas do início do século XX ainda são tratadas no meio acadêmico como sendo atuais. Henklain e Carmo (2013) apresentam as contribuições do behaviorismo para a educação, associadas a três categorias, que são: as contribuições do behaviorismo na educação, papel do professor e sistematização do ensino em uma base comportamental. Entendemos que não há um caminho determinado a ser seguido pelo professor no ambiente escolar de forma a torná-lo mais produtivo em relação ao ensino-aprendizagem.

A pesquisa e a formação continuada podem ser meios eficazes para se encontrar uma teoria de aprendizagem mais adequada que possa responder aos anseios dos professores em sala de aula na escola de ensino básico. De acordo com Miceli (2017, p. 1), “a Formação Continuada torna-se uma ferramenta fundamental, capaz de contribuir para o aprimoramento do trabalho docente, fortalecendo vínculos entre os professores e os saberes científico-pedagógicos”.

Ao longo do século XX vários pensadores, psicopedagogos e educadores vêm tentando traçar caminhos, modelos e maneiras de podermos enfrentar o desafio da educação de forma positiva, tratando sobre as reformas do ensino brasileiro e enxergando mais à frente os resultados que podemos colher utilizando teorias e ferramentas adequadas para o cumprimento dos nossos objetivos. (Silva, 2017).

A educação é um campo de ação muito vasto, e, por isso mesmo é muito fácil de se perder quando a busca por um modelo utópico de ensino, que responda a tudo de forma natural e segura, é a premissa básica do educador. Assim, nesse período em que estagiamos e construímos este trabalho, pudemos perceber que a educação é, sobretudo, ação, trabalho, busca incessante pela excelência e, ao cabo de tudo, um infundar de recomeços, de adaptações, de rearranjos e de novos projetos, pois ao tratarmos com pessoas, que são nossos educandos, estamos tratando principalmente com um ser dinâmico, que não é igual todos os dias, mesmo que sejam as mesmas pessoas.

Logo, para darmos cabo de um trabalho que busca responder, mesmo que parcialmente, uma das demandas da educação, que é a forma como o aluno aprende, tivemos que procurar entender as teorias de ensino e aprendizagem, além do aluno e a sua relação com a aprendizagem no ambiente escolar. Estudar Ausubel foi, então, a peça chave para que pudéssemos descobrir não o caminho, mas um dos caminhos que podem nos levar a lograr frutos importantes nessa caminhada, que é o processo educativo, ou mesmo, se quisermos ser reducionistas, ao momento de aprendizagem em sala de aula.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma prática educativa com alunos do 2º Ano e do 3º Ano do Ensino Médio em uma escola regular de Belém, por meio de duas experiências pedagógicas com exposição de conteúdos. Tal prática desenvolvida foi feita com um barquinho a vapor feito de isopor, alumínio e canudinhos plásticos onde utilizamos conceitos de Máquinas Térmicas e Transformações Cíclicas para o 2º Ano e com uma placa de circuito com uma lâmpada incandescente e um resistor de chuveiro trabalhando conceitos de Associação de Resistores para o 3º Ano.

Utilizamos a teoria pedagógica de Ausubel, chamada de Aprendizagem Significativa, além de tratarmos sobre as raízes da aprendizagem, segundo Freeman, (1977). Aplicamos dois questionários para coleta de dados, um antes e outro depois das experiências com o objetivo de perceber se houve mudança de percepção dos conteúdos e se a aprendizagem foi de fato significativa para os alunos após a prática educativa.

No segundo capítulo deste trabalho procuramos abordar o assunto referente a educação, ensino, aprendizagem e também sobre as teorias pedagógicas de aprendizagem. Fizemos um breve apanhado histórico sobre a educação e discutimos sobre os seus agentes e os papéis de aluno e professor no processo educativo. Discorreremos também sobre as raízes da aprendizagem e como estes conceitos são importantes para uma boa prática de sala de aula.

Ainda no mesmo capítulo 2 fizemos uma abordagem sobre a teoria chave para a nossa abordagem, que é a aprendizagem significativa

proposta por David Ausubel, que preconiza conteúdos prévios, subsunções, para fazerem a ancoragem de novos conhecimentos, nos quais baseamos a nossa experiência pedagógica com apresentação de conteúdos da disciplina Física do Ensino Médio.

Na terceira parte do trabalho apresentamos a experiência propriamente dita, com a sua metodologia completa, local de apresentação, seus resultados e uma breve discussão destes, apresentados por meio de gráficos produzidos pela tabulação estatística dos dados coletados.

Por fim fizemos breves considerações finais que são, principalmente, de cunho autocrítico e avaliativo, mas que também deixamos transparecer nas tais, que ensejamos ter produzido um material que pode, de alguma forma, assessorar outros colegas da Física que tenham interesse em desenvolver práticas educativas utilizando a teoria da Aprendizagem Significativa.

2 – EDUCAÇÃO, ENSINO E APRENDIZAGEM: AS TEORIAS PEDAGÓGICAS DE APRENDIZAGEM

Um dos ¹processos sociais mais antigos, que remonta às nossas origens, é a educação. Segundo Caleffi (2008, p. 32) educação é “[...] um amplo processo não vinculado necessariamente a um sistema de ensino institucionalizado ou mesmo à existência da língua escrita”. A fala, o andar, o comer, o vestir e tantos outros elementos da nossa sobrevivência ou da cultura de uma família, tribo ou sociedade mais complexa, são produzidos e reproduzidos por algum sistema de educação, seja ele pessoal, familiar ou mesmo institucional. “Todos os elementos e noções que um sujeito aprende e que faz dele membro de uma determinada comunidade constitui um processo educativo”. (CALEFFI, 2008, p. 32).

Vários autores convergem ao pensamento de que a educação é uma construção social. Pacheco (2010), afirma que “O termo educação é muito abrangente, pois envolve todo processo de vivência do ser humano no contexto que ele está inserido”. Ou seja, na sua comunidade, na sua sociedade. Aranha (2006, p. 15) também contextualiza o processo educacional de uma forma ampla, “já que o fenômeno educacional se desenrola no tempo e faz igualmente parte da história”. Costa e Rauber (2009) apresentam a educação como um processo social já nas sociedades primitivas, mesmo antes do surgimento da escrita.

O processo educativo ainda nas sociedades primitivas constituía-se basicamente por métodos informais, por um mecanismo denominado endoculturação, no qual os valores, princípios e costumes eram transmitidos às gerações futuras por meio da convivência em sociedade. Desse modo, os novos indivíduos eram integrados à ordem social. Todavia, a transmissão desses valores, limitava-se somente à memória, ou seja, não havia nenhum mecanismo além da convivência que registrasse esses valores culturais nas sociedades antigas. (COSTA; RAUBER, 2009, p. 242).

O florescimento das sociedades mais antigas, como o estabelecimento das cidades na região da Mesopotâmia é também um

¹ Processos sociais são as formas pelas quais os indivíduos se relacionam uns com os outros, ou seja, as formas de estabelecer as relações sociais. (DANTAS, [2008], p. 1)

marco no processo educacional, já que a invenção da escrita e o domínio da linguagem visando a preservação dos fatos, os contratos, as leis e demais demandas sociais, são possíveis graças a um processo educacional mais formalizado, institucionalizado, mesmo que ainda nas mãos de duas classes sociais apenas, os escribas e os sacerdotes.

Desse modo, a escrita surge como uma ferramenta capaz de demarcar os eventos ocorridos ao longo do tempo, tornando os eventos menos suscetíveis ao esquecimento e/ou a deturpação dos mesmos, devido ao fato de não estarem registrados, e também como uma forma mais eficaz de transmissão de conhecimento aos descendentes. (COSTA; RAUBER, 2009, p. 242)

Um povo antigo que deixou um legado importante para a educação foi o grego. O pensamento grego era centrado no domínio da linguagem e da literatura, o que proporcionou o surgimento das duas grandes cidades gregas, Atenas e Esparta, que permearam a sua cultura em todo o mundo da época. A educação grega privilegiava o desenvolvimento do indivíduo e suas potencialidades, sendo seus principais expoentes Aristóteles, Sócrates e Platão, que ainda são relevantes no contexto da educação atual.

No pensar grego, a educação era conceito de liberdade política onde preparava o indivíduo para a cidadania, para o amor pelo saber e acima de tudo para conhecimento de si próprio. Com isso, percebia-se que a educação grega, pautava-se na liberdade política e moral, no desenvolvimento intelectual e na racionalidade. (PACHECO, 2010).

Se entendemos que a educação é um processo, logo somos levados a concluir que existem agentes, relações, métodos e meios materiais para que esse processo tenha seus resultados. Passaremos a discorrer brevemente sobre cada um desses itens sumamente importantes para o processo educacional.

2.1 – Os Agentes do Processo Educacional Na Escola de Educação Básica

O Dicionário Michaelis da Língua Portuguesa define processo como “Ação ou operação contínua e prolongada de alguma atividade; Sequência contínua de fatos ou fenômenos que apresentam certa

unidade ou se reproduzem com certa regularidade; andamento; desenvolvimento”. (DICIONÁRIO MICHAELIS ONLINE, 2019). Assim, entendemos que a educação é um processo dinâmico, que está em andamento, que não é fechado e nem concluso, mesmo que formalmente alguma fase do processo seja dada como terminada ou vencida.

Durante o processo educacional os agentes que dão a dinâmica ou movimentam o todo podem ser identificados de forma simples. Participam como agentes do processo educacional formal os diretores das instituições, secretários, agentes de portaria, de merenda escolar, pedagogos, assistentes sociais e diversos profissionais. Mas vale ressaltar que há dois agentes que, sem os tais, o processo não tem como funcionar, não acontece, que são o professor e o aluno. O papel do professor tem sido esvaziado na educação básica, onde se coloca o aluno como protagonista principal no processo, porque de alguma forma o aluno pode aprender sozinho. Gonçalves (2008) afirma que

Segundo alguns autores como Duarte (2001), Balzan (1989), Arce (2001), a prática pedagógica orientada pela pedagogia do “Aprender a aprender” estava fundamentada por princípios neoliberais, ou seja, a mesma tinha como foco levar os alunos a adquirirem algumas competências para atuar no mercado de trabalho, sendo o papel do professor secundarizado e o conteúdo esvaziado ou diluído do currículo escolar. (GONÇALVES, 2008, p. 3).

Se levarmos em conta apenas ambientes informais, como a família, não há, de fato, a necessidade de um professor para ensinar coisas do dia a dia. Porém, vale lembrar que se alguém aprende, aprende com outro alguém ou com algo, e a esse ou àquilo, pode-se considerar um professor.

2.1.1 – O Professor da Educação Básica

Um dos dois pilares essenciais da educação, sem os quais ela passa a não existir, o professor tem, ao lado do aluno, um papel

relevante em relação aos outros componentes do sistema educacional em qualquer ambiente, instância ou sociedade.

O professor, ao longo do tempo, tem sido visto como o dono do conhecimento e, assim, ministra esse conhecimento a uma turma ou mesmo a um único aprendiz de forma individual. Embora essa seja uma das formas em que se vê a função de professor, ela precisa ser superada. Para Torres e Irala (2015),

Educadores construtivistas reconhecem a ineficiência de uma postura centralizadora, na qual o professor é o detentor e “dono” do conhecimento, repassando-o para os alunos. Este deve, sim, ser um agente que provoca o desequilíbrio cognitivo dos alunos, envolvendo-os em todo processo cognitivo e colocando-os no centro do processo de aprendizagem. (TORRES e IRALA, 2015, p. 72).

A imagem do professor sempre foi uma imagem romantizada e, até certo ponto, idealizada. Oliveira e Giovani (2018) apresentam os resultados de uma pesquisa com alunos de pedagogia egressos de uma universidade privada do estado de São Paulo no período de 2010 a 2014 e descreve bem essa situação, em que os alunos de diversos cursos de licenciatura entram na universidade com uma visão idealizada do professor e, ao final, a maior parte percebe que esse tipo de visão está mudando. Porém, como afirmam estes autores, uma grande parte dos alunos sai da universidade ainda com este tipo de visão romantizada do que é ser professor.

Apesar disso, enquanto parte dos egressos acredita que, para ser um bom professor é necessário o conhecimento de teorias, técnicas e recursos pedagógicos, assim como, ter interesse por questões educacionais, outros ainda citam o carinho e interesse por crianças como mais relevantes, confirmando a visão romantizada do ensino e culturalmente disseminada. (OLIVEIRA e GIOVANI, 2018, p. 279).

Atualmente o professor tem tido a sua posição dentro do sistema educacional senão mudada, mas até certo ponto revista. E isso tem se tornado um fator importante para que a educação institucional tenha tido um incremento de qualidade, pois nessa visão o professor deixa de ter um papel central no processo de ensino e passa a ser um condutor do aluno, do seu aprendiz. O professor se torna, então, um orientador, um assessor,

condutor do processo de aprendizagem e de construção de novos conhecimentos para o aluno. (OLIVEIRA e ARAÚJO, 2016).

Longe de ter seu papel diminuído por não ser mais considerado o “catedrático”, o dono do saber, o professor passa a ter um incremento de funções e papéis que o coloca ainda mais no foco do processo educacional e lhe impõe mais responsabilidades em relação ao seu próprio conhecimento, mas principalmente às suas atribuições e como poderá utilizar metodologias de ensino que possam fazer seus alunos aprenderem o que é necessário e também como conduzi-los nesse processo ao longo da temporada escolar. O papel do professor atualmente é desafiador e, se vencidos os desafios a contento, haverá ganhos permanentes não apenas para os alunos em si, mas também para a sociedade como um todo.

O desafio de contribuir com a educação do jovem e do cidadão, num momento de mudanças e incertezas e a necessidade de resgatar valores tão importantes condizentes com a sociedade contemporânea leva o professor a entender que deverá exercer um novo papel, de acordo com os princípios de ensino-aprendizagem adotados, como saber lidar com os erros, estimular a aprendizagem, ajudar os alunos a se organizarem, educar através do ensino, entre outros. (SANTOS, [20--]).

Para Sidi (2017), na relação existente entre ensino e aprendizagem, o professor exerce um papel fundamental. Carvalho e Rosa (2013) consideram que o papel do professor não se encerra apenas na mediação do conhecimento para o aluno, mas que também possa prover acesso à cultura e à ciência de forma que o aluno possa se sentir parte do processo educativo através da experiência da aprendizagem.

No sentido de que possa cumprir não apenas o seu papel no sistema, mas também para que consiga a consecução de seus objetivos de ensino em sala de aula, dos seus conteúdos, faz-se necessário que o professor desenvolva algumas competências. Noffs *apud* Sidi (2017) afirma que o professor precisa 1. Conhecer concretamente o aluno; 2. Ter profundidade no conteúdo; 3. Conhecer procedimentos básicos relacionados aos conteúdos; 4. Conhecer procedimentos de avaliação da consecução de objetivos; 5. Reconhecer que a interação professor-aluno é um facilitador do

processo de aprendizagem; 6. Reconhecer a dimensão do seu trabalho na sala de aula.

O escopo principal deste trabalho não é a abordagem da função do professor principalmente, mas achamos que é importante mencionar, mesmo que brevemente o seu papel na educação, no sentido de contextualizar a nossa pesquisa sobre o como ensinar e como conduzir de forma mais significativa o processo de aprendizagem do aluno.

2.1.2 – O Aluno

Historicamente o papel do aluno na educação tem sido o de sujeito passivo. Como já mencionado anteriormente, o professor há muito tem seu papel tido como o mais relevante de todos, pois sempre foi visto como o detentor dos conhecimentos e o aluno como uma espécie de depósito que precisava ser completado com informações que apenas os professores detinham. Como já mencionamos, o professor e o aluno são as duas peças-chaves do processo de ensino-aprendizagem e de qualquer sistema educacional institucionalizado ou não, sem os quais, de fato, nenhum sistema de educação poderá subsistir. Logo, há uma interação muito forte entre esses dois entes, sendo que um reflete o papel do outro em sala de aula. Se na atualidade há uma mudança no papel do professor na educação, isso se reflete claramente no papel do aluno também. Temos um tipo de atribuição do aluno dentro da pedagogia chamada tradicional, a que vem sendo aplicada há mais tempo e outro tipo de atribuição do ponto de vista da pedagogia chamada por Libâneo (1994) de Didática Ativa.

Silva (2011, p. 15) afirma que na perspectiva da pedagogia tradicional “a postura do educando é a de mero expectador, que assimila os conhecimentos de maneira disciplinada, repetitiva, reproduzindo tal e qual o que lhe é repassado”. Esse é um contexto em que o educador é tido sempre como aquele que tem o protagonismo no contexto educacional, ficando o aluno com um papel secundário onde, muitas vezes, não tem sequer uma boa participação das atividades de sala de aula.

Já na proposta da Pedagogia Ativa, o aluno passa a dividir com o professor o papel principal no processo educativo, sendo também em grande parte um produtor de conhecimento, ou mesmo um partícipe

importante na produção deste. Silva (2011, p. 16) afirma que nessa nova corrente pedagógica o aluno passa a ser um sujeito “ativo, participativo, autônomo e independente” Para esta autora, a mudança de paradigmas na relação aluno x professor está acontecendo

[...] porque entende-se como mais importante do que a aquisição do produto final do saber elaborado pela humanidade é a descoberta de mecanismos e dos processos de construção do saber. [...] Isso quer dizer que o mais importante no processo é o aluno se apropriar do saber fazendo e/ou construindo, ou seja, o aluno constrói interpretações através da sua interação com a realidade. Nesse sentido a formação do educando se amplia, pois ele é incentivado a participar, interagir e se comunicar. (SILVA, 2011, p. 16).

Com a perspectiva de mudança no papel do aluno e do professor no processo ensino-aprendizagem, podemos entender que temos novos tipos de desenvolvimento das situações pedagógicas e também um novo cenário em relação ao binômio ensino-aprendizagem. Para entendermos de forma mais ampla esse processo, precisamos entender como se dão as relações de ensino-aprendizagem e quais os métodos estaremos utilizando na consecução dos nossos objetivos.

2.2 – As Raízes da Aprendizagem

O homem tem-se mostrado, historicamente, um ser que não apenas busca aprender, como também procura entender o funcionamento do como aprender. Desde as escolas de escribas da antiguidade até nossos dias, há uma procura intensa pelo desenvolvimento de maneiras que pudessem facilitar o aprendizado. (ARANHA, 2006).

Bigge, (1976) afirma que as teorias mais sistematizadas sobre o processo de ensino-aprendizagem começaram a surgir no séc. XVII, justamente para fazer frente aos modelos antigos. É preciso, então, apontar novos caminhos que possam melhorar o desenvolvimento do processo de aprendizagem. Freeman, (1977) mostra características que são comuns a várias teorias de aprendizagem, as quais ele entende que são relevantes para os professores. Este autor chama a este conjunto de características, raízes da aprendizagem, que são: 1. Motivação; 2. Resposta; 3. Generalização; 4. Transferência; 5. Hábito.

2.2.1 – Motivação

Talvez este seja o elemento mais importante da aprendizagem. Freeman, (1977) entende a motivação como a pedra angular da aprendizagem. Ela implica diretamente em que possa haver uma meta no processo de aprendizagem que tenha que ser alcançada. Tal meta se torna a razão da motivação.

Existe um sistema complexo de elementos que envolvem a característica chamada motivação, tais como recompensas, expectativas de êxito, pressão social, curiosidade, entre outros. Existem dois elementos fundamentais que operam neste sistema, que são: a necessidade e o “eu” do indivíduo. A necessidade, como fator desencadeante da motivação na busca de uma meta, se torna importante porque acaba sendo um estimulante da aprendizagem, uma vez que é um fator desencadeante. Porém, ao final do processo, pressupõe-se que, tendo sido alcançada a meta, uma recompensa fará a necessidade cessar. (Freeman, 1977)

A exemplo disso, podemos pressupor que determinado aluno necessite de uma determinada nota para avançar em uma disciplina que ele cursa, mas seu processo de aprendizagem ainda está aquém do necessário para o domínio dos conteúdos. Essa necessidade irá motivá-lo a melhorar a sua aprendizagem e, conseqüentemente, ao alcançar a nota que necessita para avançar, a meta é alcançada. Então sua recompensa vem com o avanço na disciplina e a sua necessidade cessa.

Consideramos também que o “eu” do indivíduo é importante na motivação do mesmo, porém é operado em condições subjetivas. Se, por exemplo, determinado aluno acha que deve ser considerado o melhor da classe e precisa sempre tirar nota 10 em todas as disciplinas que cursa, esse é o seu critério pessoal de motivação. Então ele estudará com afinco para atingir essa meta. Não discutimos aqui o que seria um “melhor aluno” de fato, porque no sistema escolar atual, será considerado melhor aquele que tem as melhores notas, não importando se ele aprende a matéria ou se apenas decora os conteúdos para as avaliações. Para Freeman, (1977, p. 42), a motivação “Requer o dispêndio de energia na busca de um determinado objetivo. Também implica uma reação ao êxito ou fracasso da operação”.

2.2.2 – Resposta

Se alguém está aprendendo, esse processo pressupõe a participação ativa daquele que aprende e um determinado tipo de resposta aos estímulos que recebe. Para Freeman, (1977), as possíveis respostas dadas pelo aprendiz estarão limitadas por três fatores: a) o nível de amadurecimento ou aptidão; b) a aprendizagem prévia; c) a percepção da situação de aprendizagem.

As respostas a uma situação de aprendizagem variarão com a própria constituição do indivíduo. Por exemplo, o êxito será reforçador, mas também pode acarretar desilusão ou tédio se a meta fixada for excessivamente baixa. O fracasso pode acarretar um recrudescimento de esforço – um pequeno obstáculo no caminho é capaz de produzir esse resultado – ou redundar numa atitude de desalento. (FREEMAN, 1977, p. 43).

É importante ressaltar que para desenvolver determinadas tarefas, seja em qualquer nível de aprendizagem no ambiente institucionalizado como fora dele, o educando necessita de um nível de aptidão para tais tarefas, assim como maturidade vivencial. No ambiente escolar, não é coerente pedir que uma criança que ainda está aprendendo aritmética, que resolva expressões algébricas. Também fora do ambiente escolar não se pode exigir que uma criança utilize, por exemplo, uma serra elétrica. São situações que exigem amadurecimento e aptidão. Essas duas situações exemplificadas também exigem aprendizagem prévia de conteúdos quando a maturidade e a aptidão necessárias tiverem sido adquiridas. E, caso haja uma boa percepção da situação de aprendizagem, a resposta poderá ser favorável, e não limitadas. (Freeman, 1977).

2.2.3 – Generalização

Quando utilizamos um processo de aprendizagem a situações que especificamente não se relacionam entre si, estamos fazendo uma generalização. Trata-se da aplicação de conceitos aprendidos em um campo determinado do conhecimento que é utilizado em campos distintos. Temos, por exemplo, teorias sociológicas aprendidas no campo da Sociologia, mas que podem ser aplicadas em diversas Ciências Humanas, como a Geografia, História, Antropologia.

Na própria Física nós utilizamos operações, equações e expressões que são conceitos da Matemática. Por exemplo, quando aplicamos uma expressão matemática a um conceito de velocidade escalar média ou de aceleração gravitacional, estamos fazendo uma generalização de um conceito de uma área, aplicando-o em outra área distinta. (Freeman, 1977).

2.2.4 – Transferência

Este processo trata-se do uso específico da aprendizagem em contextos próprios. Na Matemática e na Física a transferência é muito importante. Podemos imaginar um cálculo de área de uma praça de Belém, por exemplo. Quando o mecanismo de cálculo de área é aprendido, podemos usar o processo de transferência e aplicar, através do postulado, fórmula ou teorema, a cada uma das diferentes praças da cidade que quisermos conhecer a área e teremos o resultado naturalmente.

A transferência também pode funcionar de forma negativa ou inversa. Isso se dá quando uma aprendizagem prévia se entrecruza com uma nova aprendizagem. Se um digitador passa muito tempo trabalhando com um teclado padrão Português-Portugal e migra para um teclado padrão ABNT2, por exemplo, algumas teclas do novo teclado darão inputs de caracteres diferentes. Assim, o digitador vai errar uma parte da sua digitação por estar transferindo o conhecimento e a aprendizagem de um teclado para o outro.

Em qualquer campo de conhecimento ou de prática cotidiana, quando esses padrões de aprendizagem se entrecruzam e nos causam transtornos, precisamos deixar para trás o conhecimento anterior e focarmos no novo conhecimento ou nova prática. Freeman, (1977) chama este processo de desaprendizagem. Então precisamos desaprender a prática antiga e aprender a nova.

2.2.5 – Hábito

Chamamos de hábito ao processo ou comportamento aprendido de forma que se torna automático. São padrões difíceis de serem mudados porque envolvem uma complexa rede de processos geradores e a

motivação que os fará serem mudados deverá ser maior do que a motivação que os gerou. É importante que se possa desenvolver a aprendizagem através do hábito, principalmente no tocante a comportamentos, como pedir por favor quando precisar de alguma ajuda, pedir licença para falar ou mesmo agradecer a alguém que lhe serviu.

Sabemos que existem várias teorias de aprendizagem e que elas estão sendo estudadas por diversos pesquisadores e pedagogos, buscando aperfeiçoá-las em pontos que possam otimizar os rendimentos do processo de ensino-aprendizagem. O professor precisa gerar a sua própria formação continuada, buscando conhecer melhor quais teorias pedagógicas podem fazer com que a sua prática educativa seja aprimorada e como seu aluno pode ter um melhor rendimento. Nesse sentido, procuramos entender a teoria pedagógica de David Ausubel e aplicá-la em nossa pesquisa com os alunos criando e estimulando algumas situações de aprendizagem.

2.3 – Teorias de Aprendizagem

As teorias de aprendizagem têm sido abordadas historicamente no sentido de se procurar melhores maneiras de fazer com que o indivíduo consiga aprender mais e melhor. O ambiente escolar oficial ainda está embasado no sistema behaviorista mecanicista, onde a educação se desenvolve através da observação e do tutoramento do processo por um professor, sendo este o indivíduo mais importante da educação, pois é detentor do conhecimento.

Mesmo que ainda sejam as mais utilizadas, essas teorias vêm sendo questionadas e busca-se novos meios, novos caminhos e formas de ensinar e aprender que sejam mais, digamos, eficientes. Diante de todo esse embaralhamento de antigas e novas propostas para resolver o problema da aprendizagem, aquele que era tido como a figura central do processo, o professor, também busca para si um novo modelo de como melhorar a sua atividade de ensino e ser, de fato, um cooperador na formação de seus alunos. (MICELI, 2017).

Segundo Macedo, (1987 *apud* Rosso e Taglieber, 1992, p. 8) 'A escola, enquanto instituição social, possui um propósito prático, e, como

resultado de sua ação, está interessada na aprendizagem de um saber sistemático do aluno’.

Assim, importa que o aluno aprenda um conjunto de signos, símbolos e conteúdos sistematizados e que o professor seja o condutor do processo como um todo. Mas como fazê-lo? Rosso e Taglieber, (1992) afirmam que:

O professor, por outro lado, vive na angústia do seu ‘aqui e agora’ na sala de aula, ‘transpirando ensino’, aponta com o dedo em riste e desafia ao ‘teórico da educação’: - Chega de conversa! Chega de rodeios! Diga-me logo o que devo fazer para ensinar. Chega de teoria, queremos prática! (ROSSO E TAGLIEBER, 1992, p. 8).

O professor precisa, então, dominar conteúdos, conhecer metodologias de ensino, entender as fases e os fatores de desenvolvimento cognitivo dos alunos, mas, principalmente, ensiná-los a pensar, a construir um sistema de raciocínio, pois segundo Rosso e Taglieber (1992, p. 9), “Aprender a pensar e a construir conhecimentos de forma autônoma é uma aprendizagem que passa a fazer parte do próprio indivíduo”. Existem teorias de aprendizagem que podem ser utilizadas para ajudar o professor a conseguir chegar a esse propósito. As principais teorias de aprendizagem usadas na construção dos chamados métodos ativos de ensino, são baseadas nos pensamentos de Jean Piaget (Construtivismo), Lev Vygotsky (Zona de Desenvolvimento Proximal) e David Ausubel (Aprendizagem Significativa). Para cumprir o escopo deste trabalho, utilizamos a teoria de David Ausubel.

2.4 – David Ausubel e Aprendizagem Significativa

Nascido no Brooklyn, Nova York, em 1918, filho de uma família pobre de imigrantes judeus da Europa, David Ausubel foi um grande psicopedagogo, que apresentou a teoria da aprendizagem significativa. Quando era muito criança Ausubel teve uma experiência que lhe marcou na vida escolar. Por ter chamado palavrão, o professor passou sabão na sua boca e o colocou de castigo na parede. Ausubel então, considerou que a escola não passava de uma prisão para crianças.

Depois de crescido, percebeu que o modelo behaviorista mecanicista da educação não conseguia responder às necessidades de aprendizagem dos alunos. Estudou medicina e psicologia, exerceu a função de médico cirurgião assistente e psiquiatra do serviço público de saúde americano. Prestou serviços médicos para a Marinha e para a ONU, mas se destacou mesmo na área da Psicologia Cognitiva, publicando trabalhos e ministrando na Universidade de Illinois, Toronto, e em universidades europeias. (Distler, 2015).

Percebendo que o modelo mecanicista behaviorista não era produtor para o ensino, Ausubel desenvolveu a ideia de que a aprendizagem deveria ter algum significado para o aluno para que pudesse ser de fato, efetiva. Daí o nome da metodologia se chamar de aprendizagem significativa. Moreira, (2011) afirma que este conceito é compatível com a teoria construtivista de Piaget e a sociointeracionista de Vygotsky, sendo estas três visões as mais consideradas nas chamadas metodologias ativas de aprendizagem. O conceito método ativo se dá pela participação ativa do aluno na relação ensino aprendizagem, tirando o foco exclusivo do professor.

O modelo ausubeliano preconiza que o ser humano pode apreender uma vasta gama de conhecimentos de áreas diversas e dar significado a estes. Moreira (2011) apresenta a aprendizagem significativa como

[...] o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira **não arbitrária** e **substantiva** (não literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito. (MOREIRA, 2011, p. 26. Grifo no original).

A aprendizagem para ser significativa precisa ser não arbitrária e substantiva. Para não ser arbitrária, ou seja, para o assunto a ser aprendido não se relacionar arbitrariamente a qualquer campo de conhecimento do indivíduo, ele precisa se relacionar com um conhecimento já existente. Então esse conhecimento prévio precisa ser relevante e significativo. Ausubel os chama de subsunçores, que são como espécies de

âncoras que ajudam a fixar os novos conhecimentos na estrutura cognitiva do indivíduo.

Novas idéias [sic], conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias [sic], conceitos, proposições especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de 'ancoragem' aos primeiros. (MOREIRA, 2011, p. 26).

A ideia original de Ausubel considera que deva haver uma substantividade na aprendizagem, ou seja, que o novo conhecimento precisa ser a própria substância do que é aprendido e não que apenas esteja relacionado às palavras ou signos que delimitam seu conceito.

Os pontos de ancoragem referidos na teoria de Ausubel, são os chamados subsunçores. Estes subsunçores funcionam da seguinte forma: toda vez que o indivíduo necessita aprender um tipo novo de informação, seja um conceito, um postulado ou um conhecimento típico de uma determinada área, como a Física, por exemplo, ao contrário do ensino behaviorista mecanicista que trabalha com a massificação da informação para a memorização e posterior busca de compreensão, a aprendizagem significativa preconiza que haja uma primeira informação que já seja do domínio do indivíduo. É esse conhecimento prévio, subsunçor, que irá "ancorar" a internalização da nova informação que, ao ser concluída, passa a ser um novo subsunçor para um novo processo de aprendizagem.

Quando um indivíduo apreende o significado de um novo conceito a partir de outros conceitos que já possui, a elaboração do conteúdo cognitivo evidentemente se dá através dos mesmos processos da formação do conceito. Entretanto, as etapas do processo poderão se alterar, como, por exemplo, a última etapa poderá ser a primeira; o aprendiz primeiro aprende o símbolo verbal, por exemplo, 'subsunção', e depois passa por todos os demais processos que irão levá-lo a realmente adquirir o significado de 'subsunção'. (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 39).

Podemos considerar a teoria da aprendizagem significativa como um passo importante para uma mudança de paradigmas nas relações de ensino e aprendizagem, embora ainda tenhamos nas nossas escolas a forte presença do ensino behaviorista mecanicista. Porém, é através dos métodos ativos de ensino que verdadeiramente poderemos mudar a forma

como ensinamos e como o conhecimento poderá ser verdadeiramente retido pelo aluno, tendo significado maior para ele do que meramente o decorar conteúdos para fins de avaliação e mudança de ano na escola.

3 – UMA EXPERIÊNCIA COM A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Como já mencionamos acima, nossa prática educativa realizada por meio de uma experiência de aprendizagem significativa segundo o modelo de Ausubel, também considera importantíssimos os pilares da aprendizagem descritos por Freeman (1977), que são a motivação, a resposta, a generalização, a transferência e o hábito.

Embora não sejam o fundamento específico da nossa experiência, tais pilares, ou raízes da aprendizagem, termos que são definidos assim por Freeman (1977), foram perceptíveis durante a realização de nossa experiência. Os alunos se sentiram motivados a participar de todo o processo que desenvolvemos em sala de aula, respondendo com ações mais assertivas durante as práticas educativas, mostrando que podem fazer generalizações de conteúdo, transferir conhecimentos através de conceitos e também manter hábitos de estudos que possam fazê-los crescer na disciplina estudada.

Outro fator importante foi que, enquanto professor, percebemos a importância de ter uma boa teoria de aprendizagem para ter uma direção a seguir no nosso trabalho. Um projeto simples de educação, de ensino, pode ter um efeito muito positivo no final de um período educacional. Por mais simples que seja, ter um projeto educativo para seguir é bem melhor do que não ter projeto e tentar caminhar como que às cegas.

Para cumprir os objetivos desse trabalho, que foi a realização de uma prática educativa por meio de uma experiência pedagógica com conteúdo programático da disciplina de Física do Ensino Médio, utilizamos a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, onde abordamos conteúdos já trabalhados anteriormente para irmos um passo além, tratando-os como subsunçores ou âncoras do novo conhecimento a ser apreendido.

Procuramos, então, criar, organizar e estimular situações de aprendizagem segundo o modelo de Freeman (1977), a saber: recordar o que já havia sido trabalhado anteriormente, produzir uma aprendizagem assistida, utilizando as ferramentas da experiência, receber *feedback* dos alunos sobre a ministração dos conteúdos e finalmente transferir os conhecimentos necessários aos mesmos.

3.1 – Metodologia do Projeto

A prática educativa com a experiência pedagógica de conteúdos utilizando a Aprendizagem Significativa de Ausubel foi realizada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Salesiano do Trabalho, situado na Travessa Alferes Costa, 2403, no bairro da Pedreira em Belém, Pará. Estas atividades foram desenvolvidas com as turmas com as quais estagiamos, a saber: 202, 203, 205 e 206 para o 2º Ano e 301, 302, 304, 305 e 306 para o 3º Ano.

Foram aplicados dois questionários às turmas, o primeiro após as aulas normais e o segundo após a experiência pedagógica. Os modelos dos questionários estão disponíveis nos apêndices deste trabalho. O primeiro questionário foi realizado nos dias 06 e 08 de maio, durante os horários de aula de Física, por cerca de 20 a 25 minutos, a depender de cada turma. O segundo questionário e os experimentos foram realizados nos dias 18 e 19 de novembro, durando até 40 minutos para realização dos experimentos e preenchimento dos questionários.

Os primeiros questionários foram todos entregues nos minutos finais das aulas de física. Muitos alunos se mostraram receosos sobre o que escrever, principalmente quanto à questão do interesse na disciplina de Física, temendo alguma espécie de retaliação do professor a depender da resposta. Então tivemos que explicar que não haveria nenhum risco. Além disso, a maioria dos alunos mostrou uma preocupação grande em acertar, mas os instruímos que não era necessário, que queríamos a resposta mais verdadeira possível deles, incluindo o “não sei” e o “não lembro”. A resposta “não sei” nos seria mais útil que a resposta colada do caderno.

Para o segundo questionário, as observações quanto às respostas foram as mesmas, porém após concluído o primeiro dia, percebemos que as respostas dos alunos para as 3ª e 4ª questões dos questionários [idênticas para as duas turmas (vide questionários nos apêndices)] não correspondiam àquilo que procurávamos perceber. Assim, no segundo dia, passamos a instruí-los que na 3ª questão não era

necessário citar todos os conceitos, mas que citassem ao menos 1 por nome, visto que havia uma boa quantidade de respostas que diziam apenas “Sim.” no primeiro dia. Para a 4ª questão, igualmente, foram instruídos de modo a tentarem focar em falar sobre trazer experimentos para o ambiente da sala de aula, pois alguns estavam respondendo que acharam o experimento interessante ou que gostaram da explicação, o que não era a intenção da pergunta.

Nos dias do segundo questionário então, os alunos eram chamados para formar uma meia-lua ao redor da mesa para que pudessem observar os experimentos de perto, para só então responderem aos questionários.

No primeiro questionário para o 2º Ano, foi explorada a auto avaliação das impressões dos alunos sobre a disciplina de Física, com as questões Amo, Gosto, Neutro, Não gosto e Odeio. No mesmo questionário coletamos as respostas dos alunos sobre Calor e Mudanças de Fases em Função do Calor, além de pedirmos um exemplo sobre Mudança de Fase no cotidiano. No 3º Ano também exploramos a auto avaliação das impressões da disciplina de Física e coletamos as respostas sobre Resistores e Corrente Elétrica, além de exemplos de resistores. Há, porém, uma ressalva em relação ao primeiro questionário aplicado aos alunos do 3º Ano. Durante a resolução dos questionários na primeira turma do 3º Ano, a forte relação entre as questões 3 e 4 gerou dúvidas sobre como responder. Ao notar a sobreposição entre os conceitos das questões, instruímos os alunos a não responder a 4ª questão, avisando previamente às turmas seguintes.

Com o segundo questionário avaliamos o aprendizado de Calor e Máquinas Térmicas, além da percepção dos conceitos no experimento, nas turmas do 2º Ano. Complementarmente, questionamos o aluno sobre seu interesse na prática de experimentos como ferramenta pedagógica.

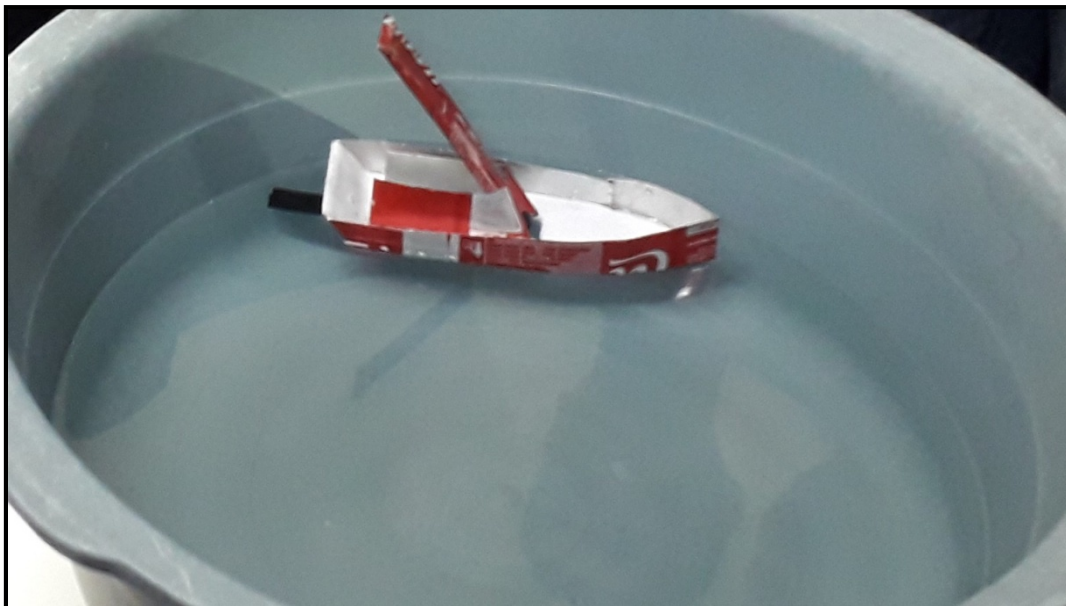
Similarmente, reavaliamos o aprendizado de Resistores e Corrente Elétrica, além da percepção dos conceitos no experimento com os alunos das turmas de 3º Ano. Novamente questionamos o aluno sobre seu interesse na prática de experimentos como ferramenta pedagógica.

3.1.1 – Os Subsunçores

Realizamos dois experimentos como práticas pedagógicas voltadas às turmas de Física do 2º Ano e do 3º Ano. Para o 2º Ano preparamos um experimento sobre Barquinho a Vapor, descrito por Gaspar, (2015, p. 189-191), o qual utiliza os conceitos da Termodinâmica (Transformações Cíclicas e Máquinas Térmicas). Conteúdos como Transmissão de Calor e 3ª Lei de Newton, foram utilizados como complementos de modo a servirem de subsunçores auxiliares para completar o experimento. Isto é, embora o foco do experimento seja Máquinas Térmicas e Transformações Cíclicas, os outros conteúdos são necessários para complementar a explicação de como o experimento funciona.

Devido a questões estéticas, o experimento foi trocado pela versão vista no Canal do Youtube Manual do Mundo, o qual usa os mesmos conceitos que o experimento presente no livro, porém possui uma estética mais interessante. O projeto deste experimento está descrito nos apêndices deste trabalho. (Fotografia 1).

Fotografia 1: Projeto Máquinas Térmicas

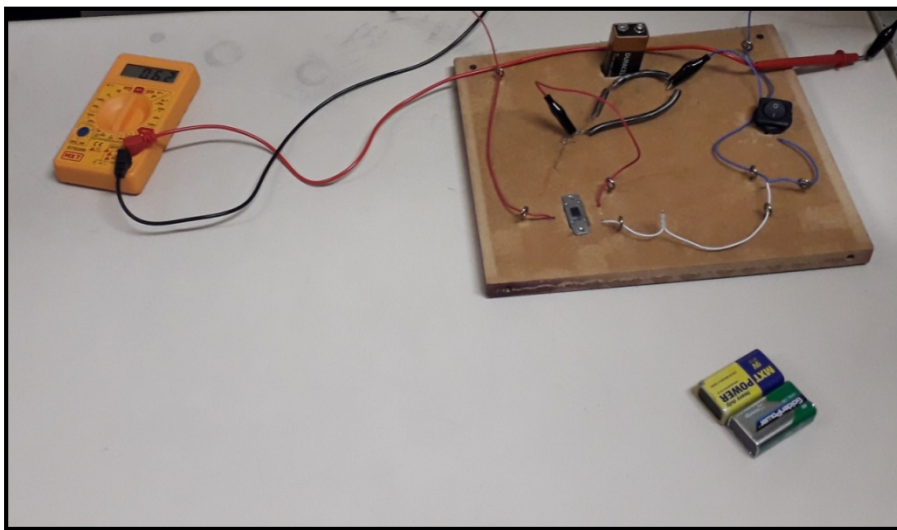


Fonte: Paes (2019)

No 3º ano, porém, o experimento é autoral, focando no conteúdo de Associações de Resistores (Série, Paralelo e Mista), tendo

como assuntos complementares os conteúdos de Corrente Elétrica e Voltagem, aplicados nos assuntos de 1ª Lei de Ohm e Potência Elétrica, funcionando como subsuções secundários a fim de completar a experiência apresentada. Este experimento consiste de uma placa de madeira com um resistor de chuveiro elétrico e uma lâmpada incandescente de 9V num circuito alimentado por uma bateria de 9V. O projeto do experimento está descrito nos apêndices deste trabalho. (Fotografia 2). Os subsuções utilizados estão descritos nos apêndices deste trabalho.

Fotografia 2 – Projeto de Experiência com Eletrodinâmica



Fonte: Paes (2019)

3.2 – A Experiência Pedagógica

O experimento do 2º ano consistiu em levar um pouco de água em um balde e despejá-la sobre uma bacia larga de modo a ter espaço para que o barco se deslocasse. Antes de iniciar o experimento, usamos uma vasilha pequena e despejamos parte da água nos canudinhos – virados com a saída para cima – do barco, de modo a preenchê-lo, substituindo o ar que estaria presente. Para garantir que o canudo do barco esteja preenchido, periodicamente, tapamos com os dedos as saídas dos canudos e chacoalhamos levemente, de modo a induzir as bolhas de ar a se deslocarem em direção à saída do canudinho. (Fotografia 3)

Fotografia 3: Procedimento Para Preencher de Água a “Caldeira” do Barco



Fonte: Paes (2019)

Repetimos estes procedimentos até a água se mostrar presente na abertura do canudinho, indicando que preenchemos devidamente de água. Então, mantendo os dedos cobrindo as saídas dos canudos, descemos o barco à água, de modo a deixá-lo em posição apta a navegar, com os canudos permanecendo debaixo da água. Passamos então a acender a vela que estava separada. Usamos a cera da vela derretida para aderirmos a mesma ao pedaço de alumínio designado como porta-vela.

Estando a vela em posição vertical sobre o porta-vela, levamos a mesma com cuidado, de modo a não apagá-la, para o espaço adaptado do barco para recebê-la, de modo que as chamas da vela aqueçam a caldeira. Em poucos segundos, o barco começa a realizar movimentos periódicos, ora movendo-se adiante, ora freando, de modo a parar. (Fotografia 4).

Durante os experimentos de 2º ano, houve muita curiosidade visto que entrávamos na sala com um balde cheio de água e uma bacia e, assim, os alunos perguntavam pra que serviria aquela água. Ao realizar o experimento no turno da tarde, ainda no primeiro dia, o experimento só funcionou na segunda tentativa. Para o segundo dia, o experimento tomou 3 tentativas e na quarta turma, o experimento demorou também bastante tempo. Deduzimos e explicamos para os alunos que tinha sido a questão da cola que não estaria suportando as altas temperaturas e cedendo. Em geral os alunos se mostraram tão interessados que alguns chegavam a subir em cadeiras pra garantir uma boa visão do que estava acontecendo. (Fotografia 5).

Fotografia 4: O Barco se Movendo Sob a Ação do Vapor na Caldeira e no Propulsor de Canudinho



Fonte: O Autor

Fotografia 5: Apresentação do Projeto Máquinas Térmicas



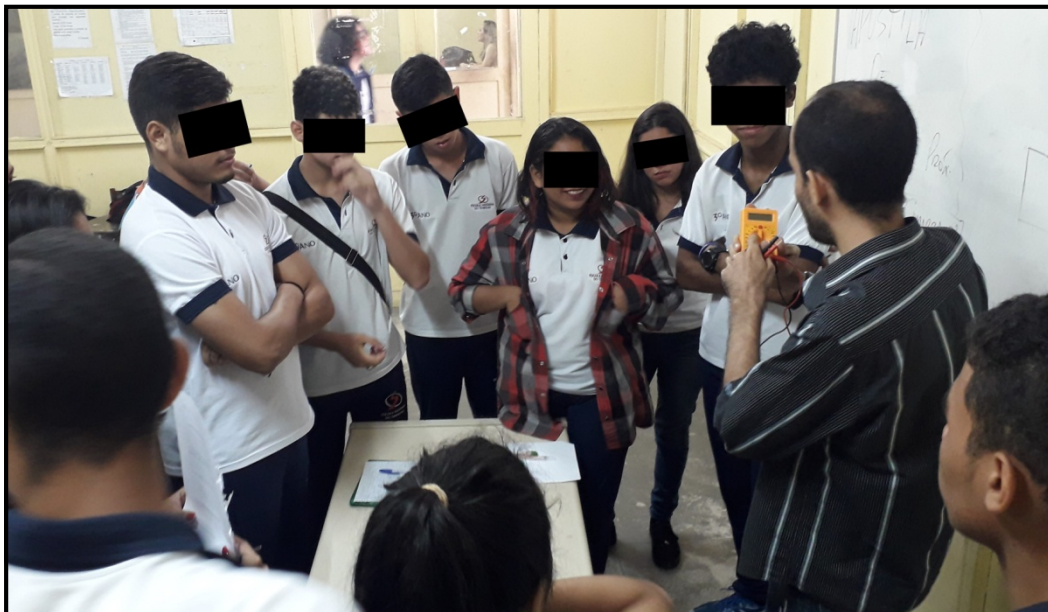
Fonte: Paes (2019)

Para o 3º ano, apesar de mais quietos, muitos alunos também se mostraram curiosos sobre o experimento e foram muito participativos. Na tarde do primeiro dia, porém, a energia foi desligada

durante a realização do experimento com o 3º ano (turma 306), devido a uma queda de energia inesperada, o que dificultou um pouco a realização do experimento, mas, com o uso dos celulares para iluminar, ainda foi possível prosseguir com o mesmo. No segundo dia, não ocorreram dificuldades, porém alguns alunos não participaram ativamente do experimento devido a preocupações com um trabalho de outra disciplina. Apesar disso, houve excelente engajamento dos alunos entre os presentes, quer segunda, quer terça, quer de manhã, quer à tarde.

No experimento de 3º ano, iniciamos colocando a placa de madeira com o circuito e colocamos o multímetro ao lado (Figura 2). Antes de iniciar o experimento, apresentamos aos alunos o multímetro, mostrando em sua interface suas funções de Amperímetro, Voltímetro e Ohmímetro, além da diferenciação entre as pontas de prova vermelha e preta. (Fotografia 6).

Fotografia 6: Apresentação do Multímetro para o Experimento de Eletrodinâmica



Fonte: Paes (2019)

No início do experimento, as chaves foram posicionadas de modo à corrente estar desligada, porém na expectativa de passar através da lâmpada de 9V, enquanto as garras de jacaré do resistor de chuveiro conectavam-se ao mesmo de modo a termos uma associação em série entre os 3 segmentos. Tomamos o multímetro e o posicionamos na função

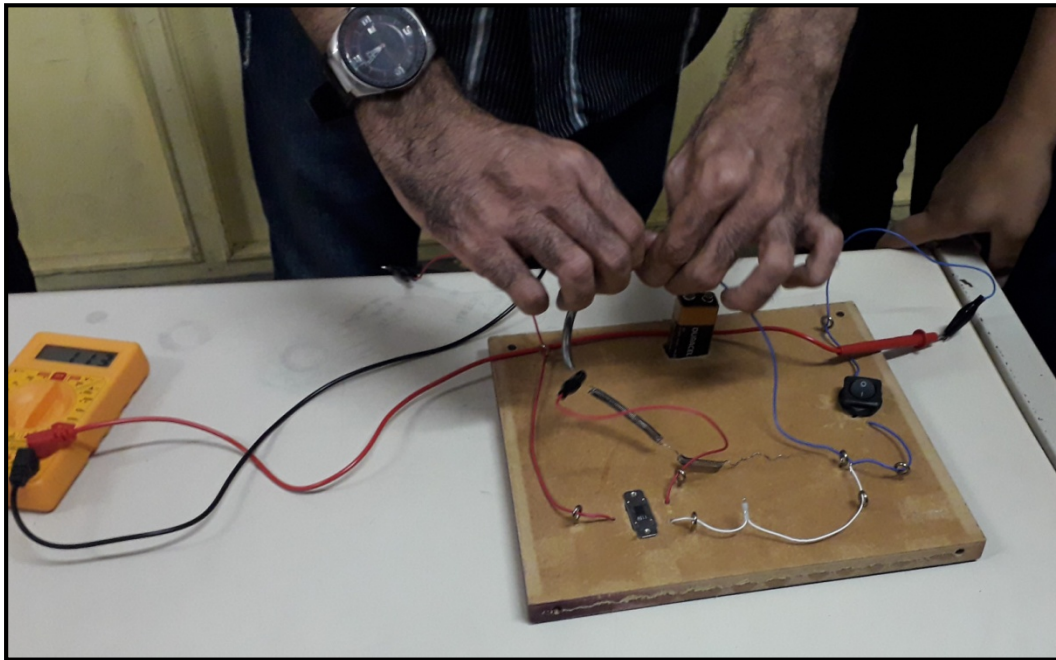
voltímetro e apresentamos a leitura de voltagem da pilha de 9V nova e posteriormente das pilhas usadas. Conectamos o circuito à bateria nova, e somente então ligamos a chave de modo a permitir que a corrente passasse através da lâmpada. Neste momento, apresentamos aos alunos cada componente do circuito e suas funções básicas.

Desligamos novamente a corrente a partir da chave e trocamos as conexões das garras de jacaré da bateria para as pontas de prova do multímetro. Mostramos então a função de Ohmímetro, realizando a leitura da resistência elétrica da lâmpada. Desligamos o circuito novamente e então alternamos a chave seletora de modo que a corrente passasse pelo resistor de chuveiro elétrico. Religamos o circuito e passamos a realizar a leitura de sua resistência. Anotamos este valor e então passamos a realizar a leitura de cada um dos segmentos de modo a construirmos o circuito em associação em série, e comparamos então as resistências equivalente e total medidas pelo multímetro.

Posteriormente, passamos a manipular o resistor de chuveiro de modo a criarmos outras associações. Para isso, manipulamos as garras de jacaré de modo a conectarem os resistores nas posições adequadas. Para a segunda associação mista, porém, tivemos que usar a mão para produzir o nó intermediário, visto que possuíamos apenas duas garras para três pontos (Fotografia 7).

Em todos estes casos, comparamos os valores das fórmulas de associações vistas em sala com os valores medidos no Ohmímetro. Como última etapa, calculamos o valor da corrente para a associação em série dos 3 segmentos e selecionamos a função de Amperímetro (sem fusível) visto que o valor da corrente esperada excedia o valor máximo da corrente medida no modo Amperímetro (com fusível), isto é, 0,2A. Seguimos as instruções contidas no aparelho e não mantivemos o circuito conectado por muito tempo, de modo a conservar a durabilidade do mesmo. Vimos que os valores medidos no experimento se aproximavam em muito dos valores teóricos calculados nas associações.

Fotografia 7: Apresentação de Eletrodinâmica



Fonte: Paes (2019)

Ao utilizarmos as baterias usadas, porém, víamos que o valor da corrente se mostrava inferior ao valor esperado, indicando uma potência abaixo da necessária. Ao conectarmos a bateria mais desgastada no circuito, vimos que a lâmpada não acendia com a mesma intensidade que com a bateria nova, evidenciando assim a potência baixa.

3.3 – Resultados

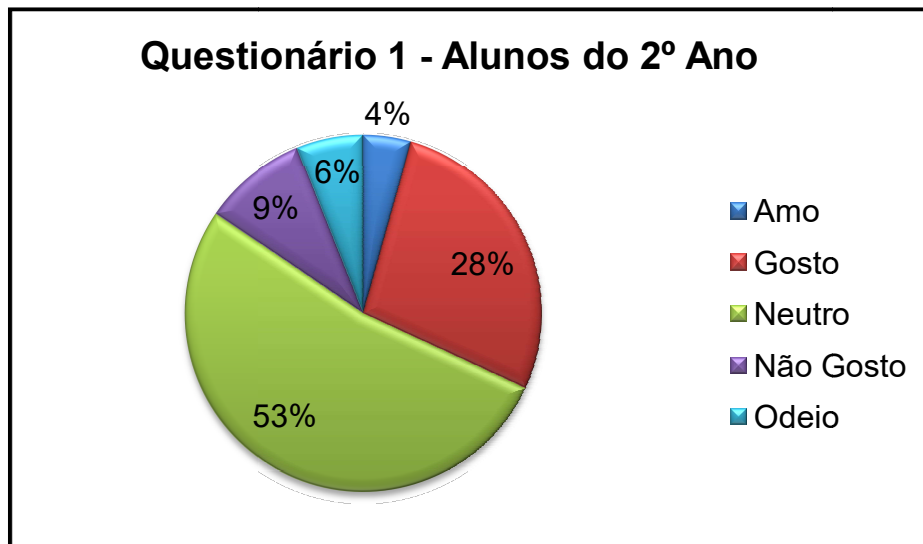
Para coletarmos os dados sobre a aprendizagem dos conteúdos de Física dos alunos, aplicamos dois questionários, como já foi mencionado anteriormente e que estão disponíveis nos apêndices deste trabalho. Como nossa abordagem é de uma experiência com a Aprendizagem Significativa, primeiramente procuramos saber qual o interesse dos alunos na disciplina Física. Para isso pedimos que respondessem sobre o seu interesse na disciplina com os graus de valoração: Amo; Gosto; Neutro; Não Gosto; Odeio.

Conforme podemos observar no Gráfico 1, que representa a amostragem das respostas do primeiro questionário aplicado aos alunos do

Segundo Ano, os valores de interesse mais extremos (Amo e Odeio) têm uma representatividade mais baixa. Esse dado é importante para a experiência, porque nos transparece que quase a totalidade das respostas qualitativas do segundo questionário não estão maculadas pelo fato do aluno ter um interesse muito elevado na disciplina ou ter um interesse muito baixo.

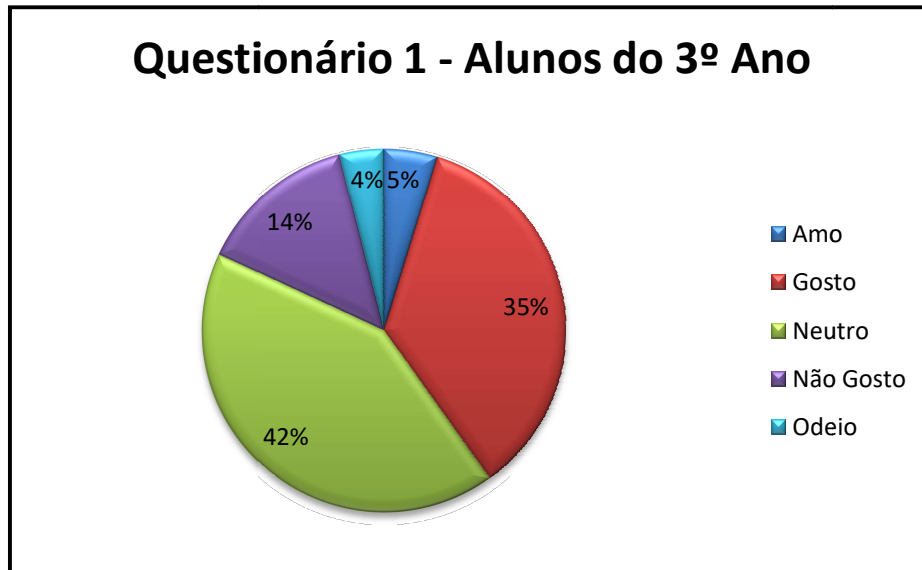
A realidade demonstrada no Gráfico 2, que coletou os dados dos alunos do Terceiro Ano, apresentando a amostragem do questionário similar ao anterior, é bem próxima à que é apresentada no Gráfico 1. Podemos inferir, então, que uma disposição mais neutra em relação à disciplina nos dá uma melhor condição de trabalhar uma aprendizagem que seja significativa e que possa também render resultados duradouros para os alunos. Isto porque não há predisposição anterior por desprezar a experiência pedagógica pelo fato de terem algum tipo de aversão à disciplina e nem de supervalorizar tal experiência apenas porque têm um apreço elevado pela mesma.

Gráfico 1: Resultados do Questionário 1 Aplicado aos Alunos do 2º Ano



Fonte: Paes (2019)

Gráfico 2: Resultados do Questionário 1 Aplicado aos Alunos do 3º Ano



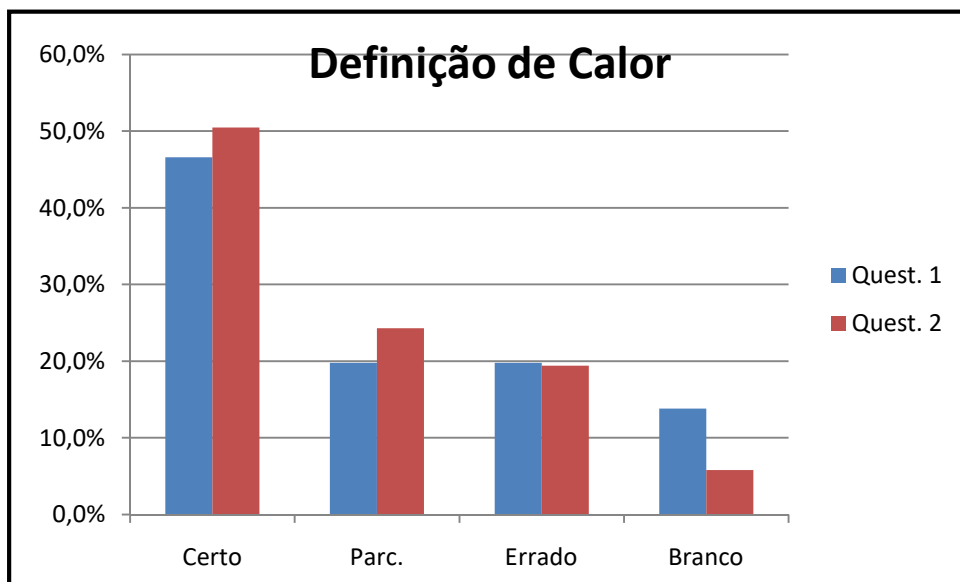
Fonte: Paes (2019)

Foi importante a aplicação dos questionários solicitando respostas escritas sobre o nível de interesse dos alunos na disciplina porque pudemos perceber que várias respostas apresentam o perfil dos alunos em relação a conhecimentos prévios, subsunçores ou potenciais de aprendizado. Alguns alunos responderam que não gostam de Física porque não gostam de cálculo. Outros não gostam porque não conseguem aprender cálculo e também uma outra parcela respondeu não gostar porque tem mais interesse em disciplinas de “Humanas”.

O aluno L. B. respondeu que não gosta “porque envolve cálculo e eu tenho barreiras com cálculo”. Já a aluna M. L. R. foi taxativa e respondeu “O motivo da minha opinião ser essa é porque não gosto mesmo”. Esta aluna não respondeu às questões restantes dos dois questionários, demonstrando o que mencionamos acima, que uma opinião extremada pode fazer o aluno supervalorizar a experiência ou mesmo desprezá-la, como foi este caso. O aluno C. E. S. respondeu que não gosta de Física “Porque é difícil de entender e eu sou de humanas, não de exatas. Sempre tive dificuldade de aprender”. Mesmo assim, na questão teórica este aluno conseguiu responder corretamente um conceito solicitado no questionário, demonstrando que a sua deficiência em cálculo é fruto de uma aprendizagem comprometida nas séries iniciais.

É o mesmo caso do aluno L. B. que mesmo relatando a sua dificuldade em cálculo, conseguiu perfeitamente citar exemplos de relações entre calor, temperatura e mudança de fase. Ainda podemos mencionar o exemplo da aluna L. O. que gosta de Física, apesar da dificuldade em cálculo, mas que demonstrou também ter dificuldades com as questões teóricas, o que denota que o seu processo de construção do conhecimento nas fases anteriores foi deficiente, o que lhe prejudicou no Ensino Médio. Caso semelhante é o da aluna T. D. do 3º Ano, que odeia Física porque “Eu demoro a entender a matéria, às vezes nem entendo, e mesmo que eu ache que entendi não consigo resolver exercícios”.

Gráfico 3: Definição de Calor



Fonte: Paes (2019)

Nos questionários aplicados solicitamos 3 questões sobre os conteúdos da disciplina. Um conceito, que para o 2º Ano foi o conceito de calor, exemplos de relações que acontecem na realidade, levando em conta os conteúdos e exemplos de materiais e produtos, ou mesmo da natureza, que evidenciem as relações pedidas. De maneira mais objetiva em relação à nossa pesquisa, buscamos quantificar as respostas sobre os conceitos, antes e depois dos experimentos em sala de aula.

Para a avaliação da 3ª Questão do 2º Questionário, marcamos como “Certo” aqueles alunos que foram capazes de citar ao menos um dos assuntos usados no experimento. Marcamos como “Parcialmente Certo” os que responderam apenas “Sim”, visto que não pudemos avaliar quais destes alunos representaram falso-positivos, isto é, quais destes conseguiram perceber os conceitos e quais acreditam terem entendido, porém não compreenderam. Marcamos como “Errado” aqueles que, tentando citar assuntos, citaram os que não correspondiam àqueles presentes no experimento. Similarmente às outras questões dos questionários, marcamos como “Branco” as respostas que não eram proveitosas, quer por responder “não sei”, “não lembro”, quer realmente por não escreverem nada em suas respostas.

Já em relação à 4ª Questão do mesmo questionário, assinalamos como “Certo” aqueles que responderam sobre seu interesse na prática de experimentos como ferramenta pedagógica, como observado em algumas respostas que veremos mais à frente. Assinalamos como “Parcialmente certo” aqueles que participaram respondendo achar interessante o experimento, como alunos que responderam “Muito bom” ou “Gostei”, portanto, não aproveitáveis para o escopo deste trabalho, porém não descartáveis. Assinalamos como “Errado” somente uma aluna que não respondeu apropriadamente à pergunta ao falar sobre como teria aprendido a economizar energia elétrica em casa. Novamente, assinalamos como “Branco” aqueles que não participaram ao não escrever nenhuma resposta.

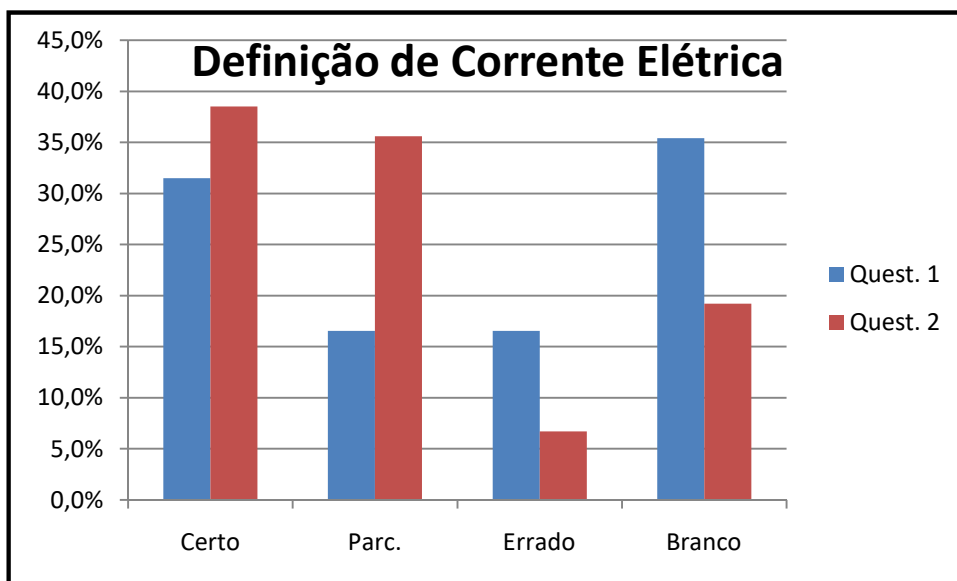
Podemos perceber pelo Gráfico 3, que há uma significativa melhora nas respostas após a experiência educativa realizada em sala de aula. O número de respostas corretas ou parcialmente corretas aumentou e o número de respostas erradas ou em branco diminuiu.

Solicitamos também, ao fim dos experimentos, que os alunos respondessem no segundo questionário o que haviam achado da experiência apresentada em sala de aula. O aluno E. S. P. J. respondeu que “Achei uma proposta muito interessante e interativa. Eu acho essa proposta de experimento muito mais chamativa e direta sobre o assunto estudado”. Essa resposta denota que para esse aluno a aprendizagem não foi mera transmissão de conteúdo, mas sim que foi significativa, como é a proposta

metodológica. Dessa forma, criamos mais subsunções para uma nova etapa de aprendizagem.

Mais respostas podem ser entendidas como que os alunos tiveram uma aprendizagem significativa e que também se sentiram mais motivados em relação à construção do conhecimento. L. O. D. A. afirma que “Eu gostei bastante. Seria muito legal se todos os professores depois de explicarem a teoria trouxessem alguma experiência relacionadas com o assunto, pois os alunos teriam uma aprendizagem melhor sobre tal conteúdo”. E. C. N. respondeu “Incrível! Pois somente com esta prática, nós alunos, podemos ver a aplicabilidade dos assuntos discutidos nas aulas, além de podermos tirar dúvidas, algo que vídeo-aulas ou livros não podem fazer da mesma forma”.

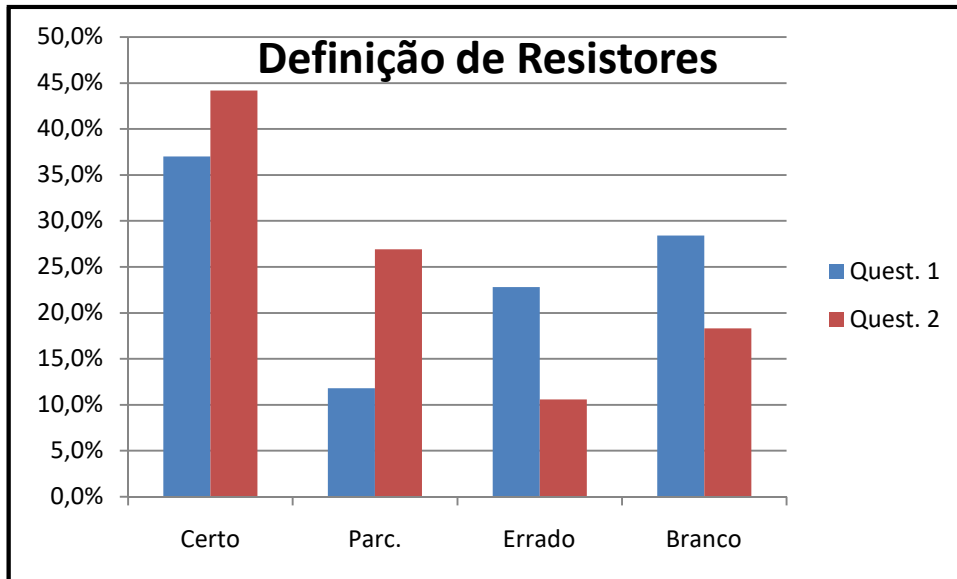
Gráfico 4: Definição de Corrente Elétrica



Fonte: Paes (2019)

Assim como fizemos com os alunos do 2º Ano, também procedemos com os do 3º Ano solicitando respostas nos questionários, apresentando dois conceitos, o de Corrente Elétrica (Gráfico 4) e o de Resistores (Gráfico 5), que eram parte dos conteúdos da disciplina. Os alunos do 3º Ano também melhoraram sua percepção em relação aos conteúdos mediante a atividade pedagógica desenvolvida na sala de aula, como fica patente nos gráficos 4 e 5.

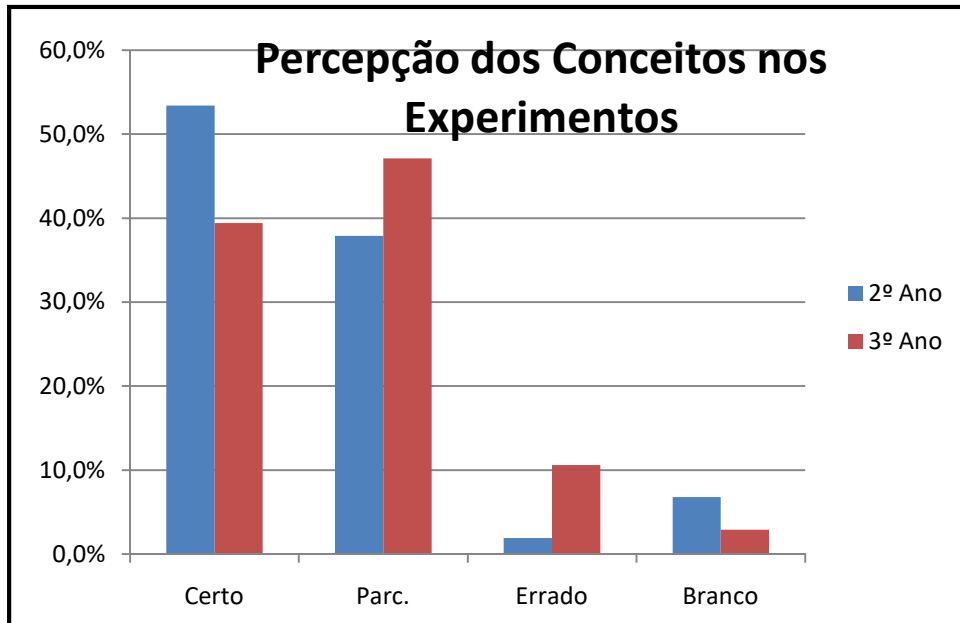
Gráfico 5: Definição de Resistores



Fonte: Paes (2019)

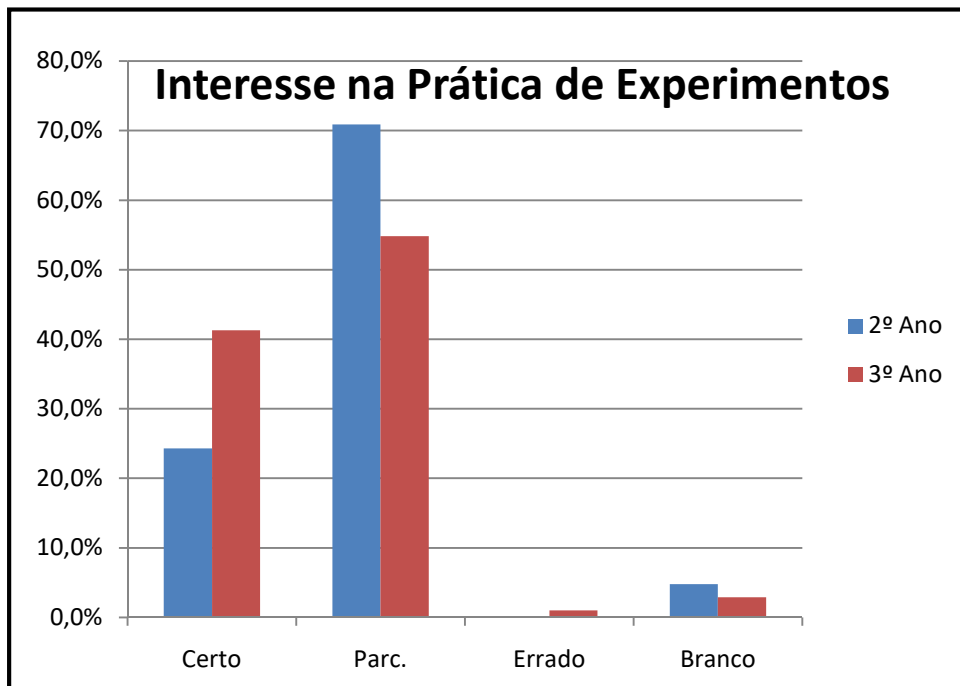
Podemos perceber pelas respostas dos questionários que os alunos do 3º Ano também tiveram uma experiência de aprendizagem significativa. C. B. disse que “Esses tipos de práticas poderiam ser aplicadas mais vezes na sala, já que é muito mais interessante do que só teoria”. A experiência com conteúdos em aulas práticas também eleva o nível de interesse dos alunos na disciplina, como demonstra a resposta de H. A. “Excelente, pois até os próprios alunos se mostram mais interessados em aprender”. H. V. S. M. diz que a prática pedagógica com experimento “É muito importante para os alunos. Os experimentos em sala, com a demonstração da matéria através deles, garantem um melhor entendimento”. O aluno J. C. C. nos mostra que a atividade pedagógica realizada em sala foi construtiva, significativa, estimulante e motivadora. Na sua resposta ele diz “Excelente, eu acho que uma das dificuldades do ensino (público no caso) é a relação da teoria com a prática, a dificuldade em fazer com que o aluno tenha um certo raciocínio e visão para conseguir fazer a relação entre o que se aprende no papel com a realidade do mundo”.

Gráfico 6: Percepção dos Conceitos nos Experimentos



Fonte: Paes (2019)

Gráfico 7: Interesse na Prática de Experimentos



Fonte: Paes (2019)

Os gráficos 6 e 7 são resultado de uma coleta de dados que fizemos em relação a duas coisas: a mudança de percepção dos conceitos a partir das práticas pedagógicas realizadas e o interesse nesse tipo de atividade enquanto maturação de conteúdos e interface entre a teoria e a

prática. Buscamos fazer uma comparação entre as turmas de 2º Ano e 3º Ano. Em ambos os casos percebemos que há uma significativa melhora em relação à aprendizagem em si, mas também, não menos importante, é o fato de que a prática pedagógica realizada, com os experimentos, causou um maior interesse nos alunos em participar das aulas e também em que se tenham mais atividades dessa natureza durante as aulas. Podemos perceber, então, que se seguirmos os paradigmas de Ausubel, poderemos implementar uma prática educativa que se refletirá não apenas no momento em sala de aula, mas também no dia a dia do aluno.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar, ajudar alguém a desenvolver conhecimento, a aprender algum conteúdo é uma atividade gratificante. Quando realizamos uma ação pedagógica com uma prática educativa que de fato se torna produtiva, podemos realmente dizer que o dever de educador foi cumprido. Realizar essa experiência de aprendizado através de uma teoria que de fato é construtiva e significativa nos proporcionou essa sensação.

As dificuldades foram grandes na montagem dos projetos, porque em muitos momentos quando tudo parecia terminado, os testes apontavam falhas, fazendo com que tudo fosse iniciado novamente e corrigido a fim de que no dia da apresentação dos conteúdos na sala de aula os alunos pudessem, de fato, entender o significado dos conteúdos da disciplina e como eles são na prática cotidiana.

Porém, os resultados foram significativos, suplantando as nossas expectativas, o que ficou patente nos dados que coletamos por meio dos questionários e que foram demonstrados neste trabalho.

Apesar de entendermos que houve sucesso neste trabalho em relação aos objetivos que traçamos, ocorreram algumas falhas quanto à consecução do mesmo. Em retrospectiva, falhamos ao organizar os questionários para o 2º Ano, quando questionamos os alunos sobre um assunto que era complementar e não o centro da experiência, ainda que no segundo questionário já não tenhamos mais solicitado retorno em relação ao mesmo assunto. Isto se deu por falha de visão no início do processo, enquanto preparávamos os questionários. Em relação ao 3º Ano falhamos ao desenvolver duas perguntas fortemente relacionadas uma com a outra, também por falta de visão durante a elaboração do mesmo, embora os alunos tenham sido orientados a focarem em apenas uma, que era a central do assunto da aula.

Fazer esta autocrítica, no nosso entender, nos dignifica mais do que nos desqualifica, nos dando a clareza de que nossos erros de percurso devem ser corrigidos a fim de que nossos objetivos finais possam ser alcançados sem maiores percalços.

Para o dia dos experimentos, a inesperada falta de durabilidade da cola de silicone diante das altas temperaturas gerou dificuldades com o a experiência do 2º Ano, ainda que não tenha impossibilitado a apresentação da mesma. Apesar disso, conceitualmente o experimento se mostrou apto a ser aplicado como ferramenta pedagógica.

O circuito de associação de resistores, usado no 3º Ano, por outro lado, necessita apenas de refinamento estético, visto que não houve contratempos relacionados ao funcionamento apropriado do mesmo. Similarmente, se mostrou uma ferramenta pedagógica rica em funcionalidade, devido à flexibilidade provida pelo resistor de chuveiro, e também apta em aplicabilidade.

Ainda assim, tivemos restrição ao que desejávamos executar, visto que tivemos que adequar o projeto ao plano de atividades do professor responsável. Pretendemos, porém, levar estas atividades adiante em nossa carreira pedagógica, integrando-as fortemente e adequadamente aos planos de curso em nosso futuro espaço de trabalho, expandindo-as para outros assuntos da Física.

Ao apresentar este trabalho de prática educativa, não consideramos que seja uma inovação didática ou mesmo que tenhamos descoberto e apresentado o único caminho possível para melhorar a aprendizagem dos nossos alunos, mas temos a ciência de que poderá servir de incentivo e, quiçá, de modelo para outros novos futuros professores de Física da Educação Básica se guiarem na busca por uma teoria pedagógica que possa realmente fazer frente ao que aguarda a todos nós no âmbito escolar. Acreditamos firmemente que uma boa teoria de ensino como a proposta por Ausubel pode se tornar uma poderosa ferramenta de transformação do ambiente escolar e do ensino-aprendizagem de Física.

REFERÊNCIAS

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda. **História da Educação e da Pedagogia: geral e Brasil**. São Paulo: Moderna, 2006. Disponível em: <https://www.academia.edu/37735077/Historia_da_educa%C3%A7%C3%A3o_e_da_pedagogia_Geral_e_Brasil>. Acesso em 25/jul./2019.

BIGGE, Morris L. **Teorias de Aprendizagem para Maestros**. México; Trillas, 1976

BISCUOLA, José Gualter et al. **Tópicos de Física**. São Paulo: Saraiva, 2001. v. 3. 15 ed.

BÔAS, Newton Villas et al. **Tópicos de Física**. São Paulo: Saraiva, 2001. v. 1. 15 ed.

CALEFFI, Paula. Educação autóctone nos séculos XVI ao XVII ou Américo Vespúcio tinha razão? In: STEPHANOU, Maria; BASTOS, Maria Helena Câmara. (Orgs). **Histórias e memórias da educação no Brasil**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 32-44. (Séculos XVI-XVIII, v. 1.).

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos Avançados**, vol. 32, n. 94, set/dec 2018 São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142018000300043>. Acesso em 20/jul/2019.

CARVALHO, Andressa Coelho Righi; Rosa, Beatriz Laudiceia. Papel do professor frente a aprendizagem: processo avaliativo no ensino-aprendizagem. **II Jornada de Didática e I Seminário de Pesquisa do CEMAD**. p. 196 – 207. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/II%20Jornada%20de%20Didatica%20e%20I%20Seminario%20de%20Pesquisa%20do%20CEMAD%20-%20Docencia%20na%20educacao%20Superior%20caminhos%20para%20uma%20praxis%20transformadora/PAPEL%20DO%20PROFESSOR%20FRENTE%20A%20APRENDIZAGEM.pdf>>. Acesso em 10 ago. 2019.

COSTA, Everton de Brito Oliveira; RAUBER, Pedro. História da educação: surgimento e tendências atuais da universidade no Brasil. **Revista Jurídica UNIGRAN**. v. 11, n. 21, jan./jun. 2009. Dourados, 2009. Disponível em: <https://www.unigran.br/revista_juridica/ed_anteriores/21/artigos/artigo15.pdf>. Acesso em 25/jul./2019.

COSTA, Luciano Gonçalves; BARROS, Marcelo Alves. O ensino de Física no Brasil: problemas e desafios. **V Seminário Internacional sobre Profissionalização Docente**. PUC/PR, 26 a 29/10/2015. Curitiba: PUC/PR, 2015. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf>. Acesso em 20/jul/2019.

DANTAS, Tiago. Processos sociais. **Mundo Educação**, Goiânia, [2008]. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/sociologia/processos-sociais.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

DISTLER, Rafaela Regina. Contribuições de David Ausubel para a intervenção psicopedagógica. **Revista de Psicopedagogia**, 32, p. 1-9. São Paulo: UNASP, 2015. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v32n98/09.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

DOCA, Ricardo Helou et al. **Tópicos de Física**. São Paulo: Saraiva, 2001. v. 1. 15 ed.

FILHO, João Cardoso Palma. **A Educação através dos tempos**. São Paulo: UNIVESP, [s. d.]. Disponível em: <<https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/173/1/01d06t01.pdf>>. Acesso em 28/ago./2019.

FREEMAN, Joan. **Dentro e fora da escola: uma Introdução à Psicologia Aplicada em Educação**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977. Trad. Álvaro Cabral. Curso básico de psicologia. V. C5

FREITAS, Suzana Rossi Pereira Chaves. O processo de ensino e aprendizagem: a importância da didática. **VIII Fórum Internacional de Pedagogia**. V. 1, 2016, p. 1-6. São Luís: Realize, 2016. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/TRABALHO_EV057_MD1_SA8_ID857_29082016143835.pdf>. Acesso em 03 out. 2019.

GONÇALVES, Silvia Aparecida dos Anjos. **A Função docente e o conhecimento numa perspectiva histórico-crítica**. Artigo Acadêmico. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/131-4.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

HEINECK, Renato. O ensino de Física na escola e a formação de professores: reflexões e alternativas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 2, 1999. Florianópolis : UFSC, 1999. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6811/6295>. Acesso em 15 jun. 2019.

HENKLAIN, Marcelo Henrique Oliveira; CARMO, João dos Santos. Contribuições da análise do comportamento à educação: um convite ao diálogo. **Cadernos de pesquisa**. v. 43, n. 149. São Paulo: mai/ago 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742013000200016. Acesso em: 21 dez. 2019.

KUBO, Olga Mitsue; BOTOMÉ, Silvio Paulo. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. **Interação em Psicologia**. v. 5, 2001. Curitiba: UFPR, 2001. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/psicologia/article/view/3321/2665>>. Acesso em 25/jul./2019.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MICELI, Maria Zélia Dias. A Importância da formação continuada de professores. **Estadão**, São Paulo, Blogs, Blogs dos Colégios, Colégio Santa Amália, 2017. Disponível em: <<https://educacao.estadao.com.br/blogs/blog-dos-colegios-santa-amalia/a-importancia-da-formacao-continuada-de-professores/>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

MICHAELIS, dicionário da língua portuguesa online. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/processo/>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, vol. 32, n. 94. São Paulo, set/dec 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300073>. Acesso em: 20 jul 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem significativa em revista**. v. 1. n. 3. Instituto de Física UFRGS, 2011. p. 25-46. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/332843984/AUSUBEL-APRENDIZAGEM-SIGNIFICATIVA-UM-CONCEITO-SUBJACENTE-MOREIRA-Marco-pdf>>. Acesso em: 12/ago./2019.

MOREIRA, Marco Antonio. **Ensino e aprendizagem: Enfoques teóricos**. 2ª Ed. São Paulo: Moraes, 1985.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 2001.

OLIVEIRA, Celene de Fátima; GIOVANI, Luciana Maria. Elementos para a compreensão da formação, identidade e inserção profissional docente do egresso de pedagogia. In: MONTEIRO, Dirce Charara... [et al.] (Orgs). **Processos de ensino: perspectivas plurais**. Araraquara: Junqueira & Marin, 2018. p. 263-284.

OLIVEIRA, Marcos; ARAÚJO, Elvira Simões Aparecida de. Desafios da educação e o professor como mediador no processo ensino-aprendizagem na sociedade da informação. **Educação Pública**, v. 16, ed. 23. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2016. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/16/23/desafios-da-educacao-e-o-professor-como-mediador-no-processo-ensino-aprendizagem-na-sociedade-da-informao>>. Acesso em 23 dez. 2019.

PACHECO, Reinaldo. História da educação: uma breve análise. **Web Artigos**. [s. l.], 2010. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/historia-da-educacao-uma-breve-analise/54284/>>. Acesso em 25/jul./2019.

RIBEIRO, Maurilio Rizza. **Análise das dificuldades relacionadas ao ensino de Física no Ensino Médio**. Monografia. Uberlândia: UFU, 2005. Disponível em: <http://www.infis.ufu.br/infis_sys/pdf/MAURILIO%20RIZZA%20RIBEIRO.pdf>. Acesso em 20/jun./2019.

RICARDO, Elio; FREIRE, Janaína. A Concepção dos alunos sobre a Física no Ensino Médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007. [s. l.], 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060908.pdf>>. Acesso em 15/jun./2019.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de Física: objetivos e imposições no Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4 n. 1, 2005. Vigo: Universidad de Vigo, 2005. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf>. Acesso em 20/jun./2019.

ROSSO, Ademir José; TAGLIEBER, José Erno. Métodos Ativos e Atividades de Ensino. **Periódicos UFSC**, v. 10, n. 17. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1992. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/9147/10689>>. Acesso em 05 ago. 2019.

SANTOS, Elenir Souza. Trabalhando com alunos: subsídios e sugestões: o professor como mediador no processo ensino aprendizagem. **Revista do projeto pedagógico** n. 40. São Paulo: UDEMO, [s. d.] Disponível em: <http://www.udemo.org.br/RevistaPP_02_05Professor.htm>. Acesso em 03 set. 2019.

SIDI, Pilar de Moraes. O Papel do professor nas relações de ensino e aprendizagem: interfaces educacionais. **VI Seminário Nacional e II Seminário Internacional Políticas Públicas, Gestão e Práxis Educacional**. v. 6, n. 6, p 3254-3264. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2017. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/ba66/82398e25c94ea2b6b3a5d4256dc82c965f75.pdf>>. Acesso em 10 ago. 2019.

SILVA, João Paulo de Souza da. **Intelectuais, instituições e reformas na educação brasileira (séc. XX)**. (Org.). Rio de Janeiro: Dictio Brasil, 2017. 1ed.

SILVA, Magda Helena Ferreira Matias da. **A Formação e o papel do aluno em sala de aula na atualidade**. Monografia. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/ceca/pedagogia/pages/arquivos/2011%20MAGDA%20HELINA%20FERREIRA%20MATIAS%20DA%20SILVA.pdf>>. Acesso em 03 ago. 2019.

TORRES, Patrícia Lupion; IRALA, Esrom Adriano. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. In: TORRES, Patrícia Lupion (Org.). **Coleção Agrinho**, Metodologias para a produção do conhecimento: da concepção à prática. Curitiba: SENAR-PR, 2015. Disponível em: <https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2_03_Aprendizagem-colaborativa.pdf>. Acesso em 21 dez. 2019.

APÊNDICES

1º QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DE 2º ANO

Nome: _____ Turma: _____

1) Qual sua opinião sobre a disciplina de física?

| | | | | |
|-----|-------|--------|-----------|-------|
| Amo | Gosto | Neutro | Não gosto | Odeio |
|-----|-------|--------|-----------|-------|

Descreva brevemente o porquê de sua opinião:

2) Qual o seu entendimento sobre calor?

3) Qual relação você consegue fazer entre calor, temperatura, e mudança de fase (evaporação, por exemplo)?

4) Cite exemplos em que é possível perceber a relação entre estes 3 conceitos:

2º QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DE 2º ANO

Nome: _____ Turma: _____

1) O que você se recorda sobre calor?

2) O que você se recorda sobre transformações cíclicas

3) Durante o experimento, você percebeu algo das aulas que se mostrou verdade?

4) O que você achou da prática de experimentos na aula?

1º QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DE 3º ANO

Nome: _____ Turma: _____

1) Qual sua opinião sobre a disciplina de física?

| | | | | |
|-----|-------|--------|-----------|-------|
| Amo | Gosto | Neutro | Não gosto | Odeio |
|-----|-------|--------|-----------|-------|

Descreva brevemente o porquê de sua opinião:

2) Qual o seu entendimento sobre corrente elétrica?

3) Qual o seu entendimento sobre resistores elétricos?

4) Qual a relação entre resistores elétricos e temperatura?

5) Cite exemplos de uso de resistores:

2º QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DE 3º ANO

Nome: _____ Turma: _____

1) O que você se recorda sobre corrente elétrica?

2) O que você se recorda sobre resistores elétricos?

3) Durante o experimento, você percebeu algo das aulas que se mostrou verdade?

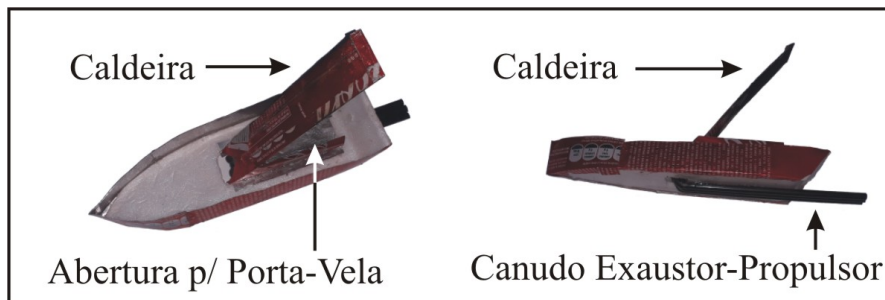
4) O que você achou da prática de experimentos na aula?

Experimento de “Barco a Vapor”

Materiais:

- 3 canudos plásticos dobráveis (preto)
- Uma bandeja de isopor rasa para frios
- 2 Latas de Alumínio de 350ml
- 1 Vela branca
- Cola de Silicone
- 1 Balde
- 1 Bacia Larga

Fotografia 8: Vista de cima (esquerda) e de perfil (direita) do barco



Fonte: Paes (2019)

Para montarmos o experimento, seguimos as instruções disponíveis no vídeo intitulado “Como fazer um BARCO A VAPOR | barquinho pop pop [EXPERIÊNCIA]” (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QHcXqpYGJ8M>), porém com as seguintes observações:

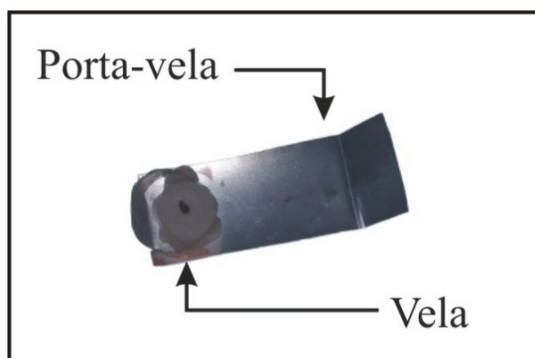
- Devido à indisponibilidade de cola epóxi durante a construção do experimento, a substituímos por cola de silicone

- Enquanto no projeto original é utilizado elástico de borracha para dinheiro, aderimos os canudos e a plataforma onde a vela é colocada abaixo da caldeira com a cola de silicone.

- Para montarmos a caldeira, é necessário aproximadamente 3/4 de uma lata de alumínio. Com o excedente, mais a segunda lata de alumínio, construímos o casco do barco, as paredes da abertura para o porta-vela, além do próprio porta-vela.

- No projeto original do vídeo, o barco é construído sobre um isopor plano. No nosso projeto, utilizamos a borda curvada da bandeja de isopor para criarmos a popa do barco.

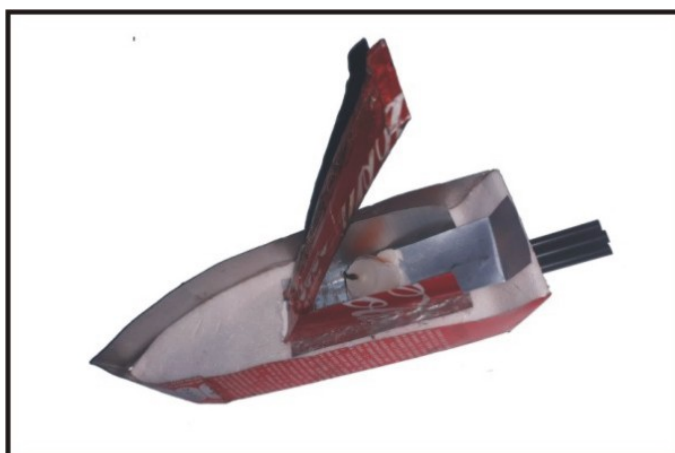
Fotografia 9: Porta-vela construído para o experimento



Fonte: Paes (2019)

O porta-vela é construído ao tomarmos um pedaço de alumínio com largura maior que a abertura para o porta-vela. É feito de tal forma que seja capaz de “abraçar” a vela. Então, cortamos o pedaço de alumínio com largura de aproximadamente 1 centímetro, e o levantamos como uma aba, de forma que se torne um anel ao redor da vela, porém não se rompa da estrutura do porta-vela. Por último, ajustamos a largura da base do porta-vela de modo a adentrar na abertura designada.

Fotografia 10: Barco a vapor com o porta-vela sob a caldeira



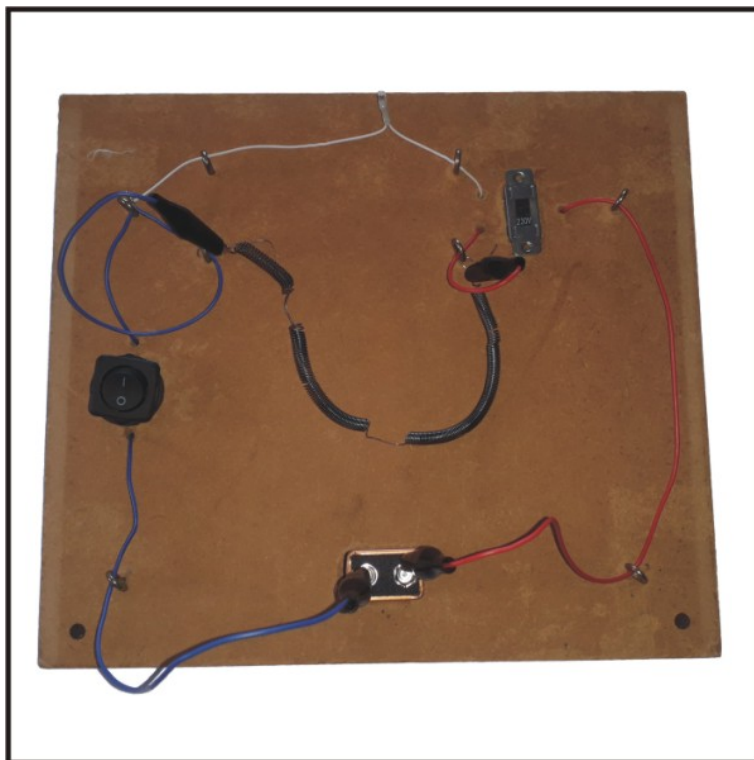
Fonte: Paes (2019)

Experimento de “Associações de Resistores”

Materiais:

- 1 tábua de MDF de dimensões 25,3cm x 22,3cm
- 8 Parafusos Tipo Olhal (1cm)
- Fio de cobre encapado (0,3mm) de cores azul e vermelho
- 1 Lâmpada incandescente 9V
- 1 Resistor de chuva
- 1 Chave Seletora
- 1 Chave Liga-desliga
- 4 Garras de Jacaré
- 1 Multímetro Digital MXT Modelo DT830B

Fotografia 11: Placa do experimento de eletrodinâmica

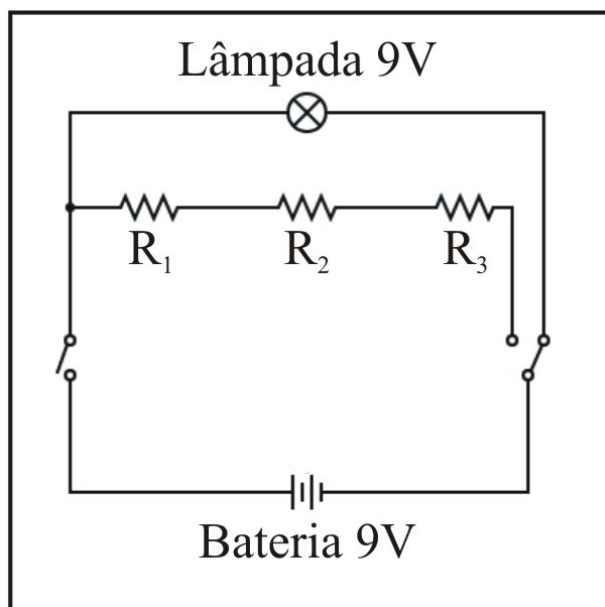


Fonte: Paes (2019)

Para montarmos este experimento, tomamos a placa de MDF e furamos os espaços designados para as chaves, os buracos por onde os fios atravessam da traseira para a frente da placa, além daqueles por onde colocamos os olhais, os quais servem para controlarmos os fios de modo a mantermos o circuito visualmente mais coeso. Separamos por cores os lados

do circuito, de modo a conectarmos o lado positivo com o fio azul e o lado negativo com o fio vermelho. Em representação esquemática, nosso circuito possui a seguinte forma:

Esquema Gráfico 1: Representação esquemática do circuito presente na placa

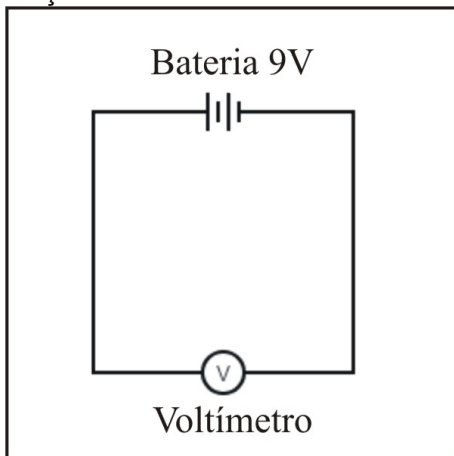


Fonte: Paes (2019)

Para realizarmos as medidas de voltagem, basta encostarmos as pontas de prova nos pólos da bateria. Para realizarmos as medidas de resistência, utilizamos as garras de jacaré de modo a garantir a estabilidade na medição, sacrificando a precisão do mesmo devido à resistência dos fios. As garras de jacaré próximas da resistência nos permitem ajustar as posições dos resistores, além de garantir uma maior repetibilidade ao nos permitir realizarmos as medições em aproximadamente os mesmos lugares.

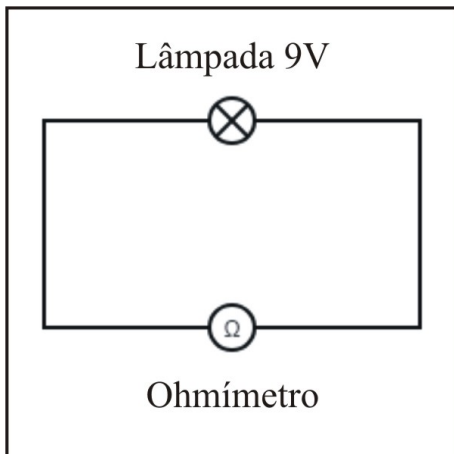
As garras de jacaré utilizadas para conectarmos a bateria, porém, serão conectadas às pontas de prova, nos dando liberdade para manusear a resistência de chuveiro. Por último realizamos a medida de corrente, conectando a ponta de prova vermelha à garra de jacaré do lado vermelho do circuito e a ponta de prova preta ao lado negativo da bateria. Seguem as representações esquemáticas de cada um dos circuitos utilizados durante as medições no experimento:

Esquema Gráfico 2: Representação esquemática do circuito quando utilizamos a função voltímetro



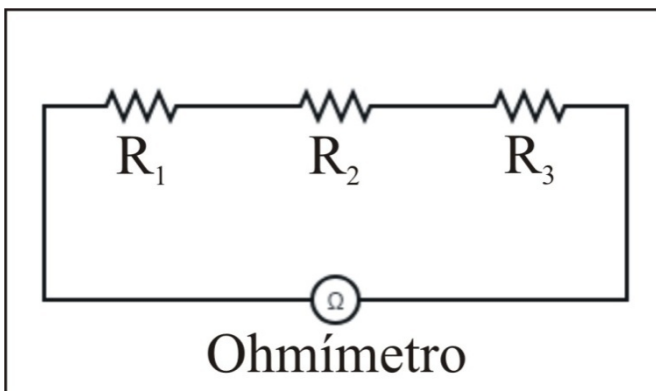
Fonte: Paes (2019)

Esquema Gráfico 3: Representação esquemática do circuito para a medida da resistência da lâmpada



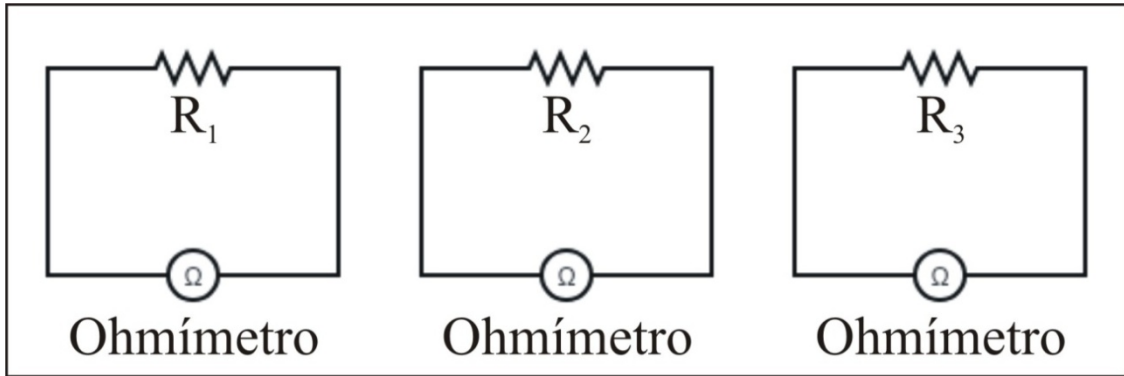
Fonte: Paes (2019)

Esquema Gráfico 4: Representação esquemática da medição da resistência total do resistor de chuveiro



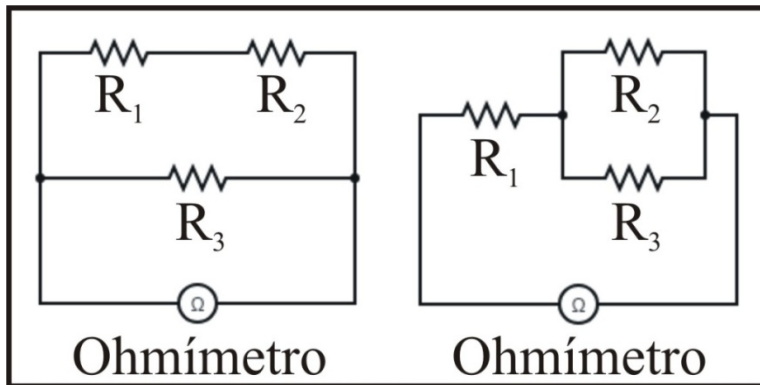
Fonte: Paes (2019)

Esquema Gráfico 5: Representação esquemática da medição das resistências elétricas de cada um dos segmentos



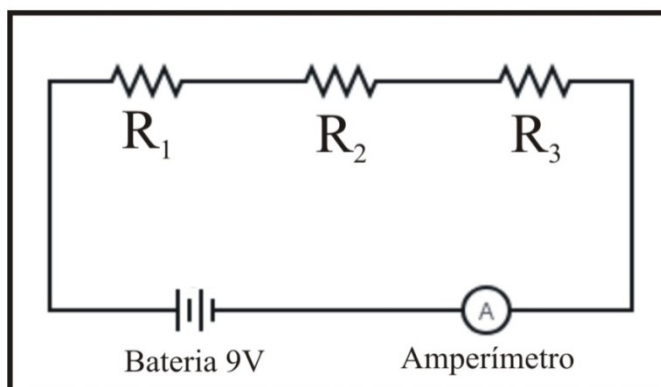
Fonte: Paes (2019)

Esquema Gráfico 6 – Representação esquemática das associações mistas



Fonte: Paes (2019)

Esquema Gráfico 7 – Representação esquemática da medição da corrente que atravessa este circuito



Fonte: Paes (2019)

Subsunçores Utilizados no Experimento do Segundo Ano

1) 3ª Lei de Newton

Entre os princípios fundamentais que regem a mecânica newtoniana, encontramos a 3ª Lei de Newton, também denominada de Princípio da Ação e Reação. Esta lei trata de interações entre dois corpos, de modo que pode ser definida como: “A toda força de ação corresponde uma de reação, de modo que essas forças têm sempre mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos, estando aplicadas em corpos diferentes.” (DOCA et al, 2001, p. 155).

Conforme Doca, et al (2001) nos mostram, existem diversos exemplos no cotidiano da presença desta lei, como quando andamos, por exemplo, ou até mesmo quando remamos em um barco ou canoa. Nestes exemplos, alguém realiza uma força (nosso pé puxando o solo ou nossas mãos o remo, que puxa as águas) e a reação é recebida por quem realizou a força (o solo empurra-nos para frente ou as águas empurram o remo, que empurram a nós e o barco)

2) Transmissão de Calor

Na natureza, encontramos as matérias em diversas temperaturas, a isto, associamos uma energia denominada de energia térmica. Bôas et al (2001, p. 25) define a mesma como: “A **energia térmica** [grifo no original] de um corpo é o somatório das energias de agitação das suas partículas, e depende da temperatura do corpo e do número de partículas nele existentes.”

Quando encontramos dois corpos em temperaturas diferentes, há uma transferência de energia térmica daquele a uma maior temperatura para aquele a uma temperatura menor. Assim, o corpo a temperatura menor sofrerá um aumento de temperatura enquanto o corpo a temperatura maior sofrerá uma diminuição de temperatura. Passado o tempo necessário, ambos os corpos se encontrarão na mesma temperatura, a qual chamamos de equilíbrio térmico. Esta energia térmica transferida de um corpo ao outro é denominada calor.

“**Calor** [grifo no original] é energia térmica em trânsito de um corpo para outro ou de uma parte para outra de um mesmo corpo, trânsito este provocado por uma diferença de temperaturas.” (BÔAS et al, 2001, p. 26).

Há diversas formas de transmitirmos calor de um corpo a outro. Elas são: Condução, Convecção e Radiação.

2.1) Condução

Se aproximamos um objeto de uma fonte de calor, como uma vela, veremos que após certo tempo, o lugar onde seguramos se tornará quente, mesmo que não esteja imediatamente próximo da fonte. Isto ocorre por meio do processo de condução: “**Condução** [grifo no original] é o processo de propagação de calor no qual a energia térmica passa de partícula para partícula do meio”. (BÔAS et al, 2001, p. 28).

Assim, quando aproximamos a ponta de uma barra do fogo, a mesma começa a aumentar sua temperatura, portanto sua energia térmica. As partículas vizinhas, porém, não estão à mesma temperatura. Assim, ela cede energia térmica em forma de calor para suas vizinhas, gerando uma ação sucessiva, até atingir a extremidade por onde seguramos. Visto que esta propagação ocorre entre as moléculas e átomos de um material, podemos dizer que este processo não ocorre no vácuo (onde não há matéria).

Alguns materiais, porém, são mais adequados para isto, enquanto outros servem de barreira para a condução. Os materiais que promovem melhor processo de condução são chamados de *condutores térmicos*, entre os quais se encontram os metais como melhores condutores. Por outro lado, aqueles que mais dificultam o processo de condução são chamados de *isolantes térmicos*.

2.2) Convecção

O segundo processo de transmissão de calor é a convecção. Esta se faz presente em fluidos (gases, vapores e líquidos) e é caracterizada pelo fluxo dos mesmos gerado pelas diferenças de temperaturas e, conseqüentemente, densidades.

Isto ocorre porque o aumento da temperatura diminui a densidade dos materiais. Os fluidos, quando de menor densidade, sobem e,

quando de maior densidade, descem, gerando um fluxo cíclico, as correntes de convecção, até atingirmos o equilíbrio térmico. Vemos que diferentemente da condução, a transferência de energia térmica acompanha a mudança de local das partículas. “**Convecção** [grifo no original] é o processo de propagação de calor no qual a energia térmica muda de local, acompanhando o deslocamento do próprio material aquecido.” (BOAS et al 2001, p.35).

Por causa disso, o mesmo não ocorre nos sólidos e no vácuo.

2.3) Radiação

No nosso dia-a-dia, encontramos diversas situações em que algo é aquecido, porém não podemos dizer nem que há um processo de condução térmica, nem que há um processo de convecção. Estes processos de propagação de calor especiais são as radiações térmicas. Elas ocorrem por meio das ondas eletromagnéticas. “**Radiação** [grifo no original] é o processo de propagação de calor no qual a energia, denominada radiante, apresenta-se na forma de ondas eletromagnéticas, principalmente como infravermelhas”. (BÔAS et al, 2001, p. 38).

Devido à sua relação com as ondas eletromagnéticas, ela é a única que ocorre no vácuo, e portanto nos permite receber calor do Sol para a Terra.

3) Transformações cíclicas

Um sistema gasoso pode sofrer mudanças no seu estado (pressão, temperatura e volume). Após uma sequência de transformações, o gás terá retornado ao seu estado inicial. A esta transformação denominamos uma *transformação cíclica*.

Num diagrama pressão x volume, essa transformação cíclica é representada por uma curva fechada, e o módulo do trabalho total trocado com o meio externo é determinado pela ‘área interna’ à curva fechada representativa do ciclo. (BÔAS et al, 2001, p. 131).

O trabalho total realizado ou sofrido por este gás será a soma dos trabalhos de cada uma das transformações, onde o aumento de volume representa um trabalho positivo e a diminuição de volume representa um trabalho negativo. Por causa disso, quando o ciclo se encontra no sentido horário a partir do gráfico, o trabalho total será positivo, e, portanto, o sistema

realizará trabalho. Por outro lado, quando o ciclo se encontra no sentido anti-horário, o trabalho total será negativo e, portanto, podemos dizer que o sistema recebe trabalho.

4) Máquinas térmicas

Chamamos de máquinas térmicas equipamentos que transformam energia térmica em energia mecânica. Para o funcionamento das mesmas, necessitamos de uma “fonte quente” e uma “fonte fria”. A máquina recebe calor da “fonte quente” convertendo parte em trabalho enquanto cede o restante para a “fonte fria”.

Há duas fontes térmicas, uma ‘quente’ e outra ‘fria’. Entre elas coloca-se a máquina térmica. Um fluido operante, geralmente vapor de água, serve de veículo para a energia térmica que sai da fonte quente, passa pelo dispositivo intermediário, que utiliza parte dessa energia na realização de trabalho, e leva o restante para a fonte fria. (BÓAS et al, 2001, p. 144).

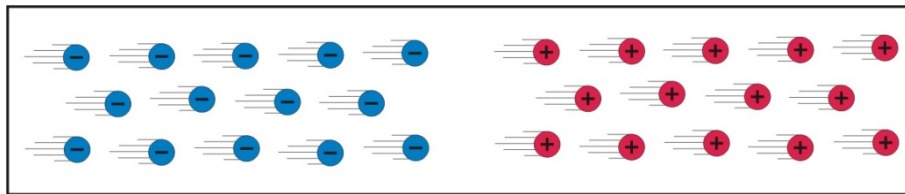
Assim, o trabalho realizado pela máquina térmica pode ser tomado pela diferença entre o calor emitido pela fonte quente e aquele rejeitado para a fonte fria: $\tau = |Q_A| - |Q_B|$.

Subsunções Utilizados no Experimento do Terceiro Ano

1) Corrente elétrica

Definimos corrente elétrica como: “**Corrente elétrica** [grifo no original] é o movimento ordenado, isto é, o movimento com direção e sentido preferenciais, de portadores de carga elétrica.” (BISCUOLA et al, 2001, p. 121).

Esquema Gráfico 8 – Representação de movimento ordenado de elétrons ou íons negativos (esquerda) e de prótons ou íons positivos (direita)



Fonte: Biscuola et al (2001)

São estes portadores de cargas que alimentam os circuitos no nosso dia-a-dia e, portanto, permitem seu funcionamento. Para quantificarmos a corrente média, basta tomarmos quanto de carga passou pelo material condutor em determinado tempo, isto é, $i_m = Q/\Delta t$. Sua unidade usual é o Ampére, representado pela letra A.

Mas o que produz esta corrente elétrica? É o que no cotidiano referimos como *Voltagem*.

2) Voltagem

O que cotidianamente chamamos de voltagem; na física, chamamos de *tensão elétrica* ou *diferença de potencial*. Os portadores de cargas negativas se movimentam em direção ao maior potencial, enquanto os portadores de cargas positivas se deslocam em direção ao menor potencial. Podemos dizer então que “A corrente elétrica é causada por uma **diferença de potencial elétrico (ddp)**, ou **tensão elétrica**.” (BISCUOLA et al, 2001, p. 122).

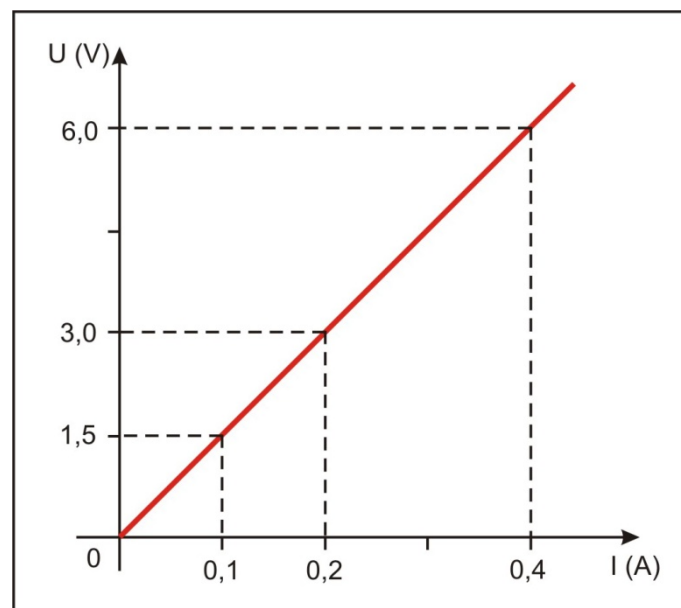
Em nossos aparelhos, porém, o que alimenta o circuito são os elétrons (carga negativa), visto que os prótons (carga positiva) estão fortemente ligados aos núcleos, sendo impedidos de se movimentarem. Apesar disso, se convencionou declarar a corrente saindo do pólo positivo (maior

potencial) para o pólo negativo (menor potencial). Assim, durante os cursos de eletrodinâmica, tratamos a corrente como saindo do pólo positivo e chegando no pólo negativo. Sua unidade usual é chamada de Volt, representada pela letra V

3) 1ª Lei de Ohm

Tomemos um condutor imaginário de tungstênio (como nas lâmpadas incandescentes) e apliquemos nele uma tensão elétrica de 1,5V. Suponhamos então que a corrente a passar por ele é de 0,1A. Se dobrarmos a tensão (3,0V), a corrente que passará por ele será de 0,2A. Se dobrarmos o valor da tensão novamente (6,0V), a corrente também dobrará, e passará a ser, portanto, 0,4A. Percebemos então que a corrente cresce proporcionalmente à tensão, isto é, $\frac{U}{i} = const.$

Esquema Gráfico 9 – Gráfico de U x i mostrando a relação linear entre os dois.



Fonte: Biscuola et al (2001)

Se utilizarmos outro material com as mesmas dimensões, a corrente possuirá novos valores, porém acontecerá o mesmo. A esta constante damos o nome de *resistência elétrica*, representada pela letra R. Materiais onde esta proporcionalidade se mantém constante a temperatura constante denominam-se condutores ôhmicos. Assim a *Primeira Lei de Ohm* pode ser

enunciada da seguinte maneira: "Num condutor ôhmico mantido à temperatura constante, a intensidade de corrente elétrica é proporcional à diferença de potencial aplicada entre seus terminais: $\frac{U}{i} = R \Rightarrow U = Ri$ ". (BISCUOLA et al, 2001, p. 143).

A unidade de medida da resistência elétrica é o *ohm* e seu símbolo é o Ω .

4) Potência Elétrica

A potência elétrica é a energia recebida por um equipamento por causa da passagem da corrente. A energia elétrica associada a uma diferença de potencial (vista nos capítulos de eletrostática) é definida como $E = |q|U$. Assim, usando a definição matemática de potência, temos:

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{|q|U}{\Delta t}. \text{ Ora, } \frac{|q|}{t} = i. \text{ Assim,} \quad (1)$$

$$P = Ui. \quad (2)$$

Como visto em Mecânica, a unidade de potência é o Watt, representado pela letra W. Quando pegamos uma conta de energia elétrica, não vemos a energia em J, como nas aulas de física, porém em kWh (quilowatts-hora). Para isso, se um aparelho de potência 1000W permanece ligado por uma hora, sua energia consumida será:

$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow E = P\Delta t = 1000W \cdot 3600s$$
$$E = 3\,600\,000J = 3,6 \cdot 10^6J.$$

Percebemos então que o número que representa o consumo de kWh (a energia consumida por um aparelho de 1000W de potência em 1 hora) é muito menor que o número que representa a própria energia de $3,6 \cdot 10^6J$.

Assim, fica evidente que o joule, embora seja a unidade de medida de energia do SI, não é uma unidade adequada para medir o consumo mensal de energia elétrica numa residência ou numa indústria. Por isso, foi estabelecida uma unidade prática de energia, que é o

quilowatt-hora [grifo no original] (kWh). (BISCUOLA et al 2001, p. 136).

Porém, como vimos na equação 1, a potência pode ser definida em função da tensão elétrica e da corrente que passa por um determinado condutor. Assim, tomando a 1ª Lei de Ohm:

$$R = \frac{U}{i} \Rightarrow U = Ri \text{ ou } i = \frac{U}{R} \quad (3)$$

Assim, sendo, aplicando a equação 3 na equação 1:

$$P = Ui = R i i \Rightarrow P = Ri^2 \quad (4)$$

Que nos permite calcular a potência de um equipamento conhecendo sua resistência e a corrente que passa por ele. Similarmente,

$$P = Ui = U \frac{U}{R} \Rightarrow P = \frac{U^2}{R}, \quad (5)$$

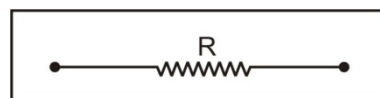
Que nos permite calcular a potência de um equipamento conhecendo sua resistência e qual a tensão que o alimenta.

5) Associação de Resistores

A resistência elétrica de materiais produz um aquecimento do material, denominado de efeito Joule, o qual é indesejado em muitos aparelhos. Porém existem aparelhos onde este efeito é aproveitado, isto é, sua função é converter a energia elétrica em energia térmica. Podemos tomar como exemplo um ferro elétrico para passar roupa, ou um chuveiro elétrico. Estes tipos de condutores são chamados de resistores.

Podemos representá-lo em um circuito esquemático como:

Esquema Gráfico 10 – Representação em circuitos esquemáticos de um resistor.

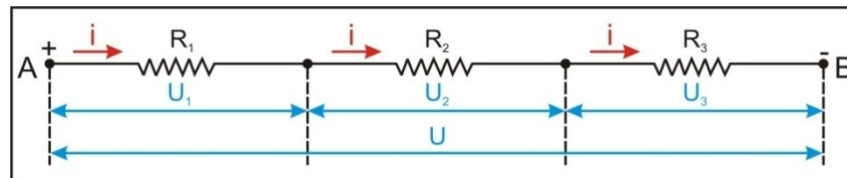


Fonte: Biscuola et al (2001)

Iremos considerar neste material apenas os resistores ôhmicos (resistência elétrica constante).

O que acontece se conectarmos resistores lado a lado?

Esquema Gráfico 11 – Representação esquemática de uma associação em série de três resistores



Fonte: Biscuola et al (2001)

Em verdade, pelos três resistores da figura, é necessário passar a mesma corrente, visto que a corrente que “sai” de uma “entra” na próxima. A tensão total U que alimenta este circuito será consumido parcialmente por cada resistor, de modo que a soma deles seja a tensão total, isto é,

$$U = U_1 + U_2 + U_3. \quad (6)$$

Utilizando a 1ª Lei de Ohm, $U = Ri$, nossa equação anterior toma a forma de

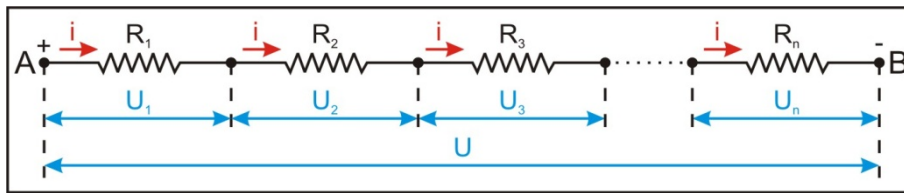
$$U = R_1i + R_2i + R_3i. \quad (7)$$

Se ao invés de três resistores, tivéssemos um circuito com apenas um resistor, em que este resistor produzisse o mesmo valor de corrente para aquela tensão, poderíamos dizer que este resistor é um *resistor equivalente* (R_{eq}). Portanto, aplicando-o na tensão total:

$R_{eq}i = R_1i + R_2i + R_3i$, que simplificando toma a forma de

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3. \quad (8)$$

Esquema Gráfico 12 – Representação esquemática de uma associação em série de n resistores.



Fonte: Biscuola et al (2001)

Generalizando para n resistores:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \text{ e} \quad (9)$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (10)$$

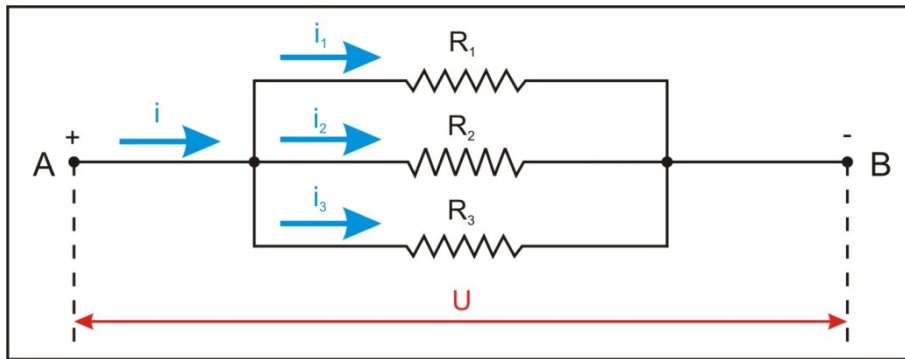
A esta associação, denominamos de associação em série. Assim, podemos defini-la como: “Dois ou mais resistores estão **associados em série** [grifo no original] quando são interligados de tal maneira que, se forem percorridos por corrente elétrica, ela terá a **mesma intensidade** [grifo no original] em todos eles.” (BISCUOLA et al, 2001, p. 160).

Por outro lado, o que acontece se conectarmos resistores sob uma mesma fonte de tensão ou diferença de potencial?

Neste caso, “Dois ou mais resistores estão **associados em paralelo** [grifo no original] quando são interligados de tal maneira que fiquem todos submetidos à **mesma diferença de potencial**.” [grifo no original]. (BISCUOLA et al, 2001, p. 162).

Esquemáticamente, esta associação é representada pelo seguinte esquema:

Esquema Gráfico 13 – Representação esquemática de uma associação em paralelo de três resistores.



Fonte: Biscuola et al (2001)

Onde i_1 , i_2 e i_3 são as intensidades das correntes nos resistores de resistências R_1 , R_2 e R_3 , respectivamente. Vemos que conforme o esquema, a corrente que sai de A, se divide passando por cada um dos resistores, por isso podemos afirmar que:

$$i = i_1 + i_2 + i_3. \quad (11)$$

Utilizando a 1ª Lei de Ohm através da forma $i = \frac{U}{R}$, podemos afirmar que

$$i = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}. \quad (12)$$

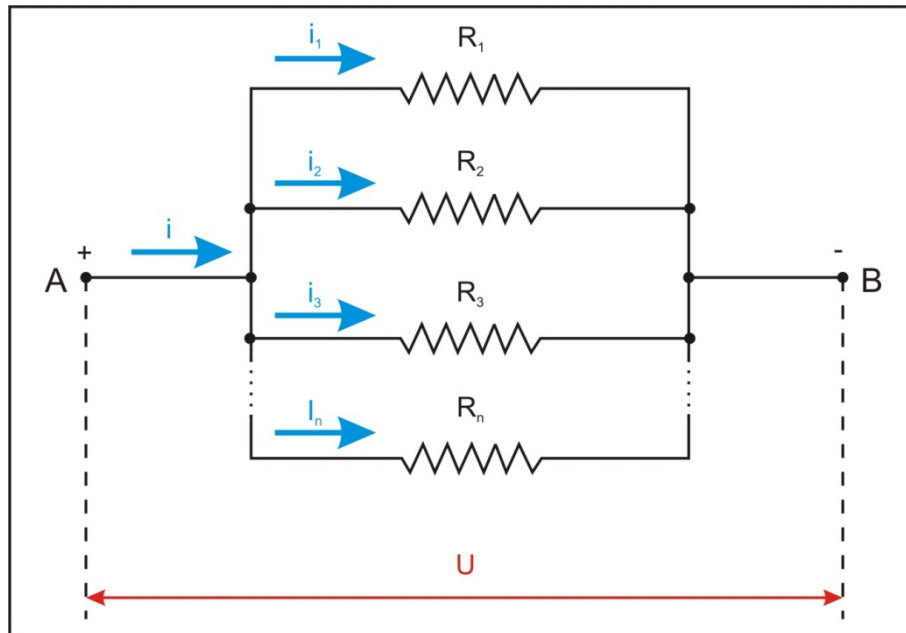
Similarmente ao que fizemos anteriormente, imaginaremos um resistor que conectado nesta tensão produz a mesma corrente total. Este será o resistor equivalente. Utilizando-o na equação anterior:

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}, \quad (13)$$

Que simplificando assume a forma de:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}. \quad (14)$$

Esquema Gráfico 14 – Representação esquemática de uma associação em paralelo de n resistores.



Fonte: Biscuola et al (2001)

Para n resistores:

$$i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n \text{ e} \quad (15)$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (16)$$

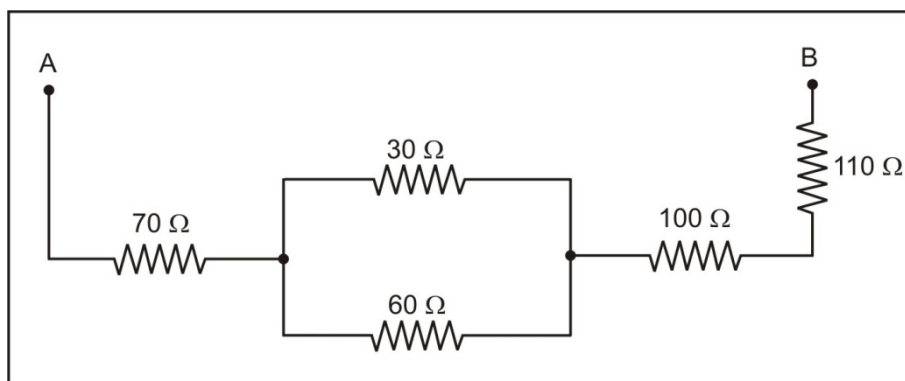
Quando há apenas dois resistores, a equação 16 assume a forma de:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \text{ ou} \quad (17)$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Às vezes, porém, é possível encontrar uma combinação de resistores em série e em paralelo. A esta associação denominamos de associação mista. Para resolvermos tais associações, basta identificarmos as associações intermediárias, como no exemplo:

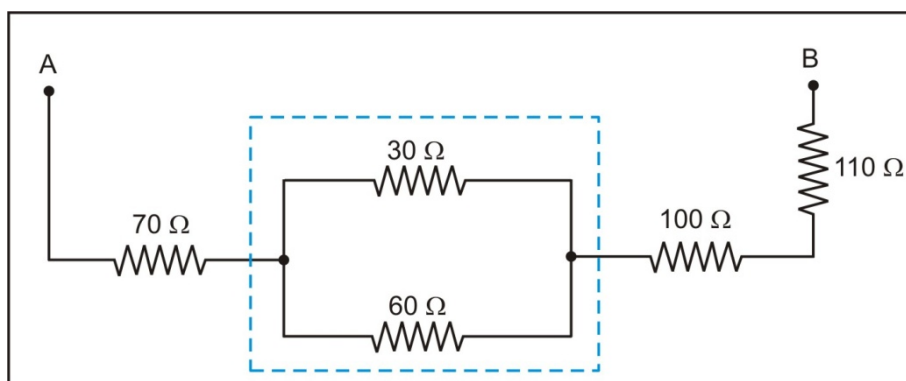
Esquema Gráfico 15 – Representação esquemática de uma associação mista.



Fonte: Biscuola et al (2001)

Neste exemplo, há uma associação em paralelo intermediária à associação em série. Neste caso, resolvemos primeiro a associação em paralelo:

Esquema Gráfico 16 – Representação esquemática de uma associação mista. Primeiro é necessário resolvermos a associação em paralelo intermediária.



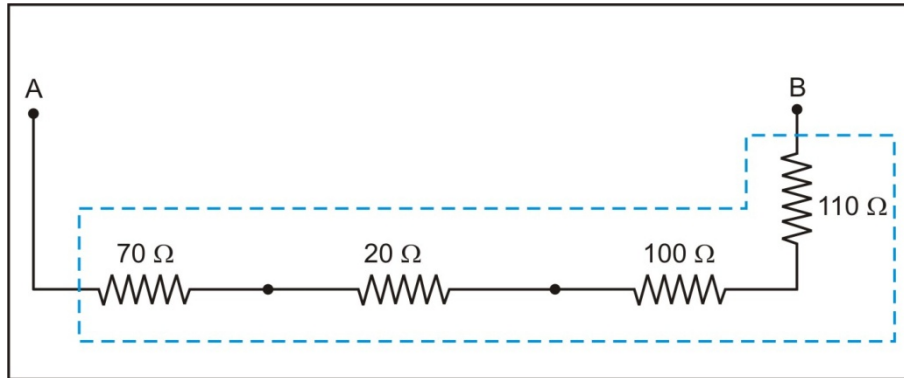
Fonte: Biscuola et al (2001)

Utilizando a equação 17, teremos como resistência equivalente da associação em paralelo:

$$R_{eq} = \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} = \frac{1800}{90} \Rightarrow R_{eq} = 20\Omega.$$

Assim, nosso circuito tomará a forma de:

Esquema Gráfico 17 – Representação esquemática de uma associação mista. A associação em paralelo foi substituída pela sua resistência equivalente, necessitando apenas agora resolvermos a associação em série.



Fonte: Biscuola et al (2001)

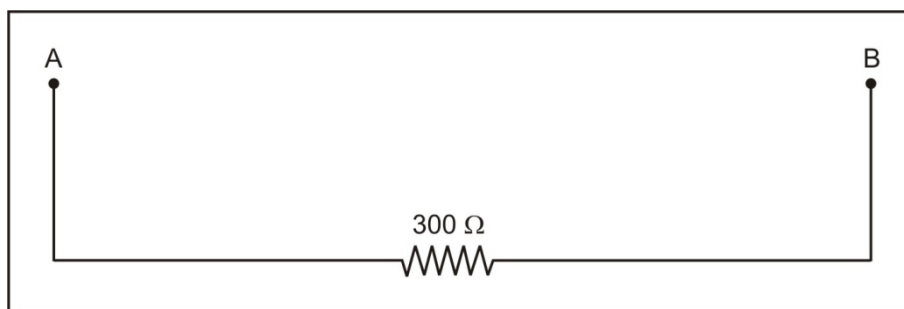
Que é uma associação em série e que pode ser resolvida com uma simples soma de valores:

$$R_{eq} = 70 + 20 + 100 + 110$$

$$R_{eq} = 300\Omega.$$

Assim sendo, nosso circuito teria o mesmo valor de corrente se, sob a mesma tensão, fosse utilizado um resistor de 300Ω de resistência elétrica.

Esquema Gráfico 18 – Representação esquemática final da associação mista substituindo todos os resistores pelo resistor equivalente final.



Fonte: Biscuola et al (2001)