

MNPEF

Polo 61 - UFT Araguaína



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ALDEÍRES DE SOUSA ALVES

DISCUSSÃO SOBRE CONCEITOS DE ELETRICIDADE PARA DISCENTES DA
MODALIDADE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO TOCANTINS
EMPREGANDO UEPSS

Araguaína - TO
Julho de 2021

MNPEF

Polo 61 - UFT Araguaína



ALDEÍRES DE SOUSA ALVES

Discussão sobre Conceitos de Eletricidade para discentes da modalidade Educação de Jovens e Adultos no Tocantins empregando UEPSs

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:
Dra. Regina Lelis de Sousa

Araguaína - TO
Julho de 2021

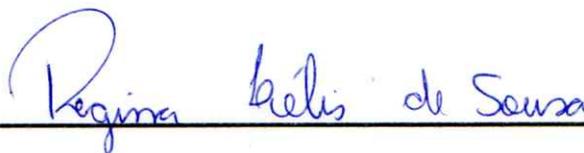
Aldeíres de Sousa Alves

Discussão sobre Conceitos de Eletricidade para discentes da modalidade Educação de Jovens e Adultos no Tocantins empregando UEPSs

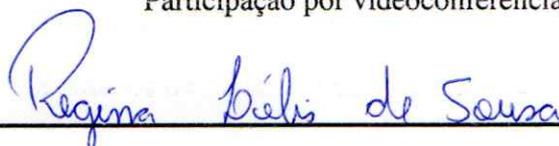
Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Regina Lelis de Sousa

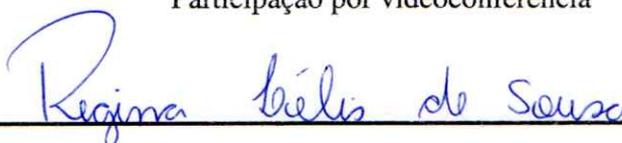
Aprovada por:



Prof(a). Dra. Regina Lelis de Sousa
UFT/MNPEF
Participação por videoconferência



Prof. Dr. Sinval de Oliveira
UFT
Participação por videoconferência



Profª. Dra. Érica Cupertino Gomes
UFT/MNPEF
Participação por videoconferência

Araguaína - TO

Julho de 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- A474d Alves, Aldeires de Sousa.
Discussão sobre Conceitos de Eletricidade para discentes da modalidade Educação de Jovens e Adultos no Tocantins empregando UEPSs. / Aldeires de Sousa Alves. – Araguaína, TO, 2021.
142 f.
- Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) Profissional Nacional em Ensino de Física, 2021.
Orientador: Dra. Regina Lélis de Sousa
1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Unidade de Ensino Potencialmente Significativo. 4. Eletricidade. I. Título

CDD 530

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus pela oportunidade de trilhar e conquistar meus objetivos diante dos propósitos Dele.

À minha família, “porto seguro” que sempre me apoiou e ajudou na concretização dos meus ideais.

Ao meu esposo, companheiro e amigo que durante este percurso me incentivou e colaborou com motivação, compreensão e muito carinho.

Aos meus colegas de turma, em especial as grandes amigas, Ana Cláudia e Charlene Rose, que trilharam junto comigo, comungando do mesmo sonho, e mesmo diante das tantas dificuldades que enfrentamos uma estava ao lado da outra com o suporte necessário para não desistir.

À professora e, sobretudo parceira, Dra. Regina Lelis de Sousa, pela compreensão e motivação, além dos valiosos conhecimentos, que foram essenciais e necessários para tornar esse sonho em realidade, essa luta em vitória.

Ao professor Dr. Marco Antônio Moreira (UFRGS) pela inspiração dos seus trabalhos.

Ao corpo docente do Programa MNPEF-Polo Araguaína-TO, pelo aprendizado e contribuição na minha formação acadêmica e profissional.

A toda a equipe e alunos do 3º segmento, 3º período (2019) EJA, da Unidade de Ensino em que atuo, pela compreensão, motivação e ajuda durante o período de aulas no mestrado.

E, por fim, agradecer o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001”, pela oportunidade de participar do programa e contribuir com a formação continuada para o desenvolvimento do ensino de Física voltado para escolas da rede pública.

Dedico este estudo a Deus, por permitir a realização deste sonho, a minha família que sempre me apoiou e acolheu.

A minha orientadora, Prof^ª Dra. Regina Lelis de Sousa, por ter sido um elo de aprendizado durante este percurso.

A todos os Mestres da modalidade de Ensino de Jovens e adultos.

Enfim, a todos que participaram direta ou indiretamente desta trajetória, que contribuíram para a melhoria da minha qualificação profissional.

RESUMO

Discussão sobre Conceitos de Eletricidade para discentes da modalidade Educação de Jovens e Adultos no Tocantins empregando UEPSs

Aldeíres de Sousa Alves

Orientadora:
Dra. Regina Lelis de Sousa

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

A proposta de ensino apresentada neste trabalho refere-se à construção e aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), baseada nos estudos de Marco Antônio Moreira e na teoria de David Ausubel com enfoque em alguns objetos de conhecimentos de Física no campo da eletricidade e seguindo a estrutura curricular na modalidade EJA (Educação de Jovens e Adultos). A UEPS foi aplicada em uma turma de terceira série EJA (3º segmento, 3º período) com 35 alunos na rede estadual de Araguaína-TO. O principal objetivo do trabalho foi contribuir para a prática pedagógica do professor, com o intuito de suprir a falta de material didático na modalidade EJA e propor aos alunos atividades práticas, em que eles pudessem participar da construção do conhecimento através de suas experiências prévias e despertar, de forma espontânea, o espírito investigativo para compreender os fenômenos da Física. Esperamos que este material possa contribuir de forma significativa tanto na prática docente como na aprendizagem significativa dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem Significativa, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

Araguaína-TO
Julho/2021

ABSTRACT

Master's thesis submitted to the Graduate Program in Physics Teaching in the Professional Master's Course of Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements necessary to obtain the title of Master in Physics Teaching.

The teaching proposal presented in this dissertation it refers to construction and implementation of two Potentially Significant Education Units (IUPS), proposed by Marco Antônio Moreira and based on the theory of David Ausubel focusing on some objects of knowledge of Physics in the field of electricity and following the curricular structure in the modality EJA (Youth and Adult Education). The IUPSs were applied in a third grade EJA class (3rd segment, 3rd period) with 35 students in the state network of Araguaína-TO. The main objective of the work it was to contribute to the pedagogical practice of the teacher, through these IUPSs, in order to supply the lack of didactic material in the EJA modality and propose to the students practical activities, in which they could participate in the construction of knowledge their previous experiences and spontaneously awaken the investigative spirit to understand the phenomena of physics. We hope that this material can contribute significantly to both teaching practice and in the meaningful learning of students.

Keywords: Physics Teaching, Meaningful Learning, Potentially Significant Teaching Unit.

Sumário

INTRODUÇÃO	09
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: UEPS	12
1.1 Educação de Jovens e Adultos no Tocantins – EJA	12
1.2 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).....	15
1.3 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)	19
1.4 Material didático para o EJA – Araguaína/TO	22
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: ELETRICIDADE	24
2.1 - Forças entre cargas elétricas.....	24
2.2 – Campo Elétrico	29
2.3 – Potencial Elétrico.....	38
2.4 Circuitos Elétricos	43
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA	47
3.1 O ambiente de aplicação	47
3.2 A criação e confecção das UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativa)	49
CAPÍTULO 4- DISCUSSÕES E RESULTADOS	50
CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE	78
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL	78

INTRODUÇÃO

Durante décadas, o sistema educacional brasileiro, por meio de movimentos sociais, lutou defendendo uma educação para a alfabetização. E uma das conquistas dessas lutas surgiu com a criação da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Essa nomenclatura foi estabelecida ainda na década de 80. Antes, era identificada como Programa Mobral (Movimento Brasileiro de Alfabetização) (BRASIL, 1968). Essa é a modalidade de ensino que agrega os indivíduos que não concluíram seus estudos na idade ideal e oferece a eles a oportunidade de fazê-lo em um período letivo diferente do que é definido para o ensino regular.

O grande precursor para uma mudança nessa modalidade de ensino foi Paulo Freire, que tinha uma visão de educação como sendo libertadora e na qual os educandos pudessem ter uma postura de lutar por mudanças e libertação (FREIRE, 1980). Ele lutava por uma educação de igualdade, em que sujeitos tivessem autonomia de pensar e de fazer. Propunha ainda que a relação entre professor e aluno acontecesse por meio de trocas de experiências vividas, em que alunos se tornassem sujeitos críticos, capazes de explorar seus conhecimentos e construir novos.

O interesse aqui não é relatar o marco histórico da educação de jovens e adultos, mas deixar evidente que o sistema de ensino sofreu e sofre mudanças acerca dessa modalidade. Apesar desse cenário, essa modalidade ainda não se apagou. Porém, necessita de estudos específicos no que tange às formações continuadas dos professores, material didático, que deve estar em acordo com os segmentos e períodos, curriculum adaptado à realidade dos alunos, carga horária semestral de acordo com os objetos de conhecimento, profissionais para atuarem de acordo com área afim, além de projetos que minimizem a evasão.

De acordo com a realidade em que vivemos em nossa prática educativa, percebemos que a realidade das turmas da EJA, compostas por um grupo heterogêneo de trabalhadores que às vezes do próprio trabalho vão direto para a escola no desejo de compensar o tempo perdido, é muito diferente da situação encontrada nas turmas regulares de Educação Básica. Ao chegar à escola, é fundamental que um aluno da modalidade EJA receba algo que o motive a continuar, a enfrentar as dificuldades, a vencer os obstáculos. Nesse cenário, o sujeito encontrará o professor, um ser humano que talvez nunca tenha encontrado antes, mas a partir daquele momento vai criar com ele uma relação de trocas de experiências, de saberes, na qual o professor é o mediador de conhecimentos e o aluno o aprendiz, aquele que participa ativamente da produção do seu próprio saber.

Este trabalho foi desenvolvido na tentativa de minimizar os muitos problemas que o professor enfrenta em suas práticas pedagógicas na área de ensino de Física para alunos da EJA da terceira série devido à falta de materiais didáticos (livros didáticos). Às vezes, o recurso utilizado compreende apenas lousa e pincel, recaindo assim no formato tradicional, em que a relação entre professor e aluno é vista como uma função determinística: quando o professor “deposita” o conhecimento e o aluno o “recebe”. Baseados em alguns estudos teóricos, David Ausubel e Marco Antonio Moreira (2012) buscam outra face de ensino, qual seja, a de que o aluno precisa aprender significativamente. A proposta aqui implementada baseou-se na construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS) com o objetivo de ser um material para auxiliar o professor em sua prática docente e na busca por aprendizagem potencialmente significativa para o aluno e, em nosso caso, empregando a sequência didática como ferramenta para discutir conceitos de Física relativos à eletricidade Física.

A aprendizagem significativa, de acordo com a teoria de Ausubel, citada por Moreira (2012, p. 2), “é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”. O que é mais relevante para a aprendizagem significativa é coletar dos alunos seus conhecimentos prévios, o que eles trazem em seu cognitivo e poderão surgir novos conhecimentos, novas informações. São esses conhecimentos prévios que Ausubel identifica como subsunçor ou ideia-âncora que, de acordo com sua teoria, citada por Moreira (2012, p. 2), “é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento”. Os subsunçores podem ser identificados por vários métodos, como: mapa mental, uma imagem, um símbolo, ou seja, algo que possa ser relevante na construção de um novo conhecimento a partir do que o aprendiz possui em seu cognitivo.

Visando à obtenção de uma aprendizagem significativa, destacamos o uso de uma sequência didática fundamentada teoricamente pelos estudos de Marco Antonio Moreira (2012, p. 3), conforme comentamos acima, que a define como “sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente para a sala de aula”. Cabe ressaltar a importância dessa prática pedagógica voltada para a sala de aula em turmas de EJA, pois serve como estímulo para os alunos, permitindo que eles possam atuar na construção do seu próprio conhecimento. O objetivo é não ministrar aquela aula voltada para memorização de regras, de copiar e responder o que professor escreve na lousa e explica ao mesmo tempo, aquela velha tarefa de casa de que eles, às vezes, se queixam de não terem tempo de responder, pois

trabalham o dia inteiro e vão do trabalho direto para a escola, entre outros fatores acarretam na falta de aprendizado que comumente pode estar associada à aula mecânica.

Uma varredura da literatura evidencia a carência de trabalhos publicados sobre práticas de ensino realizadas na modalidade EJA para o público da terceira série do ensino médio, principalmente quando se trata do ensino de Física, uma área tão importante do saber, pois é uma ciência que busca compreender os fenômenos naturais do mundo a nossa volta, conhecimentos estes que estão presentes no nosso dia a dia. Pouca tem sido a produção de materiais científicos explorando essas práticas nessa modalidade de ensino:

Embora a revisão não tenha sido exaustiva foi possível perceber que muito pouco foi feito para melhorar esta modalidade de ensino. A maioria dos artigos dizem que há uma necessidade em modificar as formas de ensino na educação de adultos, mas poucos mostram experiências didáticas que possibilitam uma mudança nos currículos e estratégias de ensino. (ESPÍNDOLA; MOREIRA, 2006, p. 7)

Transformar o ensino mecânico em um ensino participativo, em que o aluno é sujeito ativo do seu conhecimento e não passivo, requer dos profissionais da educação, frente a esse processo de ensino, o abandono do velho e a busca do novo. Para isso, a prática pedagógica precisa ser diferenciada, tornando a sala de aula um local de aprendizado significativo, que deve ser adotado, praticado e divulgado para alcançar mais colaboradores desse ensino que se faz necessário na vida de muitos sujeitos aprendizes que requerem uma atenção especial, diferenciada e comprometida com o trabalho individual e coletivo.

Na sequência deste trabalho, apresentamos no primeiro capítulo um breve histórico sobre a base legal da oferta de ensino da Educação de Jovens e Adultos no Tocantins (E.J.A.) seguido do embasamento teórico que norteou nossa pesquisa com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Atrelado a essa teoria, na seção 1.2 destacamos a sequência de ensino-UEPS fundamentada teoricamente por Marco Antonio Moreira. Ainda nesse capítulo, na seção 1.4, relatamos brevemente a importância do professor frente a essa modalidade de ensino, no que concerne a adoção de estratégias inovadoras em sala de aula. Finalizamos o capítulo destacando algumas propostas de pesquisas semelhantes à nossa.

No segundo capítulo explanamos sobre os principais conceitos e fundamentos de eletricidade. Na sequência, relatamos, no terceiro capítulo, toda a abordagem metodológica de criação e aplicação do produto educacional, e a dos resultados obtidos. Por fim, apresentamos as considerações finais, acompanhadas com uma breve retomada de todo o percurso traçado. Destacamos ainda que efetuamos a inserção do produto educacional no apêndice.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA - UEPS

No ambiente educacional, um dos maiores desafios do professor que atua na sala de aula é transformar a aprendizagem mecânica em aprendizagem significativa e permitir ao aluno que ele se coloque no lugar de aprendiz, um ser ativo capaz de participar ativamente das atividades contribuindo com o que ele já conhece.

Dessa forma, buscamos na literatura da educação uma teoria com foco na aprendizagem significativa do aluno, e encontramos a teoria de David Paul Ausubel (1963), na qual um dos pilares importantes que compõem a aprendizagem seria o processo de aquisição de conhecimento com aquilo que o sujeito já conhece, ancorar no seu cognitivo novas informações de acordo com o perfil de cada aluno por meio de ferramentas e estratégias capazes de modificar e facilitar o aprendizado.

Na modalidade de ensino EJA, um dos principais pilares para que ocorra a aprendizagem é o professor, em sala de aula, fazer essa ponte do cognitivo dos alunos com os conteúdos relevantes a serem discutidos. Assim, o aluno consegue relacionar suas experiências de vida com os conhecimentos por meio da mediação do professor.

Neste capítulo, discutiremos sobre a legalidade da modalidade de ensino EJA no estado do Tocantins, alguns pontos importantes da teoria de Ensino formulada por David P. Ausubel e as contribuições de Marco Antônio Moreira para a aprendizagem significativa por meio da proposição da UEPS - Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, ferramenta utilizada neste trabalho. O texto também incluirá detalhes sobre os passos sequenciais para a construção de uma UEPS.

1.1 Educação de Jovens e Adultos no Tocantins – EJA

A Educação de Jovens e Adultos é uma modalidade de ensino da Educação Básica, e sua principal finalidade está descrita na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. A Lei assegura que:

Art. 37. A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos nos ensinos fundamental e médio na idade própria e constituirá instrumento para a educação e a aprendizagem ao longo da vida. ([Redação dada pela Lei nº 13.632, de 2018](#))

§ 1º Os sistemas de ensino assegurarão gratuitamente aos jovens e aos adultos, que não puderam efetuar os estudos na idade regular, oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames.

§ 2º O Poder Público viabilizará e estimulará o acesso e a permanência do trabalhador na escola, mediante ações integradas e complementares entre si. (BRASIL, 1996)

O Estado do Tocantins começou a ofertar a Educação de Jovens e Adultos em 1996, atendendo 1º e 2º segmento¹. A partir de 2008 houve a elaboração e efetivação do atendimento àqueles com interesse em cursar o 3º segmento², a fim de ofertar o ensino para pessoas que não tiveram acesso à escola na idade adequada e cumprindo o que determinam as seguintes leis:

a) a Constituição Federal de 1988, em seu Capítulo II – Dos Direitos Sociais, art. 6º, assegura que “São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à assistência aos desamparados, na forma desta Constituição” (BRASIL, 1988).

b) A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, lei nº 9.394, a qual afirma que é dever do Estado garantir:

TÍTULO III, Art. 4º, IV-acesso público e gratuito aos ensinos fundamental e médio para todos os que não concluíram na idade própria;
VII-oferta de educação escolar regular para jovens e adultos, com características e modalidades adequadas às suas necessidades e disponibilidades, garantindo-se aos que forem trabalhadores as condições de acesso e permanência na escola;
Seção V- Da Educação de Jovens e Adultos
Art. 37º. §1º Os sistemas de ensino assegurarão gratuitamente aos jovens e aos adultos, que não puderam efetuar os estudos na idade regular, oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames. (BRASIL, 1996)

Diante da legalidade, há no Tocantins várias unidades escolares que ofertam essa modalidade, sendo ela de grande importância para a sociedade num contexto geral com o objetivo principal de garantir o ensino a todos, independente de sua idade, além de proporcionar e adequar as atividades de acordo com as peculiaridades do alunado.

Destaca-se também a importância do planejamento pedagógico dos conteúdos aliados a práticas observando o caráter interdisciplinar, de acordo com os componentes curriculares ofertados, haja vista que todo o cronograma de ensino e aprendizagem deve estar em consonância com o perfil dos sujeitos participantes e atuantes, pois essa modalidade da educação básica requer uma atenção especial em relação à motivação e ao despertar para uma vida social igualitária de acordo com suas trajetórias de vida, concepções de mundo, expectativas em relação à escola, aos estudos e melhoria da autoestima dos alunos. Sendo assim, damos enfoque ao educador que lutou para que essa etapa de ensino fosse criada: Paulo Freire, destacando que a educação deveria corresponder à formação plena do ser humano, denominada

¹ 1º e 2º Segmento na modalidade EJA corresponde ao Ensino Fundamental 1 e Ensino Fundamental 2.

² 3º Segmento na modalidade EJA corresponde ao Ensino Médio.

por ele de preparação para a vida, com formação de valores atrelados a uma proposta política de uma pedagogia libertadora, fundamental para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária:

Não é possível atuar em favor da igualdade, do respeito ao direito, à voz, à participação, à reinvenção do mundo, num regime que negue a liberdade de trabalhar, de comer, de falar, de criticar, de ler, de discordar, de ir e vir, a liberdade de ser. (FREIRE, 2002, p.193).

As diretrizes Curriculares Nacionais (2013) (DCN) destacam que devemos considerar o perfil dos alunos e sua faixa etária ao propor um modelo pedagógico, assegurando-lhes a equidade e a diferença: a equidade a fim de propiciar uma igualdade de oportunidade em face ao direito à educação; diferença no que tange a identificação da alteridade própria no processo formativo de cada jovem e adulto, além da valorização individual e desenvolvimento de seus conhecimento e valores.

Vale ressaltar que o professor, em sua rotina pedagógica, deve conhecer o perfil do aluno e da turma, propor um ensino que almeje resgatar a cidadania e incluir todos de forma igualitária, abrindo um espaço de diálogo e participação, além de estimular o pensamento crítico e reflexivo independente de série e idade.

Os alunos da modalidade EJA são atendidos no período noturno nas escolas devido ao fato de serem, em grande parte, trabalhadores. No Tocantins, as aulas ministradas são reduzidas durante o semestre letivo: as aulas que seriam de 50 minutos são realizadas em 40 minutos, ficando acumulado um déficit de 10 minutos em cada aula. Para asseverar a carga horária total, as unidades de ensino desenvolvem atividades complementares asseguradas em um projeto semestral que a coordenação pedagógica e os professores que ministram as aulas elaboram no início do semestre letivo. Todas as atividades complementares dos alunos permanecem arquivadas no portfólio junto à secretaria da unidade escolar.

De acordo com a planilha de dados quantitativos que indicam as matrículas dos alunos nas diversas modalidades e segmentos, no ano de 2019 o Tocantins tinha em sua rede estadual de ensino 8.789 alunos cursando a EJA, matriculados no terceiro segmento (ensino médio). Araguaína conta com 1.417 estudantes matriculados, sendo que as escolas jurisdicionadas à Diretoria Regional de Educação de Araguaína somam 2.063 matrículas na modalidade. Do estudo realizado na proposta curricular em sua versão preliminar, a modalidade EJA do estado do Tocantins caracteriza-se como um projeto que está sendo estudado e aprimorado, pois tudo começou com a implantação do Estado. Na medida em que a modalidade de ensino se

desenvolvia, a procura por matrículas aumentava, os indivíduos migravam do campo para a cidade em busca de trabalho e, automaticamente, dos estudos.

Quando da implantação do Estado, a maioria das pessoas vivia no campo e eram analfabetas ou semianalfabetas. Com a construção da capital, a região torna-se o que podemos chamar de eldorado e muitas famílias migraram do nordeste e dos outros estados do norte para o Tocantins. Esse processo contribuiu para o aumento populacional e conseqüentemente para o aumento dos índices educacionais negativos. Essas pessoas que migram para terras tocantinenses muitas vezes o fazem em busca de melhoria das condições imediatas, que perpassa sempre pela empregabilidade. Na medida em que o Estado vai se estabelecendo, o cenário vai se modificando, mesmo assim a escola não é priorizada, porque a sobrevivência está associada imediatamente ao emprego. Por isso é que só observaremos maior número de matrículas na medida em que outros setores de desenvolvimento econômico vão se expandindo e exigindo mão-de-obra especializada. (TOCANTINS, p. 32)

Com o passar dos anos, as experiências vividas nessa modalidade tiveram avanços para assumir a reparação de longos anos de estudo em atraso e promover a equidade do público atendido. O problema que surge durante esse cenário é a falta de formação específica dos professores para ministrar aulas, pois, na maioria dos casos, professores utilizam a carga horária para complementação de outra já existente. Outra questão que surge é a desistência dos alunos, que às vezes não conseguem conciliar o trabalho com os estudos, afazeres de casa, entre outros.

As situações pedagógicas no dia a dia da EJA são inúmeras, porém o fazer pedagógico deve satisfazer a necessidade específica de cada um, potencializar os conhecimentos, incentivar a participação de todos em um ambiente prazeroso, tanto para alunos quanto para educadores por meio de formações continuadas específicas, incentivo a desenvolver e produzir materiais de estudos diversificados, entre outras possibilidades.

A valorização e a qualificação do professor se refletem em sua prática e no aprendizado do aluno, pois o educador, na posição de mediador, pode despertar nos estudantes um pensamento crítico, reflexivo, para atualização de novos conhecimentos e habilidades, além de contribuir para o acesso à escola e permanência nela.

Portanto, a necessidade de desenvolver uma metodologia é desafiadora no cenário da Educação de Jovens e Adultos. Porém, é importante que seja pensada e repensada ao longo da prática pedagógica, tentando inserir todos no processo de formação de cidadãos capazes de atuar frente a uma sociedade desigual e heterogênea.

1.2 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi desenvolvida pelo especialista em psicologia educacional, graduado em medicina psiquiátrica, David Paul Ausubel (1963). Ele se

interessou por estudar os processos de aprendizagem motivado por dificuldades durante sua vida escolar. Com isso, passou a estudar o cognitivo do “aprendiz”, aquele ser que quer aprender. Nesse percurso, essa teoria teve contribuições de vários estudiosos. No Brasil, destacamos o Professor Marco Antonio Moreira, por dedicar-se à descrição das obras de Ausubel, bem como por realizar discussão e aplicações da teoria desenvolvida pelo autor.

O foco principal de estudo na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel é a aprendizagem cognitiva, em que o indivíduo, como sujeito que quer aprender, possui informações organizadas em sua estrutura cognitiva, na qual uma nova informação pode ser relacionada àquelas já existentes. Logo, o que é considerado primordialmente é a bagagem que esse sujeito traz consigo, fazendo menção a aprendizagem significativa.

O conceito central na teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor. (MOREIRA, 1999, p. 153)

Ausubel identifica esse processo com a expressão “conhecimentos prévios”, que são as informações que o sujeito possui em sua estrutura cognitiva, sendo elas existentes ou pré-existentes. A interação dos conhecimentos previamente estabelecidos às novas informações do sujeito que se permite querer aprender é chamado de subsunçor. Essa relação leva o sujeito a ancorar novos conhecimentos, ampliar seus conhecimentos prévios e permitir ao aprendiz atribuir significado ao que ele já tem em sua estrutura cognitiva. Quanto mais conhecimentos, mais bem elaborados ficarão seus subsunçores.

A aprendizagem só se tornará significativa para o aprendiz quando esta faz uma “ponte cognitiva” entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos, desde que essas informações sejam também substanciais e não-arbitrárias, pois o objetivo é que o aprendiz seja protagonista do conhecimento, participe das suas descobertas e ancore novos significados a sua estrutura cognitiva. O objetivo não é fazer um armazenamento de informações a eles transmitidas de maneira arbitrária.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para os sujeitos e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2012, p. 2)

No meio educacional temos a presença de duas vertentes: o ensino mecânico e a aprendizagem significativa. Denomina-se ensino mecânico aquele no qual o professor é detentor do conhecimento e está na função de transmitir todo este conhecimento, ou seja,

depositar em alguma estrutura cognitiva do estudante conceitos, regras e fórmulas prontas e acabadas. O papel do aluno como sujeito que aprende é o de receber todo o conhecimento pronto e acabado, armazenar essas informações, que ao longo do processo educacional são perdidas, esquecidas e, talvez, nunca lembradas.

Contrastando com aprendizagem significativa Ausubel define aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com poucas ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, esta nova informação é armazenada de maneira arbitrária, não há interação entre a nova e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. (MOREIRA, MANSINI, 1982, p. 9)

A outra vertente que tem sido almejada cotidianamente baseia-se em uma estratégia na qual busca-se inserir o educador no papel de mediador de conhecimentos, e o aluno em destaque como protagonista, aquele que descobre, que busca, que desperta e encontra em alguma estrutura do seu cognitivo algo que já sabe e com isso aprimora, enriquece, dá novos significados e adquire outros à medida que aprende significativamente.

Em alguns casos, na sala de aula, o professor expõe o conteúdo no quadro e os alunos, em uma tentativa de seguir a sequência, fazem uma cópia no caderno, observam o professor enquanto explica, tentam entender, reproduzem as fórmulas ali repassadas e no momento que vão desenvolver as atividades não conseguem. Essa reprodução de aprendizagem ainda acontece no ambiente educacional. Porém, as teorias de aprendizagens têm o foco voltado para abordagens diferentes dessa citada, pois o maior objetivo é contribuir para modificar essa narrativa de ensinar e aprender de forma mecânica.

Ainda de acordo com a teoria de Ausubel, segundo Moreira (2012), para que ocorra uma aprendizagem significativa é imprescindível que o sujeito tenha acesso à aprendizagem por meio de materiais que sejam potencialmente significativos, e que este mesmo sujeito demonstre interesse em querer aprender, pois não é suficiente que apenas o professor desenvolva sua função, ambos precisam estar empenhados em desenvolver um trabalho pedagógico equilibrado, cada um cumprindo o seu papel como sujeitos ativos e participativos do processo de ensino e aprendizagem.

A primeira condição implica que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) e a segunda condição é que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncoras relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não-literal. (MOREIRA, 2012, p. 8)

Com isso, o professor precisa planejar e utilizar materiais que realmente sejam potencialmente significativos, pois é a partir desse contato pedagógico que o aprendiz poderá ancorar novos significados de acordo com seus subsunçores. Este significado está em cada aprendiz, ou seja, vai depender dos conhecimentos prévios de cada um, pois o significado está em cada sujeito e não nos materiais de aprendizagem utilizados nas aulas.

Essa segunda condição leva em consideração a predisposição do aprendiz para querer aprender, muitas vezes difícil de ser aplicada, pois requer do professor o despertar desse aluno para algo com que ele se identifique. Com a finalidade de exemplificar uma estratégia para despertar no aluno o desejo de aprender. A condição de disposição do aluno para querer aprender também leva em consideração a negociação de significados: o professor, em sua prática, precisa mediar essa negociação, e o aprendiz precisa relacionar as novas informações com aquelas existentes em sua estrutura cognitiva, elaborando, enriquecendo e modificando seus subsunçores.

A realidade na EJA se relaciona bem com a Teoria da Aprendizagem Significativa, pois essa modalidade abrange um público adulto com perfil de indivíduos mais experientes na vida. Porém, o professor pode se deparar com aprendizes que não possuem subsunçores em sua estrutura cognitiva. Segundo Moreira (2010), a teoria de Ausubel destaca o papel relevante dos organizadores prévios, uma ferramenta que deve ser utilizada para suprir essa carência de subsunçores. Outra alternativa seria o uso de algum material que possa permitir aos alunos fazer alguma relação ou distinção dos novos conhecimentos com aqueles já existentes em seu cognitivo.

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem (...). Há dois tipos de organizadores prévios: quando o material de aprendizagem é não-familiar, quando o aprendiz não tem subsunçor recomenda-se o uso de um organizador expositivo que, supostamente, faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo (...). Quando o novo material é relativamente familiar, o recomendado é o uso de um organizador comparativo que ajudará o aprendiz a interagir novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de outros já existente nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos (MOREIRA, 2010, p. 11)

Essas estratégias devem ser pensadas e planejadas pelo professor em sua prática diária, e, por meio dessa mediação, ele precisa ser capaz de facilitar ao aprendiz a construção de subsunçores dando significado lógico e psicológico de acordo com a experiência de cada envolvido nesse processo de aprendizagem.

O influenciador principal na aprendizagem significativa é o conhecimento prévio do aluno. Diante disso, a tentativa mais eficiente de produzir aprendizagem significativa consiste

naquela em que é o professor a elencar tudo o que os alunos trazem em sua bagagem cognitiva, seja por meio de uma conversa na sala de aula, um debate envolvendo as variáveis dos conteúdos de modo geral, um mapa mental, uma narrativa realizada pelos alunos, entre outros. Caso o professor seja bem-sucedido em identificar e utilizar os subsunçores, ele terá em mãos a ferramenta fundamental que deve ser aquela utilizada em sala de aula com o intuito de ancorar novos conhecimentos e resultar em uma modificação na estrutura cognitiva que conduz à ampliação dos conceitos, tornando-os relevantes. Esse processo de amadurecimento ou modificação na estrutura cognitiva permite também que o aluno faça uma organização hierárquica do que está sendo aprendido.

Com o intuito de buscar soluções para melhorar o aprendizado dos alunos, pois a partir desse estudo utilizamos estratégias tais como os organizadores prévios para desenvolvimento das aulas teóricas e práticas, tendo por objetivo possibilitar ao professor identificar os conhecimentos prévios dos alunos e possibilitar que estes tivessem a oportunidade de aprender significativamente.

1.3 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

Na teoria de Ausubel, segundo Moreira (2012), existem condições que facilitam a aprendizagem de forma significativa conforme explicado na seção 1.2 e, dentre elas, destacam-se os papéis dos organizadores prévios e subsunçores. O professor deve utilizar diferentes estratégias para que o aluno ancore novas informações dando significados ao que já conhece. Com os organizadores planejados e executados, é possível que o professor consiga identificar até aqueles alunos que possuem alguma deficiência em seus subsunçores, ou mesmo aqueles que não possuem subsunçores para algum conteúdo abordado.

De acordo com Moreira (2000), introduzidos pelo professor “conteúdos sobre os quais os alunos não possuem concepções prévias, ocorre a aprendizagem mecânica”. Nessa narrativa o professor transmite um determinado conhecimento e, no primeiro momento, o aluno pode receber esse aprendizado mecanicamente. Porém, com o passar do tempo, o aluno tem a possibilidade de, eventualmente, relacionar esse primeiro conhecimento a outros novos construindo uma relação entre os dois. À medida que ele consegue relacioná-los, a aprendizagem mecânica dará lugar à aprendizagem significativa.

Por esse motivo, este trabalho foi desenvolvido na intenção de buscar ferramentas que seguem orientações da Teoria da Aprendizagem Significativa para dar oportunidade aos alunos do 3º segmento, 3º período da E.J.A para que alcancem um aprendizagem significativa, pois até então identificamos que estes discentes desenvolvem, predominantemente, uma

aprendizagem puramente mecânica. Infelizmente, o que ocorre na quase totalidade dos casos é que, ocasionalmente, o aluno, com o passar do tempo, poderia esquecer informações da sua estrutura cognitiva. Tendo-se por objetivo alcançar a aprendizagem significativa, decidiu-se na pesquisa pela utilização uma nova ferramenta de trabalho em sala de aula: a denominada UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa).

Para a construção de uma UEPS o professor precisa dispor de tempo para o planejamento minucioso de suas aulas, observando o detalhe importante de que cada aula deve ter um planejamento específico, pois as aulas que compõem uma UEPS estão relacionadas e interligadas. Assim sendo, a construção de uma sequência didática com estas características demanda tempo e disposição do professor. Moreira (2012), em seu texto, especifica alguns passos a serem seguidos. Porém, o docente pode alterar a ordem dos passos, uma vez que cada professor tem a sua didática, tem um público de alunos diferentes e também atua em diferentes modalidades de ensino. Ou seja, a sequência de passos é flexível para atender às demandas específicas.

O principal objetivo de desenvolver essas UEPS, segundo Moreira (2012), é que estas sejam “facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental”. O professor pode utilizar várias estratégias para realizar uma triagem que permita a ele identificar os conhecimentos prévios de cada aluno individualmente. Ressalta-se que, nesse momento, é importante que o professor organize estratégias para conhecer o perfil de cada aluno, pois, em se tratando da EJA, temos a presença de um público adulto com vivências e níveis de formação intelectual diferentes.

A filosofia de Moreira (2012) deixa claro e evidente que “só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim”. O que observamos é que, mesmo com muitas mudanças, a educação brasileira ainda passa por dificuldades quando se trata de aprendizagem, pois o que percebemos é a velha práxis de ensinar de forma mecânica, não que esta forma esteja totalmente errada, mas ela não contribui significativamente com a retenção do aprendizado potencialmente significativo, que é aquele que permitirá a formação do cidadão livre e participativo da vida em sociedade.

No que concerne aos princípios para a construção de uma UEPS destacamos alguns pontos mais importantes. Segundo Moreira (2012):

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;

- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud), elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas de organizador do ensino e mediador da captação de significados de partes do aluno (Vergnaud);
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (MOREIRA, 2012, p. 4)

Todos esses princípios nos levam a entender que para que se tenha êxito na aplicação de uma UEPS, o professor deve fazer uma triagem dos conhecimentos prévios dos alunos, identificar o que os alunos querem aprender, apresentar organizadores que irão ser utilizados para que eles possam relacionar ou distinguir alguns conhecimentos de suas respectivas estruturas cognitivas, ou seja, o professor vai atuar na mediação desses conhecimentos sempre em busca de despertar nos alunos a participação ativa na construção do seu próprio saber.

Diante do exposto, Moreira (2012) ainda define os aspectos sequenciais, ou seja, aqueles que norteiam a confecção de uma UEPS e que são importantes para a construção e, posteriormente, sua aplicação em sala de aula. Estes passos são fundamentais, pois a sequência didática requer atividades diversificadas que mobilizem conhecimentos, estimulem a aprendizagem e motivem os alunos para aprenderem significativamente, ou seja, o material utilizado deve ser confeccionado tendo-se em mente que uma das suas qualidades imprescindíveis é ser potencialmente significativo. Moreira (2012) define que esses passos sequenciais são:

- 1-definir o tópico específico a ser abordado
- 2-Criar/propor situação(ões)- discussão, mapa mental, situação-problema, etc.- que leve(em) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa.
- 3-propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, (...) essas situações podem funcionar como organizador prévio, (...) podem ser: simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc.(...)
- 4-apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, (...) dando uma visão do todo, (...)como exemplo, breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos, (...).
- 5-retomar os aspectos mais gerais estruturantes, (...) outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc, (...), porém com um nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação, (...).
- 6-concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo, (...), buscar a reconciliação integradora, (...), novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade.
- 7-avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de uma implementação, (...), avaliação somativa individual após o sexto passo.

8-a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). (MOREIRA, 2012, p. 5)

Contudo, na prática em sala de aula, o professor deve entender que os diversos materiais devem ser utilizados com o objetivo de estimular o aluno a se engajar no próprio processo de aprendizagem, levando-os a participar de forma individual e em grupo, desenvolvendo atividades que favoreçam a todos no momento do diálogo, da discussão, dos debates e contribuindo para que todos possam tomar parte do processo ativamente. Levar em consideração os questionamentos dos alunos, suas experiências vividas, estimulá-los a não darem respostas prontas aos questionamentos, oferecer as oportunidades para que eles possam se expressar são ações relevantes e é desejável que o docente as implemente durante as aulas. Por fim, destacamos que o objetivo principal na aplicação da UEPS foi tentar organizar todos os materiais didáticos de acordo com a estrutura lógica imposta pela sequência do conteúdo planejado, observando o perfil da turma e também considerando o perfil individual. O desafio foi, ao término desta etapa, tornar esse material potencialmente significativo na estrutura cognitiva de cada aprendiz das turmas do EJA nas quais o material foi empregado.

1.4 Material didático para o EJA – Araguaína/TO

Atuar na modalidade da EJA- Educação de Jovens e Adultos no Brasil é uma prática desafiadora devido a sua especificidade de ensino e aprendizagem. Pouco se observa, no âmbito educacional, grandes projetos para alavancar o ensino concernente a essa modalidade, haja vista que é uma educação voltada para os indivíduos adultos que não tiveram oportunidade de concluir os estudos na idade certa e, dessa forma, estudam com uma carga reduzida em relação àquela do ensino regular, totalizando apenas 500h durante o semestre letivo. Outro fator importante no estado do Tocantins, especificamente na regional de Araguaína, onde foi aplicado o produto educacional, é que as unidades escolares não possuem livro didático voltado para essas turmas. Esse é um fator que dificulta o processo de aprendizagem dos alunos, pois os professores precisam de materiais norteadores para o planejamento das atividades e isso requer obras didáticas específicas. Diante desse cenário, na maioria das vezes, os docentes utilizam material didático concebido para a modalidade regular e empregam procedimentos metodológicos tradicionais em suas aulas.

Porém, acreditamos que o ensino voltado para a EJA precisa ter um planejamento com estratégias inovadoras em sala de aula. Se assim não o for, dificilmente haverá oportunidade de se ofertar educação motivadora e de qualidade.

Destacamos brevemente a análise de algumas produções voltadas para o ensino de Física na EJA publicadas no site do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

Magalhães (2015), que alicerça a sua pesquisa na teoria de Freire, teve como ponto de partida a busca por materiais didáticos voltados especificamente para o ensino de Física na EJA e o conteúdo abordado foi eletromagnetismo. O autor observou em seu trabalho de pesquisa e atuação como docente a falta desses materiais e desenvolveu seu produto educacional em forma de material didático utilizando objetos que integravam a realidade dos alunos como temas geradores de eletromagnetismo, na busca de envolver os educandos e melhorar o processo de aprendizagem deles.

Vieira (2016) embasa sua pesquisa na teoria de David Ausubel e na metodologia de Moreira para a criação e aplicação de uma UEPS voltada para tópicos que abordam conceitos relacionados a transformações de energia elétrica. Seu material destaca a importância da aprendizagem significativa e não mecânica, pois o aluno pode participar e organizar seus próprios conhecimentos. Também é apresentada uma alternativa para os professores que atuam nessa modalidade.

Nascimento (2017) desenvolveu trabalho voltado para o ensino de Física focado em conceitos de eletromagnetismo e optou por apresentar aos alunos os objetos de conhecimento por meio de vídeos em sala de aula. O autor destaca essa atividade como uma “prática simples”. Alguns dos vídeos foram produzidos pelo autor e outros estavam disponíveis na internet. Ele destacou que os vídeos “complementam e ilustram os conceitos físicos e experimentos realizados em classe”. Sua metodologia, embasada em uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem e para explorar os conteúdos e a ponte entre o aluno e o conhecimento destaca o professor como mediador. Assim, o espaço importante no processo ensino-aprendizagem é permitir ao aluno se aproximar dos conceitos físicos de forma participativa e cooperativa e não uma sistematização de fórmulas e conceitos prontos e acabados para os quais os alunos da EJA nem possuem preparo adequado para tal matematização.

Almeida (2017) trabalhou com uma única turma da EJA em um colégio em Porto Alegre na qual os estudantes tiveram aulas expositivas de conceitos no primeiro momento e depois utilizaram alguns dispositivos do cotidiano tais como: baterias de celulares e notebooks,

chuveiro elétrico, disjuntor, controle remoto entre outros. Por meio desses dispositivos, o professor atuando como mediador permitiu ao aluno construir suas ideias sobre o conceito de eletricidade, interagir em aula tendo auxílio de roteiros e textos para compreender alguns conceitos físicos.

Destaco também dois trabalhos importantes, encontrados durante essa busca de materiais junto ao banco de dados do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Gonçalves (2017) trabalhou no ensino de Física por meio de atividades experimentais e criou um laboratório portátil para a realização de alguns experimentos na área do eletromagnetismo. Ele ressalta a importância de o aluno ser instigado, por meio da apresentação dos experimentos, tendo como mediador o professor em sala de aula e fundamenta seu trabalho na teoria de Donald Schön conhecida como “reflexão na ação”.

Fonseca (2015) construiu uma sequência didática sobre conceitos de eletricidade embasado na teoria da “Aprendizagem Significativa” proposta por David Ausubel. Utilizou em suas aulas atividades para contemplar alguns tópicos de eletricidade e no primeiro momento do desenvolvimento das tarefas foram utilizados texto e vídeos sobre estudo de eletricidade. Logo em seguida, empregou alguns objetos eletroeletrônicos e eletrodomésticos para estudar alguns significados de unidades elétricas.

Alguns desses trabalhos destacados apresentam proposta semelhante à nossa e refletem o fato de que as dificuldades encontradas no caminho foram as mesmas que todos os autores citaram em seus trabalhos: o público da EJA é diferenciado e requer um trabalho específico voltado para suas especificidades. Há outro vilão que paralisa alguns profissionais da educação, que é o material didático. O comum é que não existam livros didáticos acessíveis aos professores e alunos e, quando estão disponíveis, utilizam, para abordagem das componentes curriculares, metodologias que não fazem uma relação com as experiências de vida nem com o cotidiano dos alunos, entre outras possibilidades.

Diante dessa vasta dificuldade encontrada para se trabalhar com a EJA, propomos a criação e aplicação de uma UEPS para utilizar na turma do 3º período da EJA. O objetivo é colaborar com esse público e com os profissionais que atuam em sala de aula, permitindo uma participação ativa dos alunos nas atividades pedagógicas e motivando-os a entender os conceitos físicos presentes em nosso cotidiano. O diferencial do nosso material em relação aqueles já publicados na literatura é o atendimento às especificidades dos estudantes da modalidade EJA em Araguaína-TO.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA - ELETRICIDADE

2.1 - Forças entre cargas elétricas

Desde os primórdios até os dias atuais vivenciamos um grande avanço, que se desdobrou no mundo moderno. Isso se deu em decorrência de vários estudos, chegando à descoberta da eletricidade. Thales de Mileto, um filósofo grego no século VI a.C, descobriu uma atração entre objetos que consistiu no esfregaço de um âmbar, uma resina sólida fossilizada das árvores (em grego significa elektron) em pele de animal e observou que este era capaz de atrair pequenos objetos leves tais como pena ou palha (ASSIS, 2008).

Em 1600 surgem os estudos do médico inglês Willian Gilbert, que descreveu a Terra como um grande imã no tratado denominado “De Magnete”. Ele observou fenômenos e fez compilação de vários conhecimentos anteriores relativos à eletricidade e magnetismo, além de mostrar que os efeitos elétricos existiam em alguns materiais comuns como: vidro, enxofre, entre outros (PESSOA JÚNIOR, 2010). Em meados do século XVII, o químico francês Charles François de Cisternay Du Fay chegou à conclusão que todos os corpos podem ser eletrizados e ao realizar seus experimentos destacou que existem dois tipos de cargas elétricas: uma “vítrea” (vidro) e a “resinosa” e observou que objetos eletrizados com cargas de eletrização iguais se repelem enquanto aqueles de cargas diferentes se atraem (SANTOS, 2018). Mais tarde essas cargas elétricas foram denominadas por Benjamin Franklin de positiva, para se referir à carga “vítrea”, e a “resinosa” recebeu a denominação de negativa. Benjamin Franklin também se destacou pela invenção do para-raios e por seus estudos sobre a natureza elétrica dos relâmpagos.

Todas as descobertas possuem um papel importante e impactam positivamente a forma de vida da sociedade contemporânea: em nosso cotidiano é confortável usufruir de toda tecnologia ao nosso alcance. Em apenas um clique somos levados até o outro lado do mundo, temos acesso a máquinas que fotografam o interior do nosso corpo e revolucionam o tratamento de doenças, e há uma quantidade significativa de aplicações que envolvem os conhecimentos sobre eletricidade e magnetismo no nosso cotidiano. Estas aplicações permeiam a maioria de nossas ações, seja de um simples acender de lâmpadas até a operação de máquinas sofisticadas.

Vamos tentar entender mais sobre os fenômenos elétricos naturais e sobre suas principais características e comportamento, uma vez que, conforme comentamos anteriormente,

esses fenômenos são amplamente aplicados em tecnologia corriqueiramente utilizada na sociedade moderna.

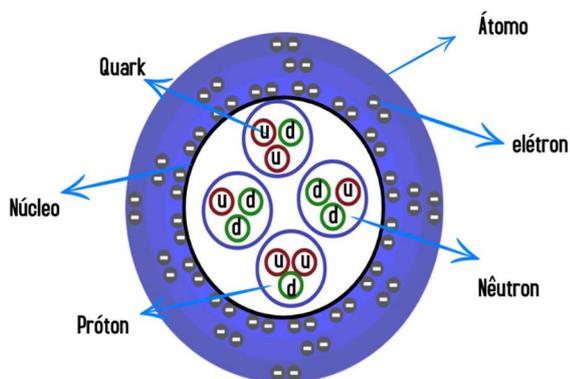
Propriedade das Cargas Elétricas

A carga elétrica é uma propriedade intrínseca que constitui a matéria, estando presente em todos os objetos. Em um dia de clima seco, caso alguém ande descalço em um tapete e depois toque na maçaneta da porta, receberá um choque e, eventualmente, perceberá a existência de uma faísca. Além disso, se atritar um pente ao cabelo seco e em seguida aproximar de pequenos pedaços de papel, observará que eles serão atraídos pelo pente. Em suma, são vários os exemplos que demonstram a presença dessas cargas em nosso meio e também sugerem as interações entre as cargas.

A matéria é constituída de átomos e moléculas que se juntam para formar os materiais, como mostra a Figura 1. A constituição básica da matéria é o objeto de estudo da Física de Partículas Elementares. Essas partículas elementares são os constituintes básicos dos átomos. Ainda não há uma teoria finalizada sobre os constituintes básicos da matéria e suas interações e características. Mas, podemos discutir o que, neste momento, é consenso para a comunidade científica. Rotineiramente no núcleo do átomo encontramos os prótons, que estão positivamente carregados, e os nêutrons, os quais possuem cargas nulas. Na região exterior ao núcleo e nas proximidades deste, tem-se a nuvem eletrônica, negativamente carregada. Dados conhecidos sobre o próton e os elétrons são resumidos abaixo:

- a massa do próton equivale a $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ Kg;
- a massa do elétron equivale a $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ Kg;
- a carga do próton equivale à carga do elétron com sinal contrário ($q_p = -q_e$) e
- a carga do elétron equivale: ($e = -1,6 \times 10^{-19}$ C).

Figura 1: Modelo atômico em acordo com os pressupostos da Mecânica Quântica e da Física de Partículas Elementares.



Fonte: Adaptado de (OSTERMANN, 2001, p. 12, 13)

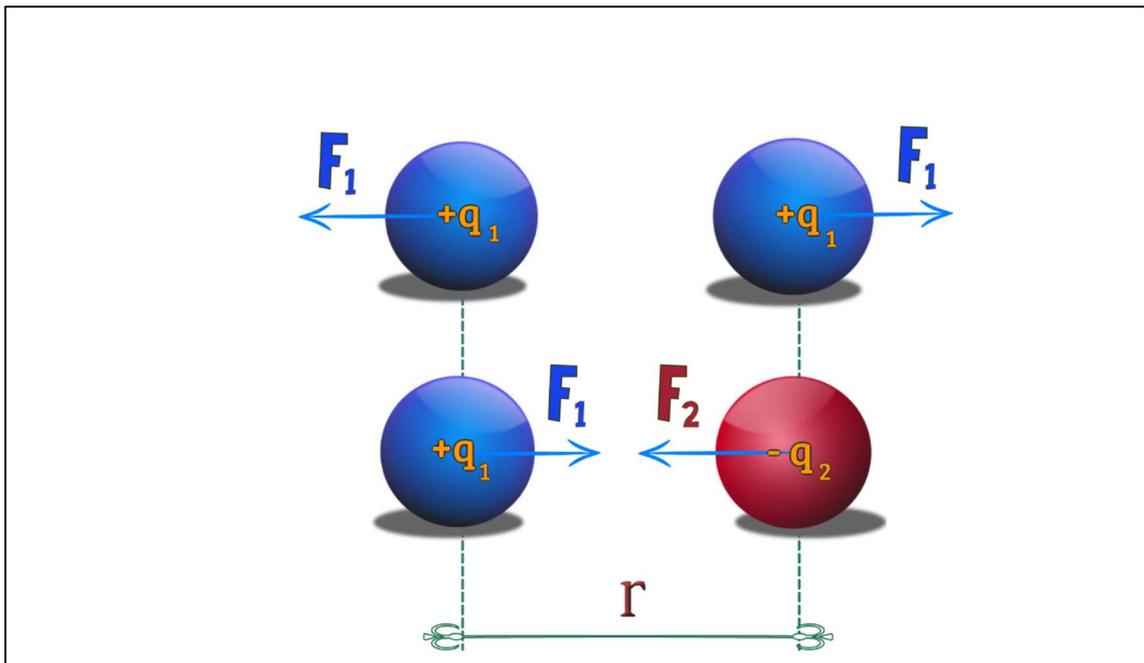
Rememorando os estudos de Benjamin Franklin citados anteriormente, as cargas foram nomeadas como carga positiva e carga negativa. Se houvesse um excesso de carga no corpo, este estaria carregado positivamente, ou seja, $N_p > N_e$, e se estivesse com falta de carga, estaria carregado negativamente, ou seja, $N_p < N_e$.

Existe uma interação entre os corpos que são eletricamente carregados, seja ele positivo ou negativo. Como exemplo, podemos utilizar dois bastões de vidro, um preso e um móvel. Inicialmente, esses bastões estão neutros. Para observarmos as propriedades de interação entre as cargas, utilizamos um pedaço de seda para atritar o bastão de vidro que está preso e com isso ocorre a transferência de uma pequena quantidade de carga negativa do vidro para a seda, deixando o bastão de vidro com excesso de cargas positivas. Realizando o procedimento de atrito com o bastão de vidro móvel e, posteriormente, aproximando o bastão móvel daquele fixo, verificamos que ocorre um afastamento do bastão fixo em relação ao móvel, possibilitando concluir que a interação da força elétrica presente entre esses dois corpos é repulsiva.

Charles Coulomb (1736-1806), um físico francês que no século XVIII teve a excelente ideia de fazer um estudo sobre as forças elétricas com uma balança de torção, empreendeu a investigação experimental acerca das forças elétricas e ganhou destaque na área da eletricidade (KNIGHT, 2009).

Para homenagear Charles Coulomb, a lei fundamental da eletrostática leva seu nome, “Lei de Coulomb”, e descreve a força de interação de campo entre duas cargas carregadas, como mostra a Figura 2.

Figura 2: Força entre cargas elétricas pontuais.



Fonte: Própria autora

Matematicamente, podemos expressar o módulo da força existente entre essas cargas pontuais, sendo representadas por q_1 e q_2 igual a uma constante (K) que vai depender do meio e dividir pela distância ao quadrado, ou seja,

$$F_{q_1q_2} = \frac{K|q_1||q_2|}{r^2} \quad 2.1$$

sendo K a constante de Coulomb ($8,99 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$). Em unidades SI a força é dada em Newtons (N), a distância em metros (m) e a carga em coulombs (C); logo, a constante K é representada por:

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad 2.2$$

e ϵ_0 é a constante de permissividade encontrada no vácuo ($8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$), e permite reescrever o módulo da força em termos de, temos

$$F_{q_1q_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \quad 2.3$$

Como a Lei de Coulomb é uma lei de força, podemos expressá-la vetorialmente: a força eletrostática que a carga q_1 exerce sobre a carga q_2 como mostra na figura 3 e rotulada de $\vec{F}_{q_1q_2}$, pode ser expressa pela expressão 2.4.

$$\vec{F}_{q_1q_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \hat{r} \quad 2.4$$

Dessa forma, o vetor \hat{r} é unitário radial na direção de q_1 para q_2 e a magnitude da força será a mesma em todos os pontos.

Se utilizarmos um conjunto de N cargas pontuais 1,2,3..., teremos a presença de forças elétricas que podem ser superpostas, sendo a resultante dessa força sobre a carga j , devida outras carga é (KNIGHT, 2009),

$$\vec{F} = \vec{F}_{1sobrej} + \vec{F}_{2sobrej} + \vec{F}_{3sobrej} + \dots \quad 2.5$$

podemos encontrar cada uma das forças ($\vec{F}_{1sobrej}$) pela equação 2.1 ou 2.3. A expressão 2.5 é equivalente a afirmar que a força elétrica obedece ao princípio da superposição.

2.2 – Campo Elétrico

O conceito de campo passou por algumas ideias de Faraday no contexto das forças elétricas. Knight (2009, p. 806) destaca que “a carga produz uma alteração em todos os lugares do espaço” e esta, por sua vez, “altera o espaço em torno de si gerando um campo elétrico”. Mais tarde a ideia de Faraday é fundamentada matematicamente por James Clerk Maxwell em suas quatro equações para o campo elétrico e magnético.

Para introduzir a definição de campo elétrico colocamos uma carga fonte pontual (Q) carregada em um determinado ponto do espaço; esta carga altera a região do espaço ao seu redor, criando assim um campo elétrico. Se aproximarmos outra carga, que doravante denominaremos de carga de prova (q), esta experimenta uma força elétrica (\vec{F}) produzida pela carga fonte (Q) (ver equação 2.7).

$$\begin{aligned}\vec{F}_{\text{sobre } q} &= q \cdot \vec{E} \\ \vec{E} &= \frac{\vec{F}}{q}\end{aligned}\tag{2.6}$$

Substituindo a equação 2.4 temos,

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}\tag{2.7}$$

Como o campo elétrico depende apenas das cargas fontes, o sentido do campo depende do sinal da carga (Q): se for >0 , tem a direção do sentido de \hat{r} ; se for <0 , o campo terá o sentido oposto de \hat{r} , ou seja, o campo se afasta da carga positiva e se aproxima da carga negativa.

Para N cargas fontes carregadas em uma região do espaço, aplicamos o princípio da superposição de cargas de acordo com a equação 2.5

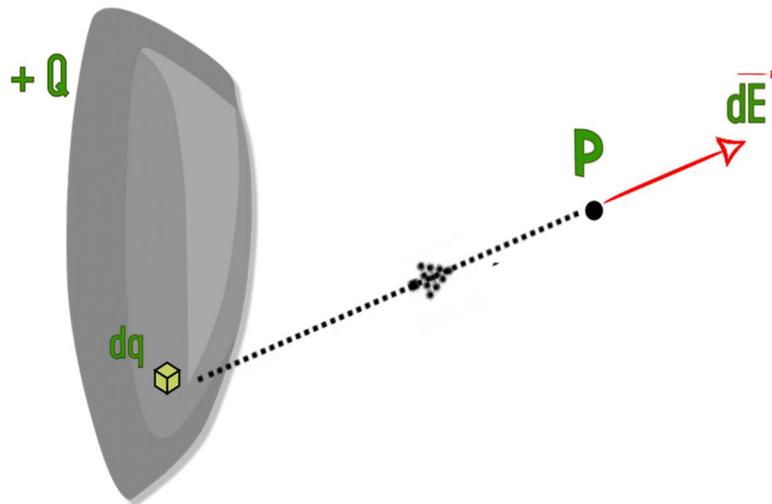
$$\vec{E} = \sum_i \frac{q_i}{r_i^2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \hat{r}\tag{2.8}$$

Campo Elétrico de Distribuições Contínuas de Carga

Com a finalidade de determinar o campo elétrico de uma distribuição de carga contínua, tentaremos obter uma expressão que nos possibilite calcular o campo elétrico para um objeto, como, por exemplo, aquele da Figura 3. Perceba que nessa figura temos um corpo totalmente irregular e que possui uma carga + Q distribuída sobre todo o volume e está localizado em algum ponto do espaço. Considere um ponto P. O objetivo é determinar o campo que este objeto carregado produz nesse ponto.

Nosso ponto de partida é o uso da expressão 2.7 para o campo elétrico gerado por uma carga pontual de qualquer ponto do espaço. Considerando que o corpo da Figura 3 é irregular e extenso e apresenta uma distribuição de carga em todo o volume, é possível associá-lo a uma distribuição contínua de cargas geradas por infinitas fontes pontuais, ou seja, elementos infinitesimais que se aproximam por uma carga pontual que é representada por (dq) e que é denominada como sendo um elemento diferencial ou infinitesimal da carga contida em um volume infinitesimal dV , tornando assim o diferencial do campo elétrico, $d\vec{E}$, que essa carga dq gera naquele ponto P separada pela distância r .

Figura 3: Corpo irregular com distribuição de carga contínua



Fonte: Própria autora

Com isso, a equação 2.7 pode ser expressa da seguinte forma,

$$d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$

2.9

Para obter o campo elétrico total, é necessário integrar a equação 2.9 para todo o volume do objeto

2.10

$$\vec{E} = \int d\vec{E}$$

A fim de determinar o elemento diferencial da carga dq distribuída neste objeto extenso, podemos utilizar a densidade linear, a densidade superficial ou a densidade volumétrica de cargas.

- Densidade linear é utilizada para objetos que se limitam a ter comprimento, ou seja, não possuem área e volume significativos. Portanto, é possível abordar estes objetos como se tivessem uma carga simplesmente distribuída ao longo de um comprimento (L). O quanto de carga possui por unidade de comprimento, é representada por,

2.11

$$\lambda = \frac{Q}{L}$$

Então, da equação (2.11) e com o elemento infinitesimal do comprimento dL , obtém-se a expressão 2.12:

2.12

$$dq = \lambda \cdot dL$$

- Densidade superficial: a carga se distribuirá sempre sobre a superfície e poderá ser calculada por meio do quociente entre a quantidade de carga dividida pela área (A), ou seja, quanto de carga para cada um metro quadrado de área da superfície que se tem nesses objetos, sendo representado matematicamente da seguinte forma,

2.13

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

Com isso, o elemento diferencial da carga dq da equação (2.13) com o elemento infinitesimal da área dA , ficará da seguinte forma:

2.14

$$dq = \sigma \cdot dA$$

- Densidade volumétrica: a carga se distribui por todo o volume (V) do objeto carregado, ou seja, é a carga total para cada metro cúbico de volume desses objetos, sendo representada matematicamente da seguinte forma:

$$\rho = \frac{Q}{V} \quad 2.15$$

Com isso, o elemento diferencial da carga dq da equação (2.15) com o elemento infinitesimal de volume dV , obtém-se:

$$dq = \rho \cdot dV \quad 2.16$$

Para calcular o campo elétrico de um corpo, é interessante saber qual é a simetria do objeto porque essa informação nos permite associar à densidade de carga de forma a integrar o campo elétrico infinitesimal gerado pelos diferentes pontos daquele objeto.

Lei de Gauss

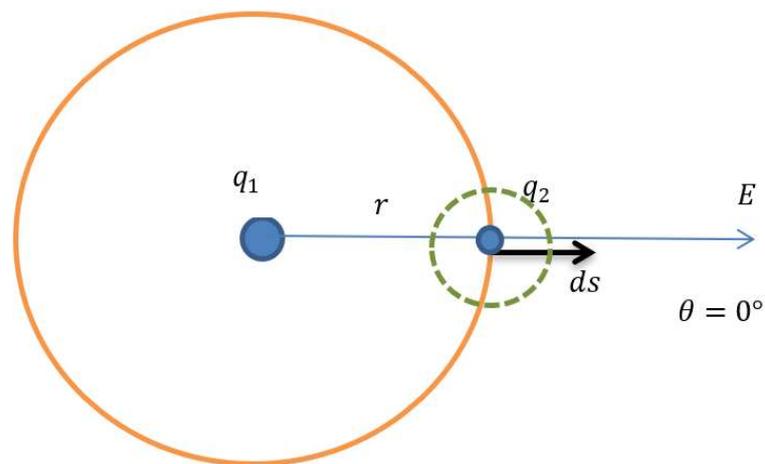
O matemático, físico e astrônomo Johann Carl Friederich Gauss nasceu em Braunschweig em 30 de abril de 1777, tendo se tornado um dos matemáticos mais importantes e prolíficos da história. Durante sua vida escolar, sendo ainda criança, se destacava por ter facilidade em realizar operações matemáticas. Uma das primeiras notícias desta facilidade ocorreu quando, em sala de aula, o professor pediu para que todos os alunos somassem todos os números de 1 a 100, e Gauss resolveu somar os 50 pares que totalizava 101 e depois multiplicou por 50 e chegou ao resultado esperado pelo professor. O professor percebeu que Gauss tinha algo diferente. Além disso, com o passar dos anos, Gauss estudou as obras mais notáveis de Euler, Lagrange e Newton, nas quais leu sobre as descobertas do teorema binomial, lei da reciprocidade quadrática e os mínimos quadrados (NASSIF, 2012).

Com sua dedicação e destaque no mundo científico, Gauss ficou conhecido como o “Príncipe da Matemática”. Além do campo de estudo da matemática teve grande sucesso e reconhecimento no campo da Física com estudos voltados para campo magnético, óptica, dentre outros (FREITAS, 2008).

De acordo com Knight (2009, p. 850), “a lei de Gauss e a lei de Coulomb são equivalentes no sentido de que uma pode ser derivada da outra”, porém a lei de Gauss é a relação entre a carga contida em uma superfície fechada (superfície gaussiana) e as linhas de campo geradas por essas cargas.

A lei de Gauss constitui uma relação entre o fluxo total (ϕ) do campo elétrico através de uma superfície fechada chamada “superfície gaussiana” e a carga elétrica que existe no interior do volume circunscrito por essa superfície (ver Figura 4). Nessa figura, tem-se que a carga pontual q_1 no centro da superfície está separada por uma distância r da carga q_2 .

Figura 4: Carga pontual envolvida por uma superfície gaussiana



Fonte: Própria da autora

A Lei de Gauss é representada pela integral do campo elétrico que se encontra em determinado ponto de uma superfície em relação à carga que envolve aquela superfície e pode ser representada matematicamente com a seguinte forma:

$$\Phi = \oint E \cdot dA = \frac{q_1}{\epsilon_0} \quad 2.17$$

onde E é o campo elétrico, dA é o vetor normal que aponta para fora da superfície da carga, ϵ_0 é a constante de permissividade elétrica no vácuo, q_1 a carga elétrica envolvida. De acordo com a Figura 4, a área da superfície da carga q_2 é perpendicular às linhas de campo de q_1 .

Considere o fluxo elétrico (ϕ) através da superfície fechada na Figura 4 com centro na carga pontual q_1 , podemos escrever a expressão 2.18 para representá-lo:

$$\Phi = \oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} \quad 2.18$$

Por simetria sabemos que \vec{E} é paralelo a $d\vec{A}$, temos

$$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} \cdot \cos \theta \quad (\cos 0 = 1) \quad 2.19$$

$$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} \quad 2.20$$

Devido a \vec{E} e $d\vec{A}$ serem paralelos, o produto escalar entre ambos pode ser escrito da seguinte forma:

$$\vec{E} \cdot d\vec{A} = E dA \cos(0) \quad 2.21$$

Como E é uma constante, resolvemos apenas a área da superfície esférica dada por coordenadas esféricas:

$$\vec{E} \cdot d\vec{A} = K \frac{q}{r^2} r^2 \sin \theta d\theta d\phi \quad 2.22$$

Podemos agora resolver o fluxo do campo elétrico

$$\Phi = \int_0^\pi \int_0^{2\pi} K \frac{q}{r^2} r^2 \sin \theta d\theta d\phi = Kq \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \sin \theta d\theta d\phi \quad 2.23$$

$$\Phi = Kq [\cos \theta] \Big|_0^\pi [\phi] \Big|_0^{2\pi}$$

$$\Phi = Kq [-(\cos \pi - \cos 0)][2\pi - 0] = Kq [-(-1 - 1)] (2\pi)$$

$$\Phi = 4\pi Kq \quad 2.24$$

Substituindo a equação 2.2 na equação 2.24, obtemos

$$\Phi = 4\pi \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot q = \frac{q}{\epsilon_0} \quad 2.25$$

Onde q é a carga encerrada interna da superfície gaussiana.

Atuando em uma superfície fechada podemos aplicar o princípio da superposição com N cargas, $q_1, q_2, q_3 \dots q_i \dots q_n$, e obteremos:

$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = 4\pi K \sum_{i=1}^n q_i \quad 2.26$$

Por este princípio, o fluxo resultante se dá pelo somatório dos campos envolvidos por cargas individuais. Para as cargas que estão no interior da superfície gaussiana, o fluxo (Φ) será $\frac{q}{\epsilon_0}$, e quando estiverem fora da superfície este será nulo (KNIGHT, 2009).

Podemos definir que o fluxo total nesse caso é correspondente ao fluxo sobre a superfície gaussiana esférica porque estamos lidando com uma carga puntiforme:

$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0} \quad 2.27$$

E, portanto, a Lei de Gauss para eletricidade é obtida.

Como a lei de Gauss implica na Lei de Coulomb e vice versa, podemos verificar utilizando a equação 2.17 resolvendo a integral:

$$E \oint dA = \frac{q_1}{\epsilon_0} \quad 2.28$$

$$E \cdot A = \frac{q_1}{\epsilon_0} \quad 2.29$$

Como A é a área da superfície da esfera que é definida por $4\pi r^2$, substituindo temos,

$$E(4\pi r^2) = \frac{q_1}{\epsilon_0} \quad 2.30$$

$$E = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad 2.31$$

Fazendo,

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad 2.32$$

E substituindo a equação (2.32) na (2.30), é encontrado o campo elétrico desejado.

$$E = k \frac{q_1}{r^2} \quad 2.33$$

Com isso, o campo elétrico ao redor de uma carga pode representar uma força elétrica se outro objeto com carga q_2 fosse colocado em um determinado ponto na ação do campo elétrico. Da mesma forma, a força elétrica que envolve qualquer carga se estende por todo o espaço e pode ser obtida por meio da lei de Coulomb. Para determinar a expressão para a lei de Coulomb, podemos empregar a expressão do campo elétrico representado por,

$$E = \frac{F}{q_2} \quad 2.34$$

Substituindo a equação 2.33 em 2.34 e isolando a força F , encontramos a equação desejada, qual seja, a Lei de Coulomb.

$$k \cdot \frac{q_1}{r^2} = \frac{F}{q_2} \quad 2.35$$

$$F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

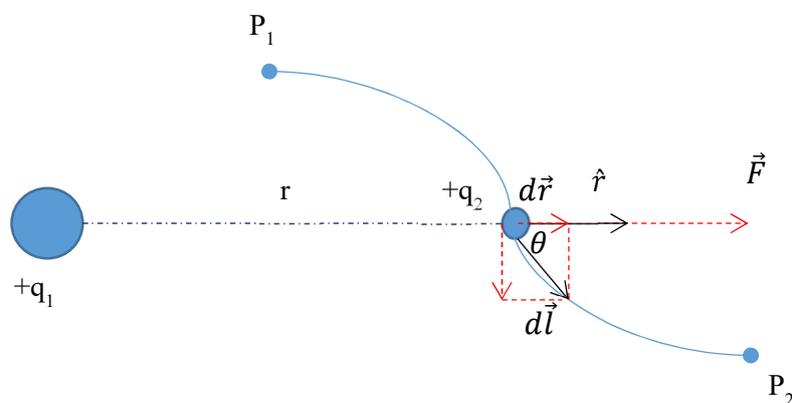
Assim, a Lei Coulomb é a lei de força elétrica que atua entre corpos carregados eletricamente e que depende do valor das cargas e do quadrado da distância entre os dois objetos.

2.3 – Potencial Elétrico

ENERGIA POTENCIAL ELETROSTÁTICA

A Figura 5 representa um dos aspectos da força eletrostática, qual seja, o fato de ser uma força central. Essa força atua sobre o segmento que une duas cargas, $+q_1$ e $+q_2$, sendo a carga $+q_1$ fixa no espaço e posicionada a uma distância r de $+q_2$. A força eletrostática na carga $+q_2$, de acordo com a Figura 5, é repulsiva e se deve à interação com a carga $+q_1$.

Figura 5-Força elétrica atuando na carga $+q_2$ em decorrência da interação com a carga $+q_1$. Também se observa a indicação do deslocamento infinitesimal de $+q_2$ no percurso de P_1 até P_2 .



Fonte: própria autora

A intensidade da força eletrostática entre as cargas depende apenas da distância r entre elas, de acordo com a equação 2.4 apresentada na seção anterior

$$\vec{F} = F(r)\hat{r} \quad 2.36$$

onde \hat{r} é um vetor unitário na direção da força.

Utilizando a expressão geral para cálculo do trabalho, W , e substituindo a força \vec{F} da equação 2.36, temos,

$$W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_{P_1}^{P_2} F(r)\hat{r} \cdot d\vec{l} \quad 2.37$$

Deseja-se avaliar o trabalho realizado pela força elétrica para a situação na qual a carga se moveu ao longo do caminho que conecta P_1 a P_2 e que está representado na Figura 5. Para isso, vamos decompor o deslocamento infinitesimal $d\vec{l}$ na sua componente radial e outra que denominamos perpendicular (representa na cor púrpura). Logo temos que a componente radial é dada por:

$$dr = dl \cdot \cos\theta \quad 2.38$$

Fazendo o produto escalar da equação 2.37, encontramos,

$$\hat{r} \cdot d\vec{l} = dl \cdot \cos\theta \quad 2.39$$

Com isso, substituindo a equação 2.39 na 2.37, encontramos

$$\int_{P_1}^{P_2} F(r)\hat{r} \cdot d\vec{l} = \int_{P_1}^{P_2} F(r)\hat{r} \cdot (dr\hat{r}) + \int_{P_1}^{P_2} F(r)\hat{r} \cdot (do\hat{o}) = \int_{P_1}^{P_2} F(r)dr$$

e na qual \hat{o} representa a componente radial do deslocamento infinitesimal. Com isso, podemos escrever que (ver 2.40):

$$W = \int_{P_1}^{P_2} F(r) dr \quad 2.40$$

A partir desse resultado e substituindo a equação 2.35 na 2.40, será calculado a integral e encontramos,

$$W = \int_{P_1}^{P_2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} dr \quad 2.41$$

$$W = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \int_{P_1}^{P_2} \frac{1}{r^2} dr \quad 2.42$$

$$W = \frac{-q_1 \cdot q_2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r}\right)_{r_1}^{r_2} \quad 2.43$$

$$W = \frac{-q_1 \cdot q_2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \quad 2.44$$

$$W = - \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r_2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r_1} \right) \quad 2.45$$

Nesse caso renomeamos os índices de integração P_1 e P_2 por r_1 e r_2

Com isso, como o trabalho independe da trajetória, obtemos com a equação 2.45 a variação da energia de potencial eletrostática,

$$W = -\Delta U = (U_2 - U_1) \quad 2.46$$

Dessa forma, a energia potencial eletrostática é uma grandeza física escalar e para cargas puntiformes é dada por,

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r} \quad 2.47$$

(aqui tomou-se o zero da energia potencial como sendo localizado no infinito e como consequência podemos escrever a expressão 2.47).

E, por ser uma grandeza física escalar, a energia potencial eletrostática pode ser positiva, negativa ou nula e tem como unidade o Joule. É ainda importante salientar que só se define a função escalar de argumento vetorial, U , para forças conservativas. Para U , teremos valores positivos quando as cargas tiverem o mesmo sinal, negativa quando as cargas possuírem sinais contrários e zero quando a distância entre as cargas tende ao infinito.

Outra relação importante e que envolve o campo elétrico diz respeito à energia potencial e conduz ao que se denomina potencial elétrico. Define-se o potencial elétrico como sendo a relação entre a energia potencial por unidade de carga, ou, usando nossa nomenclatura, calcula-se por meio do quociente entre a energia potencial U e a carga q_2 . No SI, a unidade de energia potencial é o Joule e a do potencial elétrico, V , o Volts, podendo ser representado por:

$$V = \frac{U}{q_2} \quad 2.48$$

Substituindo a energia potencial da equação 2.46 na definição de potencial elétrico da equação 2.47, temos,

2.49

$$V = \frac{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r}}{q_2}$$

Na equação 2.49, simplificando as cargas q_2 e substituindo k por $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, temos

2.50

$$V = K \frac{q_1}{r}$$

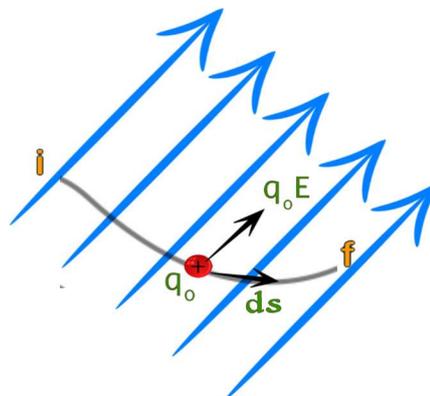
O potencial é uma grandeza escalar a qual pode ser positiva se a carga for positiva ou negativa se a carga for negativa.

Potencial Elétrico e a relação com o campo elétrico

O campo elétrico e o potencial elétrico estão ligados, pois ambos representam duas maneiras diferentes da alteração que as cargas fontes realizam ao seu redor (KNIGHT, 2009).

Ao analisar a Figura 6, na qual o campo elétrico é representado a partir das linhas de campo pode-se demonstrar como calcular o potencial elétrico por meio do campo elétrico partindo da relação do trabalho e sua conexão com a energia potencial.

Figura 6: Deslocamento de uma partícula carregada de uma posição i até a posição f na presença de um campo elétrico representado pelas linhas azuis.



Fonte: própria autora

Sabemos que em toda trajetória de i até f temos uma força eletrostática (\vec{F}) que pode ser escrita em função do campo elétrico (\vec{E})

$$\vec{F} = q\vec{E} \quad 2.51$$

Essa força age sobre a carga enquanto ela sofre esse deslocamento ao longo da trajetória evidenciada na Figura 6. Assim, considerando deslocamentos infinitesimais, ds , o deslocamento total é obtido a partir da soma dos deslocamentos infinitesimais dando origem à trajetória da partícula e o cálculo do trabalho infinitesimal é dado por

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{s} \quad 2.52$$

Empregando a relação entre o campo elétrico \vec{E} e a força \vec{F} , a equação 2.52 pode ser reescrita como:

$$dW = q \cdot \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad 2.53$$

Para ter o trabalho total, integra-se a equação 2.53.

$$\int dW = \int_i^f q \cdot \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad 2.54$$

e a relação entre o trabalho total e o campo elétrico é aquela dada na expressão 2.55:

$$W_{total} = q \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad 2.55$$

Como a força elétrica produzida pelo campo elétrico é uma força conservativa, ou seja, qualquer que seja o caminho que a carga siga do ponto i ao f , resultará no mesmo trabalho, e uma vez que o campo elétrico é conhecido em todos os pontos naquela determinada região do

espaço, é possível calcular a diferença de potencial entre os pontos i e f , utilizando-se da equação 2.47. A variação de potencial ΔV é dada por,

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \quad 2.56$$

E a expressão 2.47 nos permite obter a relação dada na equação 2.56.

$$\Delta V = \frac{-W}{q} \quad 2.57$$

Se dividimos em ambos os membros da equação 2.55 por $-q$, encontramos

$$\frac{-W_{Total}}{q} = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad 2.58$$

Logo, a variação de potencial ficará da seguinte forma

$$\Delta V = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad 2.59$$

Assim, esta é a relação almejada que lida com a diferença de potencial e o campo elétrico e a resolução desta integral de linha fornece, automaticamente, a diferença de potencial entre as posições inicial i e final f . O fato de a força elétrica ser conservativa nos permite calcular com facilidade, uma vez que é possível escolher uma trajetória apropriada para resolver esta integral.

2.4 Circuitos Elétricos

A Física proporciona a evolução da ciência. Veja, por exemplo, a subárea da eletricidade: destaca-se uma vasta gama de aparelhos elétricos que são movidos por ela e que são de fundamental importância na execução de tarefas primordiais no cotidiano do ser humano bem como aplicações em grandes indústrias e empresas de diversos ramos. A base de todas essas maravilhosas aplicações tecnológicas são os circuitos elétricos os quais constituem os

conjuntos de caminhos que permitem a passagem de corrente elétrica, em que aparecem dispositivos elétricos ligados a um gerador. Quando o caminho a seguir pela corrente é único chamamos de circuito simples. Nos circuitos são encontradas fontes de energia elétrica, condutores em circuito fechado e dispositivos para utilizar energia da fonte (GASPAR, 2013).

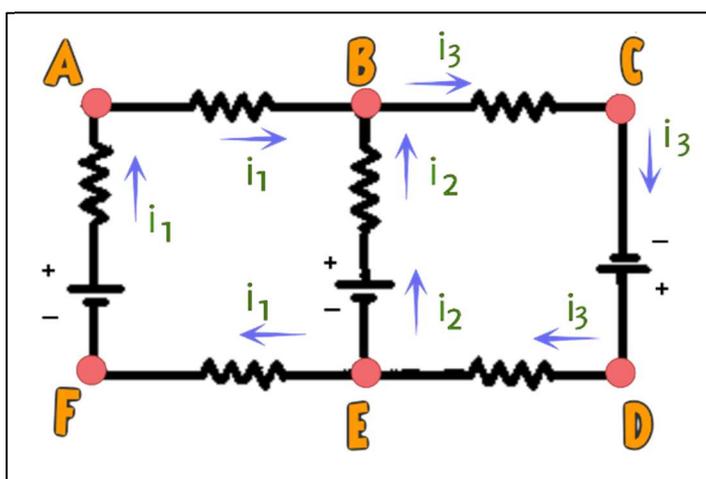
Neste tópico vamos estudar os circuitos elétricos que contêm geradores, receptores e resistências todos eles ligados de modo que haja mais de um percurso para a corrente. Esses circuitos são conhecidos por redes elétricas e para calcular a intensidade de corrente em cada ramo de uma rede elétrica, Kirchhoff estabeleceu duas leis que ficaram conhecidas como leis de Kirchhoff (HALLIDY; RESNICK; WALKER, 2016).

A primeira lei, conhecida como Lei dos nós, é uma consequência imediata do princípio da conservação da carga. A segunda, conhecida como Lei das malhas, uma consequência do princípio da conservação da energia. Vejamos.

Primeira e Segunda Leis de Kirchhoff (Lei dos Nós e Lei das Malhas)

As leis de Kirchhoff podem ser utilizadas em um circuito para encontrar as correntes e tensões elétricas. Para compreender o conteúdo dessas leis, analisamos, como exemplo, o circuito elétrico na Figura 7: os nós são pontos nos quais a corrente se divide. Por exemplo, na Figura 7 existem dois nós, o ponto B e o ponto E. Percebe-se que a corrente, tanto no ponto B quanto no ponto E, pode chegar a um lado e dividir-se seguindo dois caminhos diferentes.

Figura 7: Circuito elétrico.

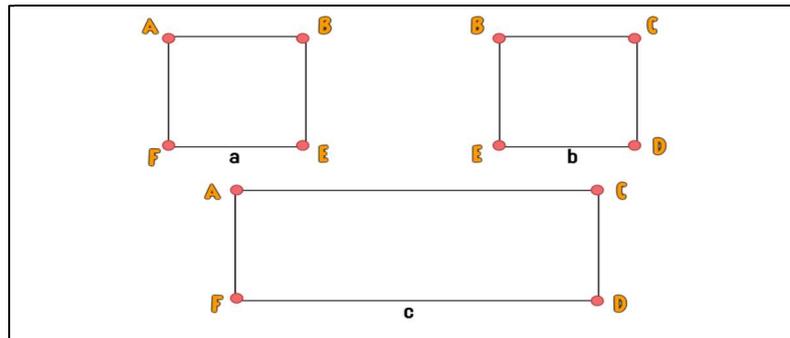


Fonte: Própria autora

Os trechos do circuito entre dois nós consecutivos são chamados ramos. Conforme a Figura 7, temos a ramificação B, A, F, E que fica entre os nós B e E, a ramificação B e E e a

ramificação BCDE. Qualquer conjunto de ramos formando um caminho fechado recebe o nome de malha. Com isto, no circuito da Figura 7, temos três malhas, quais sejam, a malha ABEFA representada (ver Figura 8a), a malha BCDEB representada na Figura 8b e a malha ACDFDA representada na Figura 8c.

Figura 8: Malhas do circuito mostrado na Figura 7



Fonte: Própria autora

De forma a atribuir um sentido da corrente elétrica a cada ramo, que pode ser arbitrário, é bom levar em conta os elementos do circuito do ramo. Como, por exemplo, na Figura 7, observando o ramo B, A, F e E existe um gerador, a corrente elétrica chega através do terminal negativo e sai através do terminal positivo, assumindo assim o sentido da corrente elétrica i_1 , ou seja, a corrente elétrica que percorre todo o ramo é o mesmo no sentido do AB e no EF. Utilizando-se raciocínio análogo, pode-se estabelecer os demais sentidos de corrente observados na Figura 7.

A Primeira lei de Kirchhoff, que é a lei dos nós, afirma que a soma das intensidades das correntes elétricas que chegam em um nó é igual à soma das intensidades das correntes elétricas que saem. Analisando o nó B da Figura 7, temos que i_1 e i_2 são as correntes que chegam ao nó e que i_3 é a corrente que sai do nó, com isso, podemos escrever da seguinte forma,

$$\text{nó B} \longrightarrow \underbrace{i_1 + i_2}_{\text{Chegam}} = \underbrace{i_3}_{\text{Sai}} \longrightarrow \underbrace{i_1 + i_2}_{\text{Chegam}} - \underbrace{i_3}_{\text{sai}} = 0 \quad 2.60$$

Aplicando ao nó E, tem-se:

$$\text{nó E} \longrightarrow \underbrace{i_1 + i_2}_{\text{saem}} = \underbrace{i_3}_{\text{Chega}} \longrightarrow \underbrace{i_1 + i_2}_{\text{saem}} - \underbrace{i_3}_{\text{Chega}} = 0 \quad 2.61$$

Chega-se, portanto, à conclusão que, tendo por base a lei dos nós, a soma das correntes elétricas em um nó é sempre zero.

$$\sum_{\text{nó}}^n i_n = 0 \quad 2.62$$

E considerando a malha da Figura 8a e percorrendo a corrente elétrica no sentido horário de A, B, E, F e A, podemos escrever as diferenças de potenciais, ficando da seguinte forma

$$\underbrace{V_A - V_B}_{U_{AB}} + \underbrace{V_B - V_E}_{U_{BE}} + \underbrace{V_E - V_F}_{U_{EF}} + \underbrace{V_F - V_A}_{U_{FE}} = 0 \quad 2.63$$

Este resultado é precisamente a segunda Lei de Kirchhoff, considerada a lei das Malhas, a qual atesta que, percorrendo uma malha do circuito em um determinado sentido, iniciando e chegando até o mesmo ponto, a soma algébrica das diferenças de potenciais é zero, ou seja, a soma algébrica de todas as tensões de um caminho fechado é zero, representado da seguinte forma:

$$\sum_{m=1}^M V_m = 0 \quad 2.64$$

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

A estratégia para o desenvolvimento do produto educacional foi baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, adotando os passos sequenciais para construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo, conforme proposta de Marco Antônio Moreira. O desejo maior foi tentar, por meio de novas estratégias de ensino, ofertar melhores condições para que os alunos tivessem oportunidades de participar ativamente do processo ensino-aprendizagem, ou seja, ensinar a partir dos conhecimentos prévios que os alunos traziam no seu cognitivo e aos poucos ampliá-los.

Optamos por esta estratégia porque acreditamos que seja eficiente para ofertar as melhores oportunidades de aprendizagem aos estudantes, dado que diferentes sujeitos se identificam com diferentes metodologias de ensino.

3.1 O ambiente de aplicação

O produto educacional foi aplicado em uma escola estadual localizada na zona periférica de Araguaína-TO. Essa escola atende cerca de 670 alunos em várias modalidades de ensino: Ensino Fundamental Anos Finais (6º ao 9º), Novo Ensino Médio (1º, 2º e 3º séries) e Educação de Jovens e Adultos (EJA) 3º segmento (1º, 2º e 3º período, que equivalem ao ensino médio) e possuem cerca de 95 alunos, sendo que o funcionamento noturno atende apenas EJA e o diurno as demais modalidades.

Os alunos que compõem o corpo discente moram no próprio setor onde se localiza a escola ou nos setores vizinhos, além daqueles que moram na zona rural que faz parte das redondezas da escola.

A estrutura Física da unidade de ensino resume-se a sala de aulas, sendo um espaço limitado para comportar a quantidade de alunos matriculados, logo não disponibiliza nenhum tipo de laboratório, biblioteca, quadra poliesportiva, ou seja, não possui nenhum espaço que possa promover uma aula com recursos diferenciados. Vale ressaltar que a unidade oferece apenas um Datashow para os professores utilizarem. Esse é um fator que limita o planejamento do professor, principalmente quando se trata de tecnologia, pois a escola não possui computadores para realização de atividades tecnológicas com os alunos.

Pensando nessas limitações, surgiu a ideia da criação das UEPSs no intuito de proporcionar aos alunos nas aulas de Física um momento de aprendizagem diferenciado em que os mesmos pudessem observar alguns fenômenos relacionados aos conceitos físicos estudados

e participar na construção de seu aprendizado. E, para o colega professor, o objetivo é deixar o produto educacional como “material didático” na tentativa de suprir a falta de material voltado para o público da EJA. O planejamento de cada UEPS foi norteado pelos objetos de conhecimento presentes no documento orientador para EJA da SEDUC – (Secretaria da Educação, Juventude e Esportes) da rede estadual, ressaltando que a quantidade de conteúdos dificulta a aplicação devido ao tempo de estudo regido em lei para cada componente curricular.

A aplicação do produto foi realizada em uma turma de 3º segmento do 3º período (corresponde à 3ª série do ensino médio) da unidade de ensino. Havia 35 alunos matriculados na turma, em sua maioria adultos, com idade superior a 30 anos. O mais velho estava à época com 55 anos; os mais jovens, sendo minoria, com idade média entre 19 e 25 anos. Destaca-se aqui tratar-se de uma turma heterogênea em relação a idade. Salientamos também que grande parte dos alunos estava há algum tempo sem estudar e decidiu retornar para concluir o ensino médio. Os demais já estavam estudando na sequência. Com a ruptura de ensino, no caso daqueles que estavam parados, percebemos uma grande dificuldade no desenvolvimento das atividades propostas, porém, se mostravam mais engajados quando partiam para aulas práticas.

As aulas de aplicação ocorreram durante o 1º semestre do ano letivo de 2019, duas aulas semanais de 40 minutos cada e 10 minutos de complementação de carga horária desenvolvidas nas atividades remotas. Durante a aplicação, algumas atividades planejadas de acordo com a sequência das UEPSs não eram concluídas em tempo hábil em decorrência de termos uma turma que apresentava muita dificuldade na aprendizagem, o que é uma característica marcante do público da EJA devido às peculiaridades que já foram explicitadas no capítulo 1.

Em adição, algumas particularidades ocorreram durante o semestre letivo e dificultaram a aplicação do produto: um dos fatores importantes foi a falta de professores em alguns componentes curriculares, inviabilizando o desenvolvimento da atividade no dia específico no qual deveriam ocorrer as aulas de Física, pois nesse período haviam rotatividades de horários de aulas, dificultando assim o planejamento da professora. Apesar das adversidades, totalizamos 12 aulas de aplicação do produto e nossos procedimentos e instrumentos de avaliação foram: rodas de conversas, aulas teóricas, aulas práticas com experimentos simples, atividades desenvolvidas em grupos e individualmente, além de avaliações quantitativas ao final da UEPS.

3.2 A criação e confecção das UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas)

A descrição teórica sobre os passos envolvidos na concepção de uma UEPS foi discutida no primeiro capítulo. Nesta seção se discutirão apenas as atividades que compõem nossas sequências didáticas bem como as ferramentas utilizadas para desenvolvimento das atividades. A primeira UEPS foi planejada a partir da criação de uma maleta confeccionada com “pallet”, material de baixo custo e que utilizamos para organizar os materiais utilizados nos experimentos em sala de aula e servindo como um minilaboratório portátil de Física.

Lembramos novamente que a UEPS é uma sequência didática na qual o sujeito participa ativamente do seu próprio aprendizado e, nessa primeira UEPS foram introduzidos os conceitos de eletrostática: carga elétrica e forças, destacando o modelo de carga, cargas, isolantes e condutores e a lei de Coulomb. Esses tópicos foram abordados em 12 aulas de 40 minutos cada.

Todos os temas foram explicados inicialmente e utilizando os conhecimentos prévios dos alunos como ponto inicial das aulas. Na sequência, os alunos confeccionaram mapas mentais, participaram de rodas de conversa para expor conhecimentos prévios e apresentar os respectivos mapas, atuaram em aulas práticas com experimentos simples e de baixo custo, que permitiam a observação dos fenômenos de atração e repulsão de cargas. Também participaram de atividades em grupo, as quais tiveram por objetivo motivá-los à socialização, realizaram apresentações de experimentos feitos por eles com exposição e explicação dos conceitos físicos e, por fim, participaram de uma avaliação individual para sondar qualquer evidência de aprendizagem significativa e também identificar possíveis dificuldades que eles encontraram durante as atividades desenvolvidas.

A construção da segunda UEPS foi motivada, inicialmente, por um objeto de estudo que faz parte do cotidiano dos alunos, conhecida popularmente como “raquete de matar mosquito”. Na UEPS concebida por nós, o passo inicial foi realizar uma sondagem sobre os conhecimentos prévios dos alunos por meio da construção, por eles, de um mapa mental sobre o objeto no que tange a características, funcionamento e utilidade.

Nossa segunda UEPS não foi aplicada em sala de aula, porém decidimos inseri-la no anexo como uma sugestão aos nossos colegas professores que atuam frente a essa modalidade de ensino e ao componente curricular. Muitos problemas internos na unidade escolar surgiram ao planejar a aplicação da UEPS, problemas esses que nos impediram de aplicar a segunda parte do produto educacional.

O objetivo principal da construção e da aplicação das sequências didáticas baseadas na metodologia da UEPS foi estimular os sujeitos no ambiente escolar formal de ensino-

aprendizagem e evidenciar que eles são capazes de criar e aprender e tentar resolver os problemas empregando a “Física da Escola” (expressão introduzida por Maurício Pietrocolla). Buscou-se mostrar a eles que as aulas de Física não seriam treinamentos para apresentarem respostas prontas, ao contrário, objetivou-se aguçar o cognitivo e buscar os conhecimentos prévios de cada um de acordo com suas vivências, ancorar novos conhecimentos aos que já possuíam, enfim, tentar, como professora, fazer com que os alunos, ao final de cada etapa, tivessem a oportunidade de alcançar uma aprendizagem significativa.

CAPÍTULO 4- DISCUSSÕES E RESULTADOS

Este capítulo aborda nossos resultados e faz uma análise da aplicação do produto educacional como parte fundamental deste trabalho. Em síntese, são discutidos os passos sequenciais da UEPS de acordo com as práticas desenvolvidas em sala de aula. Relata-se uma breve apresentação de cada momento realizado, com foco principal na fala dos alunos e dando importância ao que se destaca como fundamental na Teoria da Aprendizagem Significativa, qual seja, os conhecimentos prévios dos alunos. O discente foi motivado a ser participante ativo durante o processo e incentivaram-se as interações entre os conhecimentos prévios e os novos com o objetivo de conduzir o aprendiz a experimentar uma aprendizagem significativa.

Iniciamos nossas discussões com o relato de cada aula, explicitando como foi aplicada cada sequência da UEPS e, posteriormente, discutindo os resultados de cada aula, ou seja, cada atividade desenvolvida.

Na UEPS-1 os assuntos abordados foram: modelo de carga elétrica a partir de experimentos simples empregando material de baixo custo; carga elétrica e estrutura da matéria, conservação da carga elétrica, força elétrica, processos de eletrização, materiais condutores e isolantes e Lei de Coulomb. Todo esse percurso de ensino foi planejado a partir dos passos sequenciais de uma UEPS (MOREIRA, 2012) tendo por base a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

1-Situação inicial

Relato aula 1

Obedecendo à sequência da UEPS, a aula foi iniciada com uma breve conversa sobre o novo formato da ministração das aulas de Física e para isso se fez necessário uma breve

explicação sobre mapas mentais e conceituais, porque esses instrumentos faziam parte das atividades que foram elaboradas para serem desenvolvidas pelos alunos. Além disso, foi explicado aos alunos o método avaliativo durante o desenvolvimento das aulas. Foi dito a eles que a metodologia de avaliação seria empregada e utilizada como um indicador que permitiria quantificar e qualificar os resultados do nosso trabalho em equipe e que ocorreria de forma contínua e paralela, conforme as atividades fossem sendo desenvolvidas em sala de aula.

Devido ao fato de os alunos não terem conhecimento acerca do que seja os dois tipos de mapas, foi realizada uma descrição do conceito e uma exemplificação de mapas mental e conceitual. O conteúdo foi escrito na lousa e é o que se segue abaixo:

Mapa Mental

São dados que o sujeito produz no seu cognitivo e podem ser relacionados na forma de diagramas. Essa organização facilita ao aluno fazer associações com temas geradores ou ideia central destacada no centro do mapa e associar ideias descritas com palavras-chave, como mostra a Figura 9.

Essa é uma ferramenta importante porque o sujeito ativo tem a liberdade de se expressar, aguçar seus registros de informações ao longo de sua vida estudantil, além de conhecimentos do seu cotidiano.

Figura 9: Modelo de mapa mental.



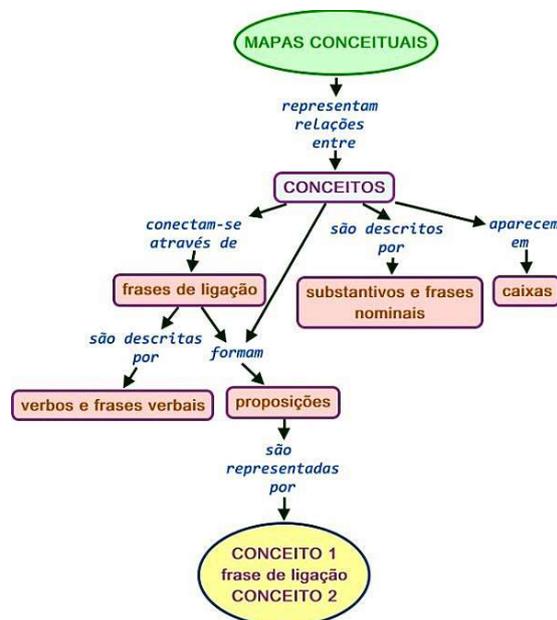
Fonte: <https://www.novaconcursos.com.br/portal/dicas/o-que-e-e-como-fazer-um-mapa-mental-para-concursos-2016-12/attachment/mapas-mentais/>

Mapa Conceitual

São dados utilizados pelo sujeito a partir de conceitos específicos de um determinado estudo formando uma teia de ideias. Segundo Moreira (2009, p. 18) “um mapa conceitual é um conjunto de conceitos chaves agrupadas em um diagrama mostrando a relação existente entre eles”. Cada sujeito pode organizar seu mapa conceitual a partir do conhecimento específico, ou seja, pode criar sua hierarquização para facilitar o aprendizado, como mostra a Figura 10.

Importante ressaltar que o sujeito deve conectar as ideias de um conceito para outro, ou seja, fazer ligações, pontes de conhecimentos específicos.

Figura 10: Modelo de mapa conceitual.



Fonte: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/4/a-utilizacao-dos-mapas-conceituais-como-ferramenta-didatica-nas-licenciaturas-de-fisica-e-matematica-do-cederj>

A explicação dos conceitos acima citados tem a importância de levar o aluno a adotar diferentes estratégias de aprendizado, pois esses esquemas podem contribuir com a relação e diferenciação dos conceitos básicos de Física que serão abordados durante as aulas. Aliás, não só os conceitos de Física podem ser melhor compreendidos com o uso destas estratégias, mas sim quaisquer outros conceitos que os alunos estiverem estudando.

2-Situação problema inicial

Relato aula 2

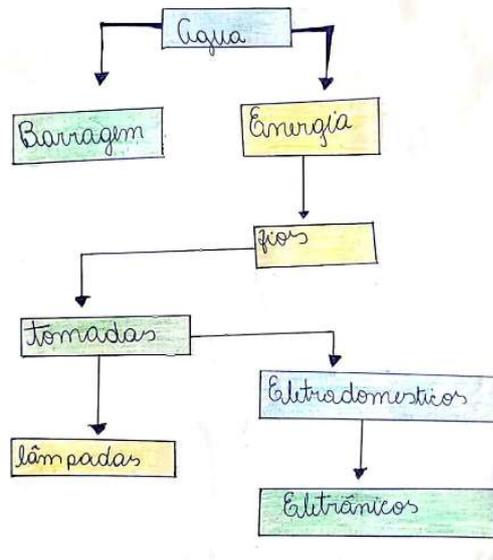
Para o início da aula foi realizado um diálogo com os alunos acerca do assunto eletricidade. O organizador prévio durante a aula foi a criação de um mapa mental de acordo com os conhecimentos prévios de cada um sobre a palavra-chave “eletricidade”, ou seja, tudo que eles conheciam ou sabiam sobre esse tema deveria ser inserido no mapa, como ilustra as Figuras 11, 12 e 13.

Figura 11a: Conhecimentos prévios de eletricidade utilizando mapa mental



Fonte: Arquivo da Pesquisa

Figura 11b: Conhecimentos prévios de eletricidade utilizando mapa mental



Fonte: Arquivo da Pesquisa

Figura 11c: Conhecimentos prévios de eletricidade utilizando mapa mental



Fonte: Arquivo da Pesquisa

Cada aluno desenvolveu o seu mapa e entregou para a professora. Ao término da aula, foram produzidos mapas como esses ilustrados nas figuras 11a, 11b e 11c e eles destacam o

conhecimento prévio dos alunos antes de haver qualquer intervenção da professora, ou seja, essa etapa é destinada para que haja um levantamento de ideias para que a professora faça o planejamento dos próximos encontros. Três alunos não conseguiram concluir seu mapa no decorrer da aula, porém a professora recomendou que a realização da atividade proposta poderia continuar em casa e seguindo o que foi mediado em sala. Nesse caso, as tarefas poderiam ser entregues no próximo encontro. Abro um parêntese, pois na turma existiam duas alunas com idade avançada e possuíam lacunas de aprendizagem até mesmo na escrita. Então, para não deixá-las sem resolver as atividades, a professora achou coerente orientar dessa maneira, para que não houvesse nenhum tipo de exclusão no desenvolvimento das atividades.

Relato aula 3

Inicialmente as cadeiras da sala foram organizadas em círculo, com o objetivo de favorecer o diálogo com os discentes. Na sequência, os alunos receberam seus mapas mentais feitos na aula anterior. Cada um pôde destacar, de acordo com o que descreveu no mapa, o que conheciam sobre eletricidade. Ao mesmo tempo, os alunos, durante o diálogo, começaram a elencar algumas curiosidades que gostariam de saber sobre eletricidade, principalmente sobre choque elétrico e o funcionamento dos aparelhos eletrônicos. Foi observado que é um tema gerador de intensos questionamentos sobre eventos do cotidiano que os discentes não conhecem, mas possuem interesse em conhecer. No momento da interação com a professora, os alunos relataram alguns fenômenos físicos simples que observavam no dia a dia, tais como: “sabem que para funcionar os equipamentos precisam de energia, e que essa energia vem de algum lugar, que ao tocar a mão em algum fio descascado pega choque, alguns equipamentos para funcionar precisam utilizar bateria ou pilha”, mencionaram também sobre as “usinas”, porém não sabiam como elas funcionavam.

Essa dinâmica promoveu momentos de conhecimentos e trocas mútuas, sendo que os alunos passaram a investigar mais sobre o que já traziam no seu cognitivo, ou seja, foi uma aula de intensas trocas de conhecimentos. Então, os mapas apresentados pelos alunos foram utilizados como uma ferramenta para sondagem acerca de subsunçores: à medida que eles apresentavam seus mapas, eram observados pela professora significados diferentes atribuídos aos conceitos. Naquela situação, observava-se como conseguiam relacionar uma ideia com outra, possibilitando à professora a oportunidade de vislumbrar caminhos que poderiam ser úteis para a ancoragem de novas ideias com a finalidade de promover novos conhecimentos.

Com o desenvolvimento dessa atividade em forma de diálogo, a professora percebeu que os alunos começaram a participar da aula. Antes não havia esse envolvimento, pois a estratégia anterior era a aula conteudista e, que ao final da aula tradicional, não se tinha essa participação efetiva dos alunos. Os discentes não compartilhavam conhecimentos e também curiosidades sobre os tópicos que estavam em discussão. O perfil da turma era constituído por um padrão de alunos tímidos no momento da troca de conhecimentos, ou seja, pouco perguntavam sobre o conteúdo aplicado no momento da aula expositiva, as perguntas só apareciam quando havia atividades ou avaliações. Nesse cenário, a estratégia da sequência didática por meio da UEPS estava sendo construída degrau por degrau com o objetivo de tentar motivá-los a adquirir uma aprendizagem significativa, que só ocorre quando o aluno tem predisposição para aprender e também disponha de estrutura cognitiva que permita ancorar novos conhecimentos a conceitos relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva.

Percebe-se, então, que nessa etapa da sequência didática a turma participou ativamente com a reflexão de cada mapa mental e conseguiram, sem timidez, dialogar e trocar conhecimentos com os outros colegas.

3-Aprofundando conhecimentos

Relato aula 4

Para iniciar a aula, as cadeiras foram organizadas em forma de círculo deixando aberto apenas o espaço onde fica disponível a lousa. Essa configuração possibilitou uma melhor forma de interação entre os atores envolvidos no processo ensino-aprendizagem, permitindo melhor fluência para o diálogo entre os alunos e a professora.

O desenvolvimento dessa aula aconteceu por meio de apresentação de experimentos simples e de baixo custo. Todos os materiais usados nos experimentos foram confeccionados e testados nos horários de planejamento individual e livre-docência da professora. A professora criou e confeccionou uma maleta móvel na qual fixou alguns materiais simples e outros dispôs de alguns objetos móveis, porém todos os materiais a serem utilizados estavam dispostos nessa maleta (ver produto educacional – Figura 1 da página 3).

Antes de iniciar a apresentação dos experimentos, foi explicado aos alunos que eles poderiam apenas observá-los e que todos eles receberiam uma folha na qual constariam alguns questionamentos sobre os fenômenos que iriam acontecer durante a realização das experiências. Durante a realização dos experimentos, cada aluno tinha a oportunidade de responder às questões de acordo com sua observação, lembrando que nada foi explicado teoricamente sobre

conceitos e até mesmo exemplos acerca do assunto abordado, ou seja, nessa etapa ainda não tinha sido discutido ou apresentado nenhum conceito sobre eletrostática. O objetivo era tentar extrair o máximo de conhecimento que os alunos já traziam no seu cognitivo, e explorar a imaginação já vivenciada de cada um através da observação dos experimentos.

A professora nomeou os experimentos a seguir como “desenvolvendo um modelo de carga”, e iniciou sua apresentação com o mais simples deles. Progressivamente, foi-se dando sequência aos mais complexos.

EXPERIMENTO-1 (ver produto educacional pág. 04)

A professora aproximou um canudo de plástico móvel de outro que estava fixado na maleta por um barbante, sem nada falar. Os alunos deveriam responder, com base na sua observação, qual era o resultado dessa relação entre os dois canudos. Nesse encontro a professora contou com a presença de 18 alunos em sala de aula.

Foram disponibilizados alguns minutos para que os alunos pudessem anotar as suas conclusões em suas folhas de questionamentos. Logo após esse momento, com a mediação da professora, os 18 alunos, organizados em círculo, expressaram suas respostas e ideias sobre a observação realizada da seguinte forma: a primeira questão interrogava ao aluno sobre o que ele observava com a aproximação dos bastões (canudos de plástico). Após cada um fazer a sua anotação, todos individualmente no grande grupo foram compartilhando os respectivos apontamentos. Dos 18 alunos, 9 destacaram que um bastão foi aproximado de outro e que nada aconteceu durante essa ação; os demais responderam que um dos bastões tremia ou eram atraídos. Quando esses alunos responderam que os bastões eram atraídos, o grupo de alunos que relataram o contrário indagaram as repostas dos colegas, até que chegaram ao consenso de que era necessário solicitar à professora que repetisse o experimento.

A professora repetiu, os alunos conseguiram observar que realmente não ocorreu nenhum fenômeno e a professora encerrou a primeira observação e o diálogo com os alunos.

EXPERIMENTO-2 (ver produto educacional pág. 5)

A professora realizou o segundo experimento em acordo com a sequência da UEPS-1, mas elevando o nível de complexidade. Não apresentou nenhuma explicação e utilizou um terceiro material presente na maleta.

Iniciou-se o experimento atraindo papel higiênico em ambos os bastões de canudo confeccionados em plástico, no fixo e no móvel. Os alunos, durante a execução do experimento, ficaram atentos, pois sabiam que após essa demonstração teriam que explicar, em suas respectivas folhas, e depois oralmente, o que tinham observado.

Esse experimento foi realizado mais de uma vez, pois os alunos ficaram impressionados com o que estavam observando. Alguns relataram: “professora eu já vi isso acontecer quando aproximamos dois ímãs, eles se afastam dessa forma”, e vários questionamentos foram iniciados. Com cautela a professora solicitou que todos anotassem e, posteriormente, compartilhassem as anotações no momento reservado para o diálogo. Essa intervenção visou manter a dinâmica em sala de aula e não permitir que questionamentos ou discussões atrapalhassem o raciocínio dos outros colegas. Assim, alguns conseguiram identificar o que estava ocorrendo no instante da apresentação experimental, enquanto outros ainda tinham dúvidas e tentavam entender o fenômeno produzido com os bastões.

Ao concluir o experimento, a professora reservou aproximadamente 3 minutos para que todos pudessem organizar suas ideias no papel. Sequencialmente, partiram para o diálogo. A professora permitiu que cada aluno, individualmente, expusesse suas observações para a turma e permitiu a espontaneidade de cada um, ou seja, quem quisesse falar deveria levantar a mão.

Durante o diálogo, a professora observou que os alunos começaram a se expressar de tal forma que a aula, naquele momento, tornou-se prazerosa e despertou nos alunos o desejo de encontrar respostas para o que tinham observado. Além disso, a experiência demonstrativa os instigou cognitivamente e houve tentativas de relacionar os fenômenos observados com outro de que eles tinham conhecimento, neste caso, a atração e repulsão entre ímãs. Dos 18 alunos presentes: 16 responderam, de modo geral, que: “um canudo se afasta do outro”, “um empurra o outro”, “um puxa energia do outro”, “um não consegue chegar próximo do outro” entre outras respostas, mas nessa linha de raciocínio; Dois dos alunos responderam: “observei um sopro leve entre os canudos” ou ainda “com o esfregaço do papel o canudo faz uma estática no outro”.

A reflexão da professora após esse diálogo com os alunos foi que esse tipo de atividade possibilitou que eles participassem efetivamente das aulas e que a metodologia utilizada permitiu que tivessem a oportunidade de expor as opiniões e conhecimentos deles, possibilitou ainda explorarem algumas curiosidades que tinham no seu cognitivo, mas que nunca tiveram oportunidade de perguntar ou até mesmo de relatar essas vivências. Este foi um momento importante, uma vez que o objetivo é que o aprendiz seja protagonista do conhecimento, participe das suas descobertas e ancore novos significados à sua estrutura cognitiva, conforme comentamos anteriormente.

Relato aula 5

EXPERIMENTO-3 (ver produto educacional pág. 06)

Continuando com a sequência de experimentos da aula 4, a professora organizou as cadeiras em círculo como de praxe e iniciou o experimento friccionando o canudo de plástico fixo por um barbante amarrado na argola da maleta com uma lã, depois o vidro friccionado com a seda; após essa etapa aproximou os materiais. A professora observou que os alunos ficaram confusos desta vez, em relação ao experimento anterior, e antes mesmo que a professora concluísse a experiência, eles já queriam responder ou questionar e perguntavam: “– Professora, esse está igual ao outro?”. Também pediam para que se repetisse a demonstração. Em razão disso, o experimento foi repetido por três vezes.

Após a conclusão do experimento, os alunos trouxeram suas respostas para o grande grupo, como já tinham feito anteriormente. É interessante destacar que alguns alunos tímidos da turma começaram a falar, pois entenderam que aquele momento era destinado ao diálogo e deveriam compartilhar as observações deles. A professora observou que as analogias com os ímãs persistiram durante as falas. Os alunos conseguiram fazer a observação do experimento. Destacamos alguns dos relatos:

-Aluno A: *acontece uma ligação entre os materiais.*

-Aluno B e C: *através do aquecimento um puxa a energia mais forte do outro.*

-Aluno D: *observo uma relação com a energia de um ímã* (vários alunos relataram nesse mesmo sentido a resposta).

-Aluno E: *são atraídos por uma força magnética.*

-Aluno F: *após a aproximação dos materiais um é atraído pelo outro como se fosse um metal e um ímã.*

-Aluno G: *foram atraídos a ponto de se juntar.*

-Aluno H: *eles se atraem por uma força elétrica.*

Nesse experimento os alunos tiveram dois questionamentos para responder: o primeiro, como relatado acima, foi sobre a observação do experimento, e o segundo consistiu em uma análise sobre os três experimentos realizados até o momento. A professora observou que os alunos tiveram dificuldades em realizar a segunda etapa, pois os mesmos deveriam estar se lembrando dos experimentos anteriores e estavam fazendo uma relação das observações que cada um realizou. Lembrando que os questionamentos foram realizados individualmente na folha entregue no início da aula.

Algumas das respostas dos alunos foram:

- Aluno A: *Os canudos têm movimentos diferentes quando se aproxima do outro.*
- Aluno B: *Primeiro- não houve nenhum fenômeno, no 2º quando o canudo é passado no papel ele passa perto do outro canudo e fica igual um ímã, 3º uma força puxa a eletricidade um do outro.*
- Aluno C: *Os canudos tem energia diferentes.*
- Aluno D: *O primeiro não se moveu, o segundo se distanciou, e o terceiro se atraíram.*
- Aluno E: *Primeiro fenômeno não foi possível identificar nada, no 2º fenômeno eles se distanciam, no 3º fenômeno tem força de se atrair um com o outro.*
- Aluno F: *O primeiro não teve nenhum tipo de reação, o segundo os bastões não conseguem chegar perto um do outro e o terceiro, eles se atraem.*
- Aluno G: *No primeiro não ocorre nada, no experimento 2 ao serem esfregados eles se afastam, e no 3 quando o bastão é esfregado eles se atraem.*
- Aluno H: *Na 3 teve uma força maior ao esfregar, tendo uma carga mais densa.*

EXPERIMENTO-4 (ver produto educacional pág. 07)

Esse experimento foi realizado no final da aula 5. Primeiro a professora atritou os dois canudos de plástico e após esse atrito aproximou os dois canudos. Os alunos ficaram observando e à medida que acontecia o fenômeno eles relatavam que se sucedia a mesma coisa que ocorria no experimento 2, ou seja, perceberam que ali existia uma repulsão entre os canudos.

A questão que os alunos deveriam responder na folha era sobre a observação do experimento realizado no dia e relatar uma análise sobre a conclusão de todos os quatro realizados.

Esperava-se que os alunos observassem a questão da distância entre os canudos, pois a professora, no momento da apresentação, foi variando a posição e distância de aproximação dos canudos. Porém, nenhum dos alunos conseguiu fazer essa observação. Nas respostas presentes na folha devolvida os alunos apresentaram apenas as conclusões das observações dos três experimentos como já foi relatado acima, no experimento 3.

A professora percebeu que os alunos fizeram nesse experimento a mesma observação que haviam feito para o experimento 2. Sendo assim, não foi possível detectar nenhuma resposta relevante sobre o experimento apresentado.

O desenvolvimento e realização das atividades nessa aula demoraram mais em relação às outras, devido à resolução das questões, pois nesse momento os alunos tiveram que realizar

uma associação entre os experimentos desenvolvidos. Após a conclusão das respostas na folha, realizamos uma conversa na qual cada um expôs sua resposta para todo o grupo e todos ali presentes puderam apresentar sua contribuição e debater com as respostas apresentadas. Foi, certamente, um momento de muita reflexão e aprendizado para cada um dos alunos. Evidenciase que a professora não desempenhou nenhuma intervenção sobre respostas erradas ou certas durante o diálogo, o momento foi para que cada aluno pudesse apresentar suas respostas.

Os experimentos escolhidos para a sondagem e observação individual foram realizados com o objetivo de proporcionar interação entre a turma, uma troca de conhecimentos, ainda que fossem conceitos errôneos, e que seriam posteriormente discutidos e corrigidos. O objetivo era realizar aulas dialogadas para que a professora pudesse ter acesso aos conhecimentos prévios dos alunos e, posteriormente, ter a oportunidade de tentar ancorar novos conhecimentos e tornar a aprendizagem significativa acerca dos fenômenos físicos que fazem parte do cotidiano de cada um deles, seja em casa, no trabalho, no lazer, entre outros.

Finalizando essa sondagem sobre a observação por meios de experimentos simples, a professora recolheu a folha na qual constavam as respostas de cada um e as utilizou como material básico para continuação do planejamento das aulas futuras. Assim, cada aula ministrada foi utilizada para planejar a aula seguinte, pois na construção de uma UEPS o professor deve seguir uma sequência com o objetivo de alcançar a aprendizagem de seus alunos por meio de uma unidade de ensino que venha a acarretar novos conhecimentos e que permita aperfeiçoar o que o aluno já sabe, ou ainda ancorar novos conceitos para a estrutura cognitiva.

4-Nova situação

Relato aula 6

EXPERIMENTO-5 (ver produto educacional pág. 09)

Após a apresentação dos experimentos e sondagens sobre as observações realizadas por cada aluno durante as aulas anteriores, a professora iniciou a segunda parte das atividades de acordo com a sequência da UEPS e seu planejamento, retomando os experimentos com maior complexidade e também adicionando explicações teóricas para os fenômenos observados.

A professora iniciou a aula explicando sobre os materiais neutros e eletrizados. Durante a apresentação do experimento 5, os alunos participaram com explicações do que estavam observando, porém, os alunos, individualmente, responderam na sua respectiva folha a conclusão final. A professora aproximou o canudo neutro do papel e depois o canudo eletrizado. Interessante notar que nesse momento os alunos ficaram deslumbrados com o que estavam

observando, pois com o papel é mais visível o fenômeno de atração. Para o experimento, foram formuladas duas questões: a primeira enfatizava o que acontecia com o papel ao se aproximar dele o canudo neutro e, por unanimidade, eles responderam que não acontecia nada, e logo após aproximar o canudo eletrizado eles responderam à mesma pergunta com sentenças similares a “os papéis grudam no canudo”.

A segunda questão tinha como objetivo incitá-los a fazer uma comparação entre os dois fenômenos observados com o canudo, o neutro e o eletrizado. Citem-se algumas das respostas coletadas:

Aluno A: Com o canudo neutro não ocorreu nada, e com o canudo eletrizado houve uma ligação de cargas.

Aluno B: Com o neutro não houve reação, já o eletrizado houve uma atração.

Aluno C: O neutro não tem carga elétrica e o eletrizado tem, porque foi esfregado.

Aluno D: O neutro não acontece nada, já o eletrizado suspende os papéis.

Aluno E: Com o canudo eletrizado há atração e no neutro não.

As respostas enunciadas pelos alunos circundavam nesse contexto. É importante destacar que eles começaram a inserir os termos da Física para nomear os fenômenos, mesmo tendo uma explicação sem aprofundamento dos conceitos físicos e do conteúdo. Os alunos fizeram atribuição a novos significados, como o de um material atrair outro por meio de um atrito, que nas aulas iniciais eles exemplificavam com o imã.

EXPERIMENTO-6 (ver produto educacional, pág. 10)

O desenvolvimento do experimento 6 foi realizado em sequência ao 5º, por ser da mesma natureza de atração, com apenas uma diferença, pois desta vez utilizamos vários materiais como lã, seda, plástico e vidro. Ao concluir a apresentação do experimento, os alunos responderam na folha e logo após cada um explicou para o grupo maior o que tinha observado e, por unanimidade, eles relataram que houve mudança nos materiais, porém os dois materiais se atraíam.

A aula foi finalizada com essa roda de conversa sobre a observação do experimento. Todos os alunos presentes participaram do diálogo e apresentaram suas respostas de forma espontânea. Para acrescentar, a professora fez uma breve explicação sobre os materiais neutros e carregados e realizou-se uma discussão sobre a força atrativa entre um objeto carregado de qualquer outro não carregado. Na sequência da explicação um aluno perguntou: “– Professora, e como eu vou descobrir se o objeto está carregado?”, outro aluno respondeu a pergunta antes

da professora: “– Podemos aproximar esse material de qualquer outro; se ele grudar, então está carregado”. Assim, a aula foi concluída.

5- Aula expositiva dialogada, mas planejada com o intuito de possibilitar a participação ativa dos alunos

Relato aula 7

Carga elétrica e força

A apresentação dos experimentos simples foi utilizada como estratégia para que os alunos pudessem expressar suas conclusões de acordo com as observações individuais. Nessa aula, utilizou-se a explicação expositiva, por meio de apresentação de slides, abordando a história da eletricidade a partir de Benjamim Franklin em seu primeiro experimento. Essa explicação foi conduzida pela professora no sentido de narrar uma história que aconteceu há muitos anos e permitiu à professora apresentar aos alunos como as ideias da Física evoluem e como uma descoberta muito antiga ainda tem forte impacto no mundo atual.

A professora realizou explicações sobre as cargas elétricas e fez menção aos experimentos apresentados nas aulas iniciais, explicando cada fenômeno de acordo com os experimentos destacados na UEPS. Explicou os modelos de cargas e os tópicos discutidos foram: forças de atrito, os tipos de cargas, como elas se comportam, a força de ação a distância e falou sobre os objetos neutros.

Durante as aulas os alunos não faziam cópias de materiais do quadro, nem dos slides. No início de cada aula a professora explicava que as anotações seriam realizadas de acordo com o que cada um considerasse importante anotar, assim as aulas e o tempo renderam e os alunos conseguiram aos poucos acompanhar o ritmo mais acelerado do que habitualmente estavam acostumados. A prática anteriormente utilizada, devido à falta de livro didático disponível ao aluno, era baseada em uma estratégia na qual a professora copiava todo o conteúdo na lousa de forma resumida. Os alunos anotavam no caderno, havia uma explicação expositiva do conteúdo e, posteriormente, propunham-se atividades sempre desenvolvidas em sala de aula, uma vez que os alunos não tinham tempo disponível para realizar em casa.

Continuando a aula com apresentação de slides, mas discutindo a relação entre força elétrica, quantidade de carga e distância, a professora introduziu uma relação com a teoria de Isaac Newton para a gravitação. Nesse momento alguns alunos manifestaram desconhecimento sobre a teoria de Isaac Newton e foi necessário que a professora esclarecesse a relação entre força gravitacional, a quantidade de massa e a distância. Em adição, a professora percebeu que

alguns alunos, mesmo com várias explicações, não conseguiam entender, muito provavelmente porque havia um déficit de aprendizado em séries anteriores.

Foi apresentada aos alunos a expressão da Lei de Coulomb, porém não foi realizada nenhuma discussão matemática profunda sobre a equação. Houve apenas a discussão dos termos envolvidos na relação matemática à luz dos experimentos IV da UEPS na página 07, em que é possível inferir que a força depende das cargas e do inverso quadrado da distância. Salienta-se que o objetivo maior da UEPS é a aprendizagem dos alunos da EJA e o foco é apresentar a Física como parte importante do nosso cotidiano. Para nós, o importante seria explicar porque determinado fenômeno ocorre tendo por base as Leis da Física como embasamento teórico.

Após explicar sobre a Lei de Coulomb, a professora abordou a conservação das cargas com foco na frase “nenhum elétron é criado ou destruído, eles são apenas transferidos de um material para outro”. No primeiro momento houve uma dificuldade no entendimento, então a docente apresentou a teoria com auxílio de um slide e fez uma explicação sobre a conservação da carga.

Relato aula 8

Condutores e Isolantes

Antes de iniciar essa aula, a professora organizou a sala em círculo e discutiu com os alunos sobre o que os mesmos sabiam a respeito de condutores e isolantes: o que são, se já viram algum material de cada um dos tipos e se na residência deles existia esses tipos de materiais. Em sua maioria os alunos explicavam que já ouviram falar, que nas residências havia, porém não sabiam qual era a função dos condutores e isolantes. Todo o diálogo estava sendo mediado pela professora, ou seja, a docente foi resgatando alguns conhecimentos prévios que os alunos possuíam e identificou que muitos dos alunos sabiam alguma coisa sobre condutores e isolantes, pois nenhum deles afirmou que nunca tinham ouvido falar algo sobre o tópico abordado.

Dando sequência às atividades, os alunos foram convidados a participar do diálogo expondo conceitos existentes no seu cognitivo acerca da relação e/ou diferença de condutores e isolantes. Eles iniciaram com os seguintes relatos: “os fios condutores levam energia”, “os isolantes como a borracha não deixa pegar choque”, “os isolantes também não deixa passar energia”, “existe fios condutores específicos para cada coisa”, “nas tomadas de casa tem fio neutro e fio condutor”. Após a ideias elencadas, a professora continuou a aula expositiva

utilizando slides para mostrar imagens e explicar os conceitos físicos acerca do conteúdo abordado.

De acordo com os experimentos 11 e 12 descritos na UEPS, podemos chegar à conclusão que os condutores, como os alunos destacaram, são aqueles materiais como o metal, que conduzem eletricidade. Nesse momento um aluno perguntou: “como saber se ele está conduzindo eletricidade?”. A professora explicou que são os materiais em que as cargas podem se movimentar livremente e os sinais indicativos de condução podem ser visíveis pela emissão de calor, pela deformação da agulha de uma bússola (GASPAR, 2013) e que estes poderiam ser discutidos posteriormente, com o avanço dos conhecimentos de Física. Outro aluno já sugeriu: “então o isolante ocorre o contrário”. Aos poucos, com a explicação, os próprios alunos iam atribuindo significados às observações realizadas e conseguiam perceber a significativa importância dos condutores e isolantes no cotidiano. Eles percebiam que os condutores elétricos são indispensáveis para o funcionamento dos equipamentos elétricos que nos rodeiam e os isolantes contribuem para nossa segurança, uma vez que atuam no impedimento de curtos-circuitos e choques elétricos, salvando vidas.

A aula foi dinâmica e os alunos participaram da discussão sobre o conteúdo abordado. Concluiu-se, ao término dessa aula, e tendo por base os experimentos apresentados, que dentre a ampla classe de materiais, temos dois tipos, quais sejam, os condutores e os isolantes. Destacamos ainda que a carga pode ser transferida de um material para outro.

Relato aula 9

Em sequência à aula anterior, a professora organizou a sala antes da chegada dos alunos em forma de U e iniciou as atividades solicitando que relatassem o que aprenderam no encontro anterior. Alguns explicaram que tinham conseguido entender o movimento das cargas nos condutores para funcionar os equipamentos elétricos e que os isolantes, por não possuírem esse movimento, não desenvolviam a função de condução com eficácia. A professora continuou a aula explicando, através dos slides, os processos de eletrização. Nesse momento, a professora retornou para a apresentação de experimentos simples desenvolvidos nas aulas iniciais e destacou o processo de eletrização por atrito. Retornando aos experimentos da UEPS, perguntou aos alunos em qual deles foi utilizado atrito. Por unanimidade eles responderam que em “todos, exceto o experimento 1, pois a professora apenas encostou os dois canudos e não aconteceu nada”, “já nos demais foram utilizados alguns materiais para esfregar outros”. A explicação sobre eletrização por contato foi discutida no experimento 9 da UEPS, porém, na aula

expositiva, se retornou ao tema utilizando também os slides. Ocorreu um momento de descontração em que os alunos foram envolvidos no conteúdo trazendo para a realidade contextos que podemos atribuir significados significativos: a professora solicitou aos alunos que explicassem qual era a observação feita em relação ao processo de eletrização. Um dos alunos relatou “professora entendo por essa figura que o homem fica eletrizado e ao tocar a mulher eletriza ela também”, “ não consigo entender e fazer a relação com o processo”, outro respondeu que “o homem ficou eletrizado e a mulher tipo pegou um choque ao tocar nele”, os demais relataram as ideias no mesmo sentido das expostas anteriormente.

As atividades seguiram com a professora explicando o fenômeno ocorrido: o homem, ao atritar sua mão no volante do carro e, posteriormente, estando ele e a garota supostamente sentados em um banco de plástico, tocarem este o material do assento, observar-se-á faísca de choque, como mostra a Figura 14. Este fenômeno é semelhante ao que ocorre quando andamos pelo tapete, tocamos a maçaneta da porta e sentimos um leve choque.

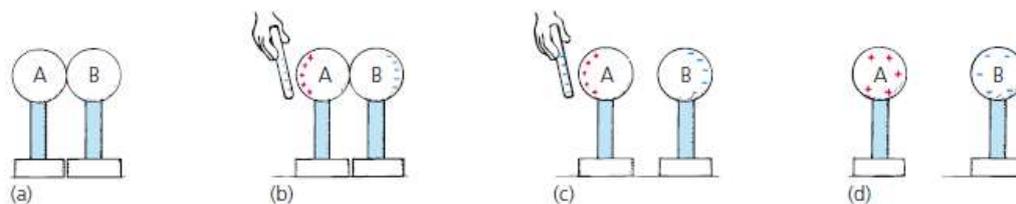
Figura 14: Eletrização por atrito e depois por contato



Fonte: Adaptada de (HEWITT, 2015, p. 413)

Para explicar a eletrização por indução, a professora apresentou a imagem 19 do slide e utilizou-se novamente de questionamentos para que todos os presentes na aula pudessem relatar quais explicações considerariam plausíveis para os eventos ilustrados na figura. Este foi o processo sobre o qual eles tiveram maior dificuldade para entender. Poucos participaram com questionamentos. Um aluno relatou que “na primeira figura os objetos não possuem carga nem positiva, nem negativa, mas quando coloca o canudo que tem carga perto delas, as esferas ganham cargas, mas eu não sei explicar porque elas ficam separadas”. Considerando que a turma apresentou grande dificuldade em participar das atividades e conseguir apresentar alguma explanação sobre o processo de indução, a professora deu explicações sobre o comportamento das cargas em objetos neutros bem como o das forças de atração e repulsão existentes. Ao concluir, explicou a parte introdutória da discussão, e abriu uma discussão sobre o processo da indução na apresentação das figuras 15a, 15b, 15c e 15d.

Figura 15: Eletrização por indução



Fonte: Adaptada de (HEWITT, 2015, p. 414)

O objetivo foi apresentar, da forma mais clara possível, o conceito físico presente neste processo. Explicou-se que não há contato entre o canudo e as esferas, como nos exemplos anteriores, e que podemos carregar os condutores apenas aproximando algum objeto carregado, no caso, o canudo das esferas de metal que são boas condutoras. Na figura 15a, as esferas estão neutras, na figura 15b, aproximamos o canudo carregado e as cargas negativas ficaram mais afastadas do canudo e as positivas bem próximas a ele. Isso acontece devido à força de atração e à de repulsão. Ao afastar o canudo, em 15c, separamos as esferas e observamos que em 15d, elas ficaram eletrizadas com cargas de sinais opostos sem se manter o canudo próximo.

6-Avaliação individual dialogada

Relato aula 10

Após concluir as aulas expositivas e dialogadas descritas nos relatos 7, 8 e 9, os alunos foram convidados a responder duas questões em seu próprio caderno. Também foram incitados a apresentar as respostas para o grupo maior e, nessa ocasião, tinham a oportunidade de discutir e argumentar com os demais colegas. Em adição, também foi um momento para esclarecimento de dúvidas sobre tópicos discutidos pela professora durante as aulas. Os dois questionamentos tinham sido anotados na lousa e estavam relacionados à Lei de Coulomb e sobre como a carga de um elétron difere da carga de um próton. De modo geral, os alunos apresentaram em suas respostas as mesmas ideias em relação à lei que rege atração e repulsão entre cargas e também especificaram que os prótons eram cargas positivas e elétrons cargas negativas. Um aluno acrescentou ainda que “a carga do próton é positiva e fica presa no núcleo e a carga do elétron é negativa e fica em movimento”.

A professora realizou esses questionamentos com o objetivo de entender como os alunos se posicionavam cognitivamente e de modo geral em relação aos conceitos básicos relativos à carga elétrica. A sondagem era muito importante porque aquele seria o ponto de partida para

planejar aulas futuras, considerando os conhecimentos que já tinham sido adquiridos pelos alunos.

Ao concluir a aula a professora explicou aos alunos que seria impossível imaginar nossa vida sem a presença da eletricidade e, por isso, há a necessidade de se entender como pequenas cargas elétricas precisam se movimentar por fios condutores para trazer até nós todo conforto e praticidade de que não nos imaginávamos abrindo mão em nosso cotidiano. Antes da conclusão do raciocínio, os alunos também participaram relatando sobre o uso dos celulares e que hoje não conseguem viver sem o aparelho. As alunas que eram donas de casa relataram sobre o uso de eletrodomésticos que facilitam suas vidas. Finalizamos nossa aula com um diálogo aberto e ativo sobre fenômenos físicos de que eles, até então, não sabiam da relação existente com a teoria abordada sobre eletricidade.

7- Avaliação somativa final da UEPS

Relato aula 11

O desenvolvimento da atividade avaliativa somativa foi planejada ao longo da aplicação da UEPS como um indicador qualitativo e quantitativo e em acordo com o regimento interno escolar. O termo quantitativo se dá porque o modelo de avaliação bimestral divide-se em notas parciais fragmentadas em: frequência, participação, atividades internas, atividades externas e provas. Porém, a sequência UEPS não se enquadra nesse formato, pois o essencial está em implementar estratégias que possam permitir aprendizagem significativa e não treinamento para solução de testes e provas. É da perspectiva de uma aprendizagem com significado que o aluno pode ser avaliado. No modo qualitativo, a avaliação pode ser formativa e acontece ao longo do processo cognitivo de ensino e aprendizagem do aluno. Em adição, tem-se uma vertente recursiva, uma vez que o professor pode utilizar a negociação de significados, recorrer ao erro do aluno e buscar estratégias para que possam participar e refazer atividades que não conseguiram e, assim sendo, tentar ancorar novos conhecimentos aos subsunçores já existentes ou introduzidos na sua estrutura cognitiva.

A avaliação se deu por meio de um questionário aberto ao final da sequência didática, no qual os alunos, individualmente, puderam relatar os conhecimentos adquiridos durante o percurso dos estudos e reflexões. O questionário continha 06 questões com perguntas sobre os objetos de conhecimento estudados. A professora entregou a avaliação para cada um. Em sequência, fez uma leitura em voz alta e cada aluno iniciou o desenvolvimento. Ao término da

aula, todos entregaram as folhas com as respostas e, por fim, solicitou-se aos alunos que criassem um novo mapa mental com o tema “eletricidade”.

Para os alunos, aquele momento de prova causou ansiedade e medo. Alguns falavam “professora já esqueci tudo”, outros diziam “bem, vou responder tudo que entendi”. Esse cenário sempre acontece quando se fala em prova e em nota para ser aprovado. Porém, a avaliação somativa foi aplicada com o objetivo de a professora identificar, a partir das respostas dos alunos, se houve indícios de um aprendizado significativo, ou seja, se houve respostas explicativas de acordo com o conhecimento adquirido de cada um. Não era apenas mais um teste padrão com o intuito de se preparar para outra prova. As questões foram elaboradas como intuito de se relacionar o cotidiano e a “Física da Escola”.

Na primeira questão os alunos deviam explicar e exemplificar os tipos de eletrização: por atrito, por contato e por indução. As respostas, de modo geral, foram norteadas pelos experimentos apresentados em sala de aula. Dos 21 alunos que responderam, apenas 1 deixou a questão em branco, mas explicou que não estava presente em todas as aulas, por isso não conseguiu responder. Um aluno respondeu parcialmente.

O segundo questionamento foi sobre como identificar a características de um material isolante e um condutor seguindo os processos de eletrização. Apenas 2 alunos não conseguiram desenvolver a resposta de acordo com o questionamento; os demais (19 alunos) responderam exemplificando materiais condutores e isolantes e também fizeram um paralelo entre o material e a movimentação característica de elétrons neles. Com isso, conseguiram categorizar os materiais como bons e maus condutores. O terceiro questionamento estava relacionado com o tópico conservação de carga elétrica. Treze (13) alunos, ou seja, aproximadamente 62%, responderam de modo geral e afirmaram que as cargas podem ser transferidas de um corpo para outro, porém não podem ser criadas nem destruídas. Três (3) alunos (cerca de 14%) responderam à questão de forma parcial e afirmaram que as cargas são apenas transferidas de um corpo para outro. Os demais (cerca de 24%) apresentaram respostas incoerentes. Os alunos que não conseguiram responder à questão foram aqueles que não acompanharam a sequência da UEPS. Por isso, ficaram sem entender alguns conceitos físicos estudados.

O questionamento 4 estava relacionado com a segunda pergunta e se referia à mobilidade dos elétrons nos materiais isolantes e condutores. Os alunos repetiram a resposta dada ao questionamento 2, qual seja, nos isolantes os elétrons tinham dificuldade de se movimentar e nos condutores, de forma contrária, tinham maior mobilidade. A questão seguinte fazia alusão ao conhecimento cognitivo sobre a relação entre o que foi estudado e o “fio terra”, um procedimento utilizado em residências, empresas, indústrias, entre outros. De

modo geral, eles responderam que o fio terra funciona como proteção contra choque elétrico, serve para receber o excesso de carga elétrica que pode ser transferido para um eletrodoméstico e que esse excesso de energia é levado para a terra. Salientaram que é utilizado para o excesso de energia não danificar os eletrodomésticos. Todas as respostas eram similares e expressavam esse raciocínio.

A última questão, de número 6, foi sobre o que os alunos puderam concluir a respeito dos fenômenos destacados nos processos de eletrização em relação à distância observada entre os objetos nos experimentos apresentados. Das respostas obtidas, 09 (cerca de 43%) seguiram a mesma linha de raciocínio, no qual destacavam que, quanto mais perto, maior era a força entre os objetos e, em consequência, quando se distanciavam, menor era a força entre eles. Dois (02) alunos (cerca de 9,5%) não responderam ao questionamento. Os 10 alunos restantes (cerca de 48%) responderam à pergunta destacando um breve resumo sobre as cargas e em quais condições são atraídas e repelidas, e escreveram sobre o sinal atribuído às cargas, bem como utilizaram nomenclatura específica.

Após a entrega dos questionários a turma pôde explicar sobre como pensou em refazer o mapa mental com o tema “eletricidade” que tinham confeccionado no segundo encontro da sequência didática. Incluímos, nas figuras 16 e 17, exemplos de mapas produzidos pelos discentes. Percebe-se uma evolução conceitual em relação aos mapas apresentados nas figuras 11, 12 e 13, evidenciando que houve apropriação do conhecimento durante as aulas.

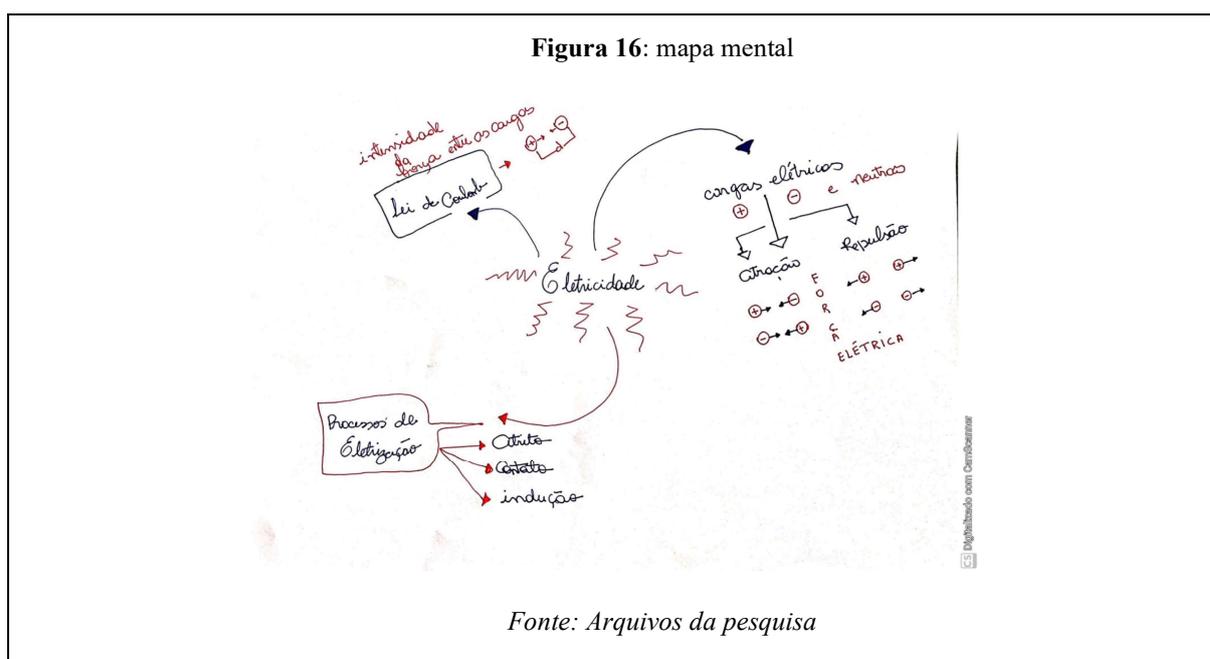
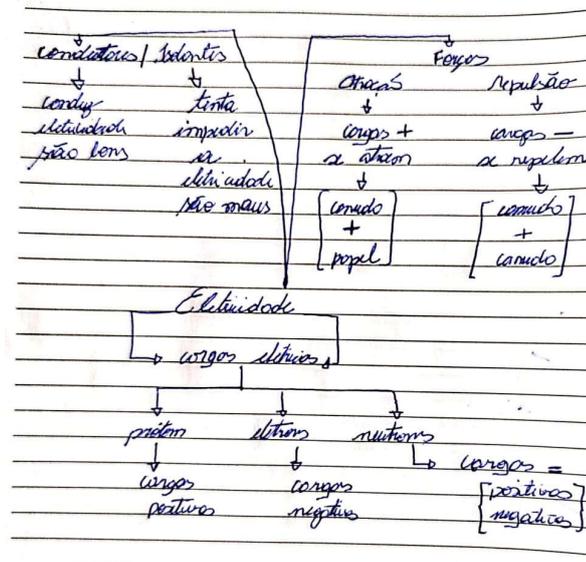


Figura 17: mapa mental



Fonte: Arquivos da pesquisa

8- Avaliação da UEPS (diálogo integrador)

Relato aula 12

A avaliação da UEPS foi realizada de forma qualitativa, pois desde o início da aplicação da sequência os alunos foram desenvolvendo atividades formativas e que foram planejadas tendo como ponto de partida conhecimentos prévios dos discentes. A análise serviu de base para que a professora pudesse identificar se houve ou não indícios de aprendizagem significativa dos conceitos da unidade e para isso utilizou como evidência as rodas de conversas, os mapas mentais, os questionamentos realizados durante os experimentos, o diálogo durante as aulas expositivas, as avaliações finais, bem como o diálogo realizado nesse último encontro.

Durante a última aula, a professora, como de praxe, reuniu a turma em círculo e iniciou sua fala sobre todo o processo de aplicação da UEPS e sobre as aulas desenvolvidas durante os 11 encontros. A docente tentou proferir um discurso que motivasse os integrantes da turma no que concerne à continuidade dos estudos e à busca pelas repostas aos questionamentos que cada deles pudesse, eventualmente, ter sobre fenômenos que encontravam no cotidiano. Explicou que o conhecimento é gerado a partir de interrogativas que fazemos em nosso cognitivo e por meio delas buscamos as respostas ou soluções. Discutiu também sobre a importância da Física como uma ciência que se dedica a investigar os fenômenos da natureza e que estão presentes no mundo no qual vivemos.

A professora oportunizou a todos da turma a possibilidade de expor sobre as experiências vividas durante as aulas de Física, o que puderam observar em relação às aulas anteriores à aplicação da UEPS, se houve um melhor envolvimento e uma melhor aprendizagem de conceitos físicos. Os alunos foram participando do diálogo espontaneamente, como de fato era o real objetivo da professora. Eles levantavam a mão e iam respondendo: “professora observei que durante essas aulas, principalmente as de experimento consegui entender melhor o conteúdo, porque estava vendo os objetos se aproximarem ou não e entendi que para isso precisa existir força”, “achei interessante essa forma de diálogo, pois antes nossas aulas eram apenas copiar, ouvir a explicação e fazer atividades, e com essas aulas nós participamos muito dizendo o que entendíamos sobre coisas das nossas casas, como seria o funcionamento dos eletrodomésticos”.

Após o diálogo, a professora devolveu as atividades dos alunos com as devidas correções, avaliação individual e somativa que utilizou como notas para fechamento do bimestre. Analisou, diante das atividades, que os alunos, na sua maioria, conseguiram entender a parte básica da Física no que tange à introdução à eletrostática, e por meio dos experimentos apresentados como facilitadores da aprendizagem os alunos expressaram tanto em conversas como nas atividades a contribuição no processo de aprendizagem.

CONCLUSÃO

No contexto educacional, a educação de jovens e adultos é um espaço de vivências e experiências em que o público-alvo se destaca por sua heterogeneidade, principalmente nos quesitos faixa etária e meio socioeconômico. Porém, com escopo de formar cidadãos com competências e habilidades para resolver situações-problema do cotidiano, apropriar-se dos conhecimentos e avanços tecnológicos, bem como refletir de modo crítico, criativo e democrático são capacidades cujo desenvolvimento é imperativo.

Diante do cenário educacional em que a EJA está inserida, o papel da docência se torna um grande desafio, pois o ensino vai além do simples fato de transmitir o conhecimento em sua essência. É preciso resgatar os conhecimentos prévios dos alunos, suas experiências de vida e de mundo, e trazer para dentro do processo de ensino a construção do conhecimento partindo da realidade deles, como preconizado pela visão Freireana. O professor deve atuar como mediador e não como detentor do saber, a ele cabe a função de romper velhos paradigmas e inserir os alunos como protagonistas da aprendizagem.

A pesquisa e a criação do produto educacional tiveram como embasamento teórico a Aprendizagem Significativa de David Ausubel, cujo foco principal é a estrutura cognitiva do aluno, ou seja, aquilo que o aluno já conhece e, partindo desse conhecimento prévio, ancorar novas ideias. Seguindo essa teoria, verificamos a possibilidade de desenvolver uma sequência didática denominada UEPS e fundamentada em Marco Antônio Moreira que objetiva a aprendizagem significativa por meio dessas sequências didáticas.

Sendo assim, o desenvolvimento deste trabalho partiu da necessidade de criar e confeccionar o material didático capaz de auxiliar os professores que ministram aulas de física no 3º segmento do 3º período da EJA. Almejava-se a produção de material didático significativo e que consideramos ser basilar para atender a esse público e buscar uma aprendizagem significativa.

A criação das UEPS foi norteada pelos conceitos básicos de eletricidade seguindo os passos sequenciais, em que o objetivo principal foi envolver os alunos da turma e fazer com que participassem ativamente de todos os momentos didáticos. Para isso foi construída uma maleta de experimento móvel, que trouxe para a sala de aula um momento de diálogo e participação, tornando as aulas mais prazerosas.

A aplicação do produto educacional contou com a participação ativa dos alunos, haja vista que para seguir a sequência didática o professor deve atuar como mediador e sondar o conhecimento prévio dos estudantes a fim de planejar e organizar as aulas. Um método adotado

de maneira satisfatória foi o incentivo ao diálogo: percebemos que ao longo dos encontros, a cada passo sequencial, a turma dialogava sobre determinado tema que já conheciam ou que tinham curiosidade em saber. Com as internalizações e ancoragem de novas ideias, os alunos desenvolviam as atividades que eram propostas a cada encontro.

Vale ressaltar que o ambiente educacional necessita de momentos de diálogo, por meio dos quais a construção do conhecimento do próprio Ser como um sujeito ativo e participativo acontece. É por meio do diálogo que o professor pode enfatizar a importância da ciência em geral, e da Física em particular, como a grande responsável pela transformação e inovação mundial e que, apesar de todas as dificuldades no âmbito escolar, o que deve prevalecer é a busca incessante pela formação do aprendiz e ampliação de suas potencialidades e possibilidades.

São várias metodologias de ensino e tipos de sequências didáticas. Cada uma delas se torna desafiadora, tanto para o professor como para os alunos, pois o que se observa dentro do âmbito educacional é a existência de vários estudos, pesquisas que abordam as mudanças do fazer pedagógico. No entanto, o ensino tradicional ainda permeia esse ambiente, se fazem presentes nos planejamentos educacionais da comunidade escolar. Mas o que se tem buscado é a valorização do aluno no papel de protagonista, sujeito ativo e crítico, capaz de refletir e de construir seu próprio conhecimento, por isso nossa pesquisa objetivou a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Essa ferramenta nos possibilitou permitir que esse Sujeito que se diz “aprendiz” se tornasse o centro no seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rodrigo Lapuente de. **Ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos: contextualizando de uma forma significativa o estudo da eletricidade**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Rio Grande do Sul.

ASSIS, André Koch Torres de. **Sobre a eletricidade excitada pelo simples contato entre substâncias condutoras de tipos diferentes- Uma tradução comentada do artigo de Volta de 1800 descrevendo sua invenção da pilha elétrica**. Cad. Bras. Ens. Fís., v.25, n.1: p. 118-140, abr. 2008.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Barcelona. 1 ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003. Disponível em: http://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf
Acesso em 12 de maio de 2019.

AUSUBEL, D.P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

BRASIL. **Diretoria de Currículos e Educação Integral**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>> Acesso em 05 de julho de 2019

BRASIL. **Decreto nº 91.980, de 25 de novembro de 1985**. Brasília, em 25 de novembro de 1985; 164º da Independência e 97º da República. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91980-25-novembro-1985-442685-publicacao-origina-1-pe.html> Acesso em 05 de julho de 2019

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, CAPÍTULO II, Artigo 6º**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 05 de julho de 2019

BRASIL. **LDB- Lei de Diretrizes e Bases Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm> . Acesso em 08 de julho de 2019

BRASIL. **Resolução CNE/CEB Nº 1, de 5 de julho de 2000. Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB012000.pdf>>. Acesso em 08 de julho de 2019

BRASIL. Secretaria de Educação do Estado do Tocantins. Gerência de Jovens e Adultos. **Educação de Adultos: entre o ser e o conhecer**. Módulo I – elaboração: Ângela Rebouças, Dirce Betânia de Oliveira Faustino, Rodrigo Barbosa e Silva, Gilson Porto Jr, Palmas, 2006.

ESPÍNDOLA, Karen; MOREIRA, M. A. **A estratégia dos projetos didáticos no ensino de Física na educação de jovens e adultos (EJA)**. Textos de Apoio ao Professor de Física, v.17 (n.2), p 7. 2006. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n2_Espindola_Moreira.pdf. Acesso em 02 de março de 2020

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. Aprendizagem Significativa em Revista, v.1 (n.2), 2009. 63 p. (Textos de apoio ao professor de Física). Disponível em: < http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n6_moreira.pdf>. Acesso em 08 de novembro de 2019.

MOREIRA, M. A. **Breve Introdução à Física e ao Eletromagnetismo**. Aprendizagem Significativa em Revista, v.20 (n.6), p 43-63. 2011. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em 10 de novembro de 2019.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo, Moraes, 1982.

NASCIMENTO, Fernando J. Barros. **Sequência de práticas com recurso multimídia para ensino de eletromagnetismo no EJA e PROEJA**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Fluminense, Volta Redonda RJ, 2017.

NASSIF, Luis. **O legado do matemático Carl Gauss**. GGN O Jornal de Todos os Brasis, 2012. Disponível em: <<https://jornalggn.com.br/historia/o-legado-do-matematico-carl-gauss/>>. Acesso em 03 de fevereiro de 2021.

OSTERMANN, Fernanda. **Partículas Elementares e Interações Fundamentais**. Textos de Apoio ao professor de Física, n.12, Instituto de Física- UFRGS, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/n12_ostermann.pdf>. Acesso em 05 de fevereiro de 2021.

PESSOA JÚNIOR, Osvaldo. **Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo**. SCIENTLE studia., vol.8, n. 2: p. 195-212, São Paulo Apr./June 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662010000200003#:~:text=A%20passagem%20em%20que%20Lucr%C3%A9cio,propriedade%20diretiva%20da%20pedra%20Dim%C3%A3> Acesso em 03 de fevereiro de 2021.

SANTOS, E. G. **Uma Abordagem Histórica e Experimental sobre Eletricidade no Ensino Fundamental e Médio**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física-MNPEF, Juiz de Fora, 2018

TOCANTINS. **Proposta Curricular- Educação de Jovens e Adultos- versão preliminar (Governo do Estado do Tocantins)**. Disponível em: <http://www.dreearaguaina.com.br/docs/proposta_curricular_eja_versao_preliminar.pdf>. Acesso em 03 de fevereiro 2019.

VIEIRA, Jennine Elias. **Desenvolvimento de metodologia de ensino para abordagem de tópicos de conversão de energia elétrica na educação básica fundamentada na aprendizagem significativa colaborativa**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

APÊNDICE A
PRODUTO EDUCACIONAL



UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA - UEPS

**Uma discussão dos Conceitos de
Eletricidade na modalidade
Educação de Jovens e Adultos no
Tocantins**

Aldeíres de Sousa Alves
Orientadora: Dra. Regina Lelis de
Sousa

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Polo 61 - UFT Araguaina



UEPS

Caro Colega Professor,

Apresentamos neste produto educacional uma sequência didática constituída por uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) inspirada nos estudos de Marco Antonio Moreira e na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, na qual abordamos alguns conceitos básicos importantes sobre eletricidade, voltados para turma de Educação de Jovens e Adultos cursando o terceiro segmento do terceiro período na disciplina de Física.

Este material foi criado obedecendo os passos sequenciais de uma UEPS e conta com alguns experimentos simples e de baixo custo, além de toda a parte conceitual e sugestão de atividades. Pensamos em desenvolver este produto para colaborar com as práticas pedagógicas realizadas no ambiente escolar, em que você caro professor atuando como mediador possa utilizar das experiências e conhecimentos prévios de seus alunos para que os mesmos possam alcançar uma aprendizagem significativa.

Por fim, pensamos que este produto educacional possa ser utilizado, compartilhado e adaptado por vocês caros colegas e que este possa promover um olhar clínico e uma nova forma de ensinar física a esse público de estudantes.

Atenciosamente
Aldeíres de Sousa Alves

ÍNDICE

UEPS 01

Eletrostática
Modelo de Carga
Maleta e experimentos
Processos de eletrização
Conservação da carga

Vol. 01

Vol. 02

UEPS 02

Campo elétrico
Energia Potencial elétrica
Potencial elétrica
Pilhas e Baterias
Capacitores
Corrente Elétrica
Lei de Ohm
Circuito Elétrico

UEPS 1

CONTEÚDO GERAL:

ELETROSTÁTICA

1-SITUAÇÃO INICIAL

Iniciar a aula organizando a turma em formato de círculo, onde todos possam interagir. Sugere-se uma explanação e orientação sobre o desenvolvimento das aulas e a avaliação bimestral por meio da sequência da UEPS, e uma breve explicação expositiva sobre conceitos de mapas mentais e conceituais para realizar atividades futuras. A atividade desenvolvida ocupará 1 aula

2-SITUAÇÃO PROBLEMA INICIAL

Organizar os alunos em círculo e propor a criação do organizador prévio conforme estudado no encontro anterior, cada aluno individualmente será incentivado a criar um mapa mental (texto conceitual no apêndice) a partir da palavra chave “eletricidade”. Proporcionar ao término da criação dos mapas um momento de diálogo em que cada aluno possa apresentar seu mapa e explicar para o grande grupo. Esse momento ocupará 2 aulas

3-APROFUNDANDO CONHECIMENTOS (DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA- ATRIBUIÇÃO DE NOVOS SIGNIFICADOS A UM DADO SUBSUNÇOR).

Serão apresentados experimentos simples de baixo custo com utilização da maleta de experimentos criada para aula prática. Os alunos receberão uma folha com alguns questionamentos para serem resolvidos durante a realização dos experimentos, nesse momento não haverá nenhuma explicação de conceitos. Logo após os alunos deverão apresentar suas ideias para o grande grupo, mediatizados pelo professor em um diálogo, com intenção de estimular e motivá-los a buscar respostas para seus questionamentos e descobertas. Essa atividade será desenvolvida em 2 aulas.

DESENVOLVENDO UM MODELO DE CARGA

Utilizaremos uma sequência de experimentos (que apresentaremos em breve) com o intuito de mostrar alguns fenômenos elétricos relacionados a cargas e forças entre as mesmas, em uma abordagem geral, como intuito de motivar os alunos a explorar conhecimentos prévios que porventura possuam em seu cognitivo acerca dos conceitos sobre eletricidade. A cada experimento desenvolvido, os alunos terão oportunidades de fazer as observações e responder aos questionamentos.

Coloca-se a seguinte questão de cunho geral:

-Qual a propriedade da matéria envolvida nestes fenômenos?

Você poderia propor algum modelo teórico para tentarmos entender e explicar o que se observou?

A sequência de experimentos será realizada com materiais de baixo custo afim de expor oralmente e também demonstrar características relativas aos fenômenos elétricos, especialmente com o foco no conceito e propriedades das cargas elétricas e das forças envolvidas em tais fenômenos. Os conteúdos abordados nesta UEPS não serão divulgados aos alunos no primeiro momento, eles serão especificados de acordo com os conhecimentos prévios dos mesmos. Porém para conhecimento do professor definiremos como:

1 - Carga elétrica e forças:

- modelo de carga
- cargas
- isolantes e condutores
- lei de Coulomb

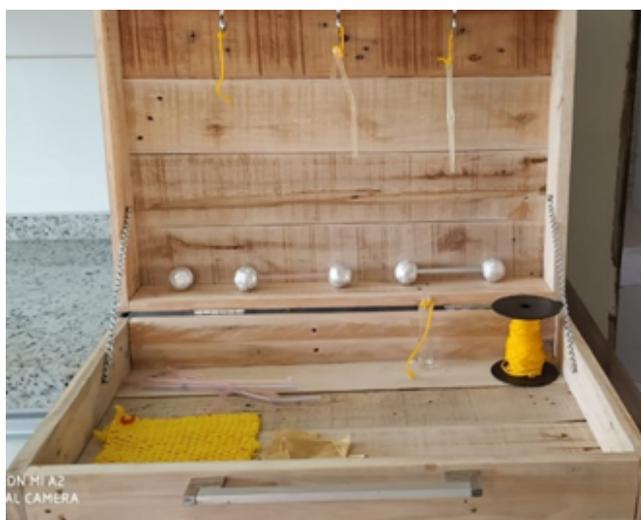
MALETA DE EXPERIMENTOS

DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

MATERIAIS

- 12 peças retangulares de pallet
- Duas correntes de 20 cm cada
- Dois pegadores (reutilizados de um guarda roupa)
- 4 parafuso gancho
- 2 dobradiças
- 36 parafuso de 6mm
- Furadeira
- Parafusadeira
- Maquita
- Trena

MALETA PRODUZIDA



EXPERIMENTOS I

DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

MATERIAIS

- Canudos de plástico
- Barbante

DESENVOLVIMENTO

Vamos utilizar esses dois canudos de plástico não perturbados por um longo período de tempo, fixaremos o barbante na argola presa a maleta móvel e outro canudo ficará móvel e podemos aproximar um do outro.

FENÔMENO



QUESTIONAMENTO

O que você observa com a aproximação dos bastões?

EXPERIMENTOS II

DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

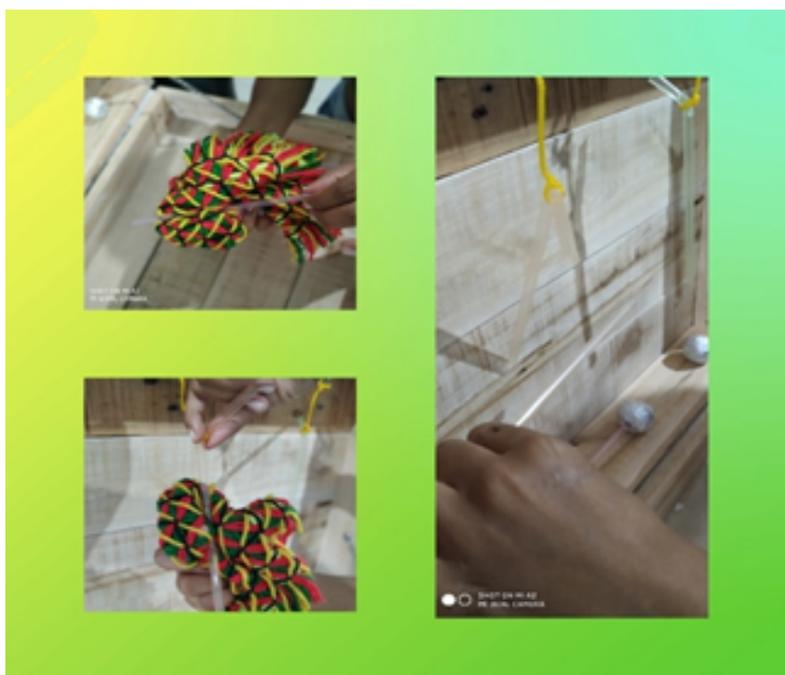
MATERIAIS

- Canudos de plástico
- Papel higiênico ou lã

DESENVOLVIMENTO

Vamos utilizar os dois canudos de plástico e friccioná-los separadamente com papel higiênico ou lã, ao concluir a fricção (atrito forte em uma mesma direção) podemos aproximar um do outro.

FENÔMENO



QUESTIONAMENTO

1-O que você observa quando os dois bastões são aproximados?

QUESTIONAMENTO

2-Qual foi a diferença que você observou entre o experimento 1 e o experimento 2?

EXPERIMENTOS III

DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

MATERIAIS

- Canudos de plástico
- Papel higiênico ou lã
- Vidro
- Seda

DESENVOLVIMENTO

Friccione o canudo de plástico fixo por um barbante amarrado na argola da maleta com uma lã ou pedaço de papel higiênico, e agora pegue o bastão de vidro móvel e friccione com uma seda. Logo após concluir a fricção dos dois materiais tente aproximá-los.

FENÔMENO



QUESTIONAMENTO

- 1-O que você visualiza após essa aproximação?
- 2-Identifique a diferença observada nos experimentos 1, 2 e 3. Explique da forma que você achar melhor.

EXPERIMENTOS IV

DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

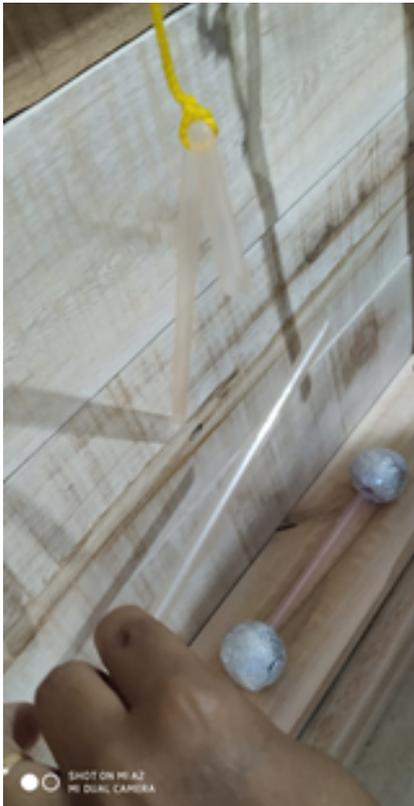
MATERIAIS

- Canudos de plásticos

DESENVOLVIMENTO

Nesse experimento o professor pode mostrar a aproximação dos canudos de várias distâncias e mudando a posição aproximação dos canudos, espera-se que seja eficaz a demonstração de sentido e direção.

FENÔMENO



QUESTIONAMENTO

O que podemos observar no experimento 4, ou seja, qual é sua conclusão ao final dos experimentos?

NOVA SITUAÇÃO

Introduzir com um grau mais elevado de complexidade a apresentação dos experimentos, seguidos de explicação. Apresentar os conceitos básicos físicos a partir dos experimentos, os alunos receberão uma folha com questionamentos sobre os experimentos e logo após o professor no papel de mediador pode iniciar uma roda de conversa com os alunos para que os mesmos possam apresentar suas respostas. Essa fase ocupará uma aula. Observação: organizar a turma em círculo.

EXPERIMENTOS V

DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

MATERIAIS

- Canudos de plástico,
- papel
- picotado
- canudo eletrizado e canudo neutro.

DESENVOLVIMENTO

Vamos atritar um bastão de plástico com uma lã e após esse atrito aproximar esse bastão a pequenos pedaços de papel. Observar que os pedaços de papel saltam e grudam ao bastão. Vai ocorrer o mesmo fenômeno se você utilizar o bastão de vidro. Mas se utilizar o bastão sem atritar observa que não vai atrair os pedaços de papel, pois o bastão encontra-se neutro.

FENÔMENO



QUESTIONAMENTO

Qual a observação em relação ao fenômeno apresentado?

Qual a diferença entre o fenômeno com o canudo de plástico neutro e eletrizado?

EXPERIMENTOS VI

DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

MATERIAIS

- Canudos de plástico
- pedaço de lã
- pedaço de seda
- bastão de vidro

DESENVOLVIMENTO

Vamos utilizar um bastão móvel de vidro neutro, e atritar com lã um bastão de plástico fixo. Devemos aproximar o bastão móvel neutro ao bastão fixo carregado, há uma atração dos dois bastões. Conclui-se que os bastões carregados são atraídos por qualquer objeto neutro.

FENÔMENO



QUESTIONAMENTO

Qual a observação em relação aos diferentes materiais utilizados, e os fenômenos visualizados?

EXPERIMENTOS VII

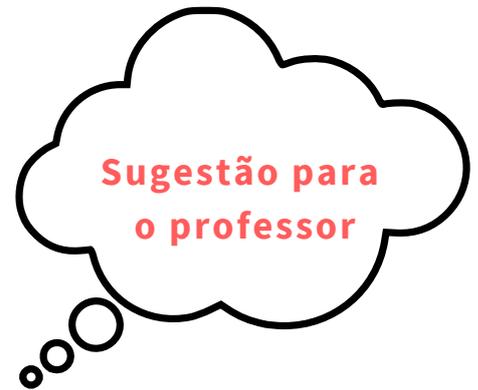
DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

MATERIAIS

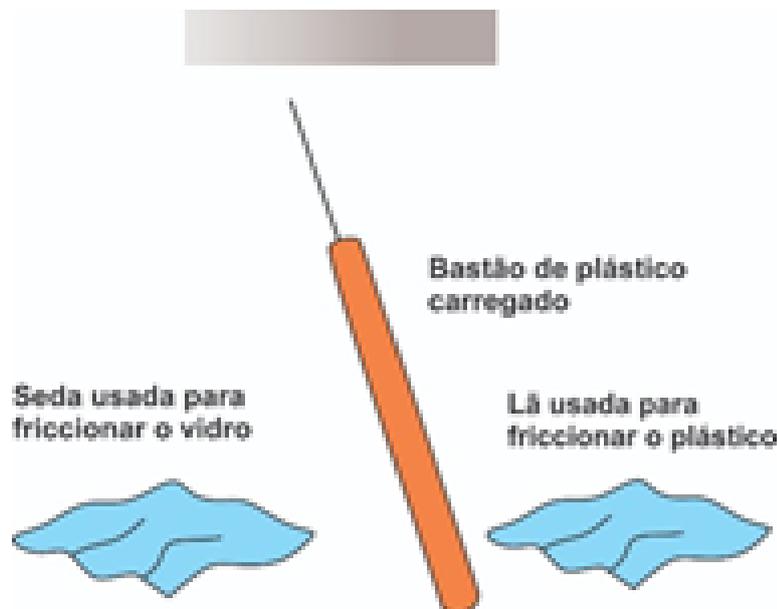
- Canudos de plástico
- Peça de seda

DESENVOLVIMENTO

Vamos agora atritar com um pedaço de lã o bastão de plástico que está fixo e suspenso. Aproximamos ao bastão de plástico um pedaço de seda que foi utilizada para atritar um bastão de vidro e da lã que foi utilizada para atritá-lo e observamos pela imagem que há uma fraca atração do bastão e a lã e repulsão do bastão e a seda.



FENÔMENO



Fonte: Imagem adaptada de (KNIGHT, 2009, p. 791)

EXPERIMENTOS VIII

DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

MATERIAIS

- Canudos de plástico
- Bastão de Vidro

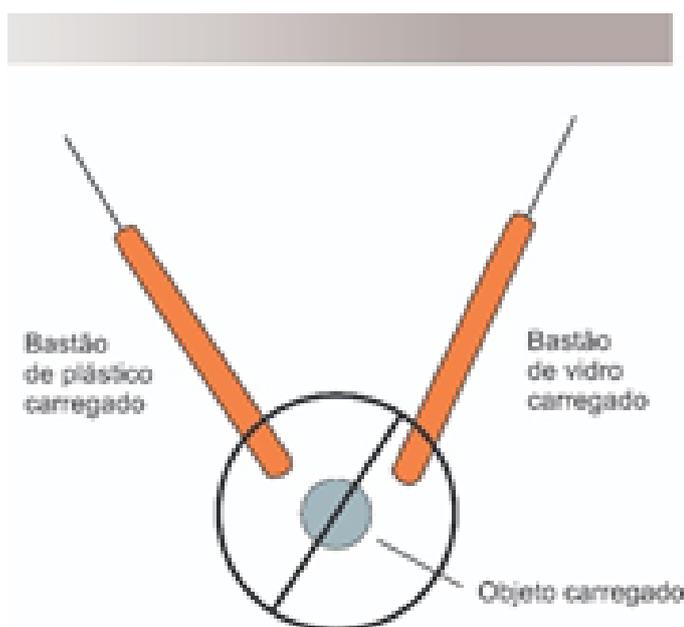
DESENVOLVIMENTO

Experimento adicionais revelam que:

Outros objetos, após serem atritados, atraem um dos bastões previamente carregados que estão suspensos (de plástico ou de vidro) e que se repelem. Os objetos carregados sempre atraem pequenos pedaços de papel.

Aparentemente não há objetos que, após terem sido friccionados, passem a atrair pedaços de papel e, simultaneamente, o bastão de plástico e o de vidro (KNIGHT, 2009, p. 790)

FENÔMENO



Fonte: Imagem adaptada de (KNIGHT, 2009, p. 791)

5 - AUL EXPOSITIVA DIALOGADA:

Nessa etapa o professor pode apresentar a aula por meio de slide, ou outro recurso em conformidade com a realidade da turma, realizar um breve histórico sobre eletricidade aos alunos e fazer uma relação da importância desse tema para a evolução do mundo.

Observação (em anexo texto sobre história da eletricidade).

É necessário também fazer uma explicação sobre conceitos simples, como: processos de eletrização, condutores e isolantes e Lei de Coulomb, e utilizar a diferenciação progressiva no decorrer da aula.

O desenvolvimento das atividades ocupará três aulas.

PROCESSO DE ELETRIZAÇÃO

- Ao atritar um objeto inicialmente neutro, adicionamos ou removemos carga do mesmo.
- Quanto maior a intensidade do atrito, maior a quantidade de carga adicionada ou removida dos materiais.
- Existem dois tipos de cargas, por convenção chamamos de: carga de sinal positivo e carga de sinal negativo.
- Benjamim Franklin em seus estudos estabeleceu que a carga se comporta como os números positivos e negativos e que um bastão de vidro friccionado com um pedaço de seda torna-se carregado positivamente, se ao colocar este bastão carregado próximo de um material e acontecer uma repulsão, logo este objeto é carregado positivamente e se acontecer o contrário, ou seja, o bastão for aproximado de um objeto e acontecer uma atração, chega a conclusão que este objeto é carregado negativamente. (Knight, p. 791) “Somente muito tempo depois disso, com a descoberta dos elétrons e dos prótons, foi verificado que os elétrons são atraídos por um bastão de vidro carregado, enquanto os prótons são repelidos por ele. Portanto por convenção, os elétrons tem carga negativa, e os prótons, carga positiva”.
- As cargas de mesmo tipo exercem força elétrica repulsiva e as cargas de tipos opostos exercem força elétrica atrativas.
- Quanto à força entre duas cargas, acontece devido a ação de distância entre elas: ela aumenta à medida que aumentamos a quantidade de carga e diminui quando aumentamos a distância entre as cargas.
- No processo de eletrização quando ocorre a separação dos dois tipos de cargas com a mesma quantidade há a presença de objetos chamados neutros.
- Apresentar a fórmula matemática da Força de Coulomb e fazer a discussão em relação ao caráter vetorial com a aproximação dos canudinhos em diferentes direções. Discutir também a dependência com as cargas (canudos mais “atritados” e menos “atritados” podem se repelir mais ou menos – intensidade da força).

PROPRIEDADE ELÉTRICAS DOS MATERIAIS

Através dos experimentos a serem apresentados, podemos observar como os tipos de materiais respondem às cargas.

EXPERIMENTO 9

Vamos eletrizar um bastão de plástico com um pedaço de lã, em seguida aproximar de um material de metal neutro. O metal, após a aproximação (deve haver contato entre eles) do bastão carregado, passará a atrair pequenos pedaços de papel e a repelir o bastão de plástico, após este contato o material de metal adquire carga do bastão de plástico.

EXPERIMENTO 10

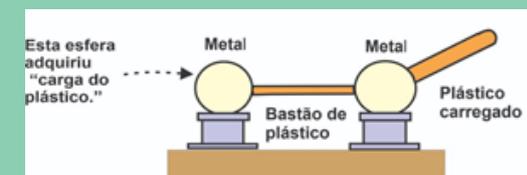
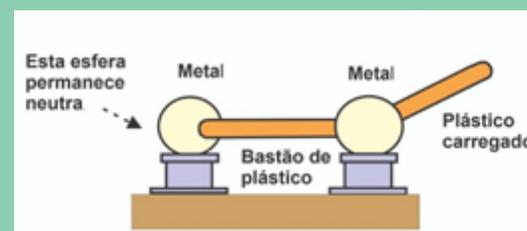
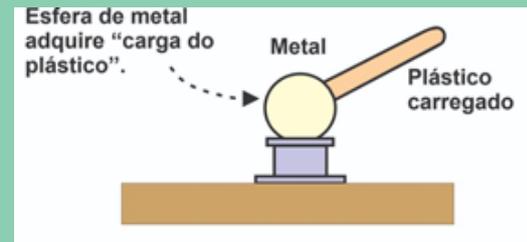
Eletrize um bastão de plástico e toque-o com o dedo (ao longo desse bastão), logo após esse toque vamos aproximar o bastão de pedaços de papel e estes não vão ser atraídos, ou seja, nada vai acontecer com a aproximação.

EXPERIMENTO 11

Neste experimento vamos manter duas esferas de metal presas por um bastão de plástico, e aproximar um outro bastão de plástico que foi eletrizado em uma das esferas, esta passará a atrair pequenos pedaços de papel e repelir o bastão de plástico previamente carregado. Ah, se você fizer o teste com a outra esfera (aproximando papel ou o bastão de plástico) da qual nada foi aproximado além do contato com o canudo de plástico, conclui que nada acontece.

EXPERIMENTO 12

Utilizar neste experimento um bastão de metal e duas esferas de metal presas na sua extremidade, logo após aproximar um bastão de plástico carregado em uma das esferas. O que podemos perceber após essa aproximação é que as duas esferas passam a atrair pequenos pedaços de papel e a repelir o bastão de plástico previamente carregado.



Fontes: Imagens adaptadas (KNIGHT, 2009, p. 791)



SUGESTÕES DE QUESTIONAMENTOS

01

Aproximar o canudo da esfera isolada da Terra (sem aterramento) tem um efeito temporário, mas o contato dá origem a um efeito duradouro. Ou seja, há uma diferença entre eletrização por indução e por contato. Algo foi transferido do bastão para a esfera quando se tocaram. Mas, não houve transferência de algo se não houve contato. Podemos explicar?

02

Por que obtivemos resultados diferentes nos experimentos 11 e 12? A diferença fundamental era o meio material utilizado para contato entre as esferas. Há materiais que permitem que algo (que chamaremos eletricidade) flua por eles, mas há mais materiais que não permitem tal efeito. O que temos aqui é movimento de elétrons e, em geral, classificamos o canudo como isolante e o bastão metálico como condutor. Há liberdade de movimento dos elétrons nos condutores, o que não se observa nos isolantes. Tendo por base nossos conhecimentos de química, sabemos que os átomos são formados de elétrons e prótons (confinados no núcleo atômico). Por isso, sabemos que as partículas em movimento, neste caso, são os elétrons.

03

Percebemos que os condutores e os isolantes podem ser eletrizados. Mas, eles têm comportamento diferentes. Nos isolantes, a carga fica “confinada”, nos condutores, por outro lado, elas se movem mais facilmente.



PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO



ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

Ao atritar dois corpos que possuem a mesma quantidade de cargas positivas e negativas, ou seja, corpos neutros, estabelecemos um contato íntimo com eles, havendo uma transferência de elétrons de um corpo para o outro. A partir deste atrito dizemos que um corpo ficou eletrizado negativamente e o outro eletrizado positivamente.

Neste processo os elétrons ficam imóveis no material isolante, como exemplo, o bastão de plástico que ao ser atritado com uma lã recebe elétrons da mesma.



ELETRIZAÇÃO POR CONTATO

Esse processo de eletrização demonstra o fenômeno de que ao colocar um corpo eletrizado em contato com um corpo neutro, este receberá elétrons que ficarão livres para se movimentar. Isso acontece em um condutor em seu estado neutro entrando em contato com um corpo eletrizado, uma vez que a carga tenha sido transferida para o condutor, as forças repulsivas entre as cargas negativas farão com que os elétrons se afastem uns dos outros.



ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO

Ao aproximar-se um corpo eletrizado de um corpo condutor inicialmente neutro sem ter contato, criam-se no condutor uma redistribuição de cargas. O corpo eletrizado então pode atrair ou repelir os elétrons do corpo neutro. Se o corpo estiver eletrizado positivamente, atrairá os elétrons do condutor neutro. Se o corpo estiver eletrizado negativamente, repelirá os elétrons do corpo neutro. Se o corpo eletrizado for afastado, o efeito desaparece.

Podemos concluir a unidade desenvolvida com apresentação de experimentos simples, expondo os conceitos físicos que acontecem a partir de tais fenômenos:

CONSERVAÇÃO DA CARGA

Experimento simples de baixo custo- O eletroscópio

Materiais

- Papel cartão ou cartolina
- Canudo de plástico
- 4 colchetes tipo bailarina
- Massa de modelar ou argila
- Copo descartável pequeno
- Papel de seda (utilizados para enrolar bala de coco)
- Fita adesiva

Como fazer:

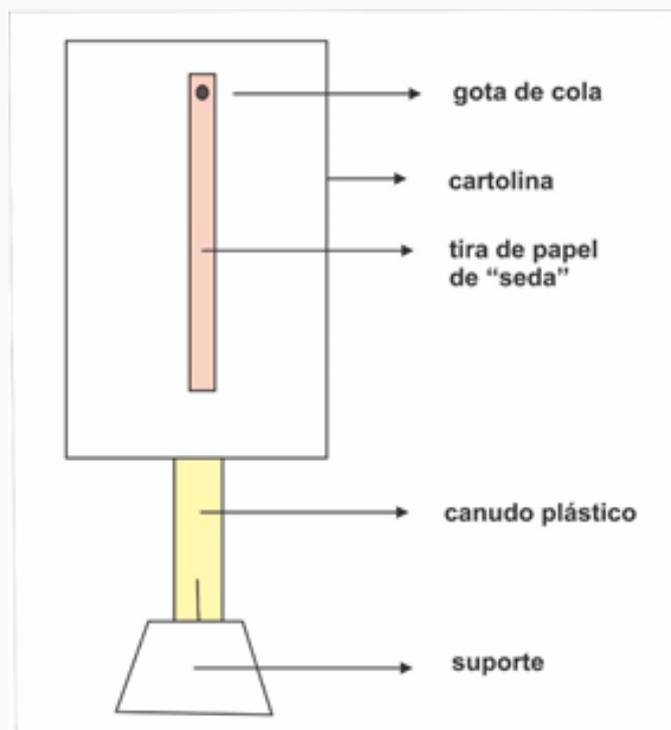
Faça um furo no copo descartável e prenda os colchetes na base do copo fixando com cola ou fita adesiva, use a massa de modelar ou argila no fundo do copo para que possa ficar mais firme.

Faça um recorte na cartolina ou papel cartão no formato retangular com medidas de 7x10cm.

Prenda a cartolina no canudo de plástico com fita adesiva.

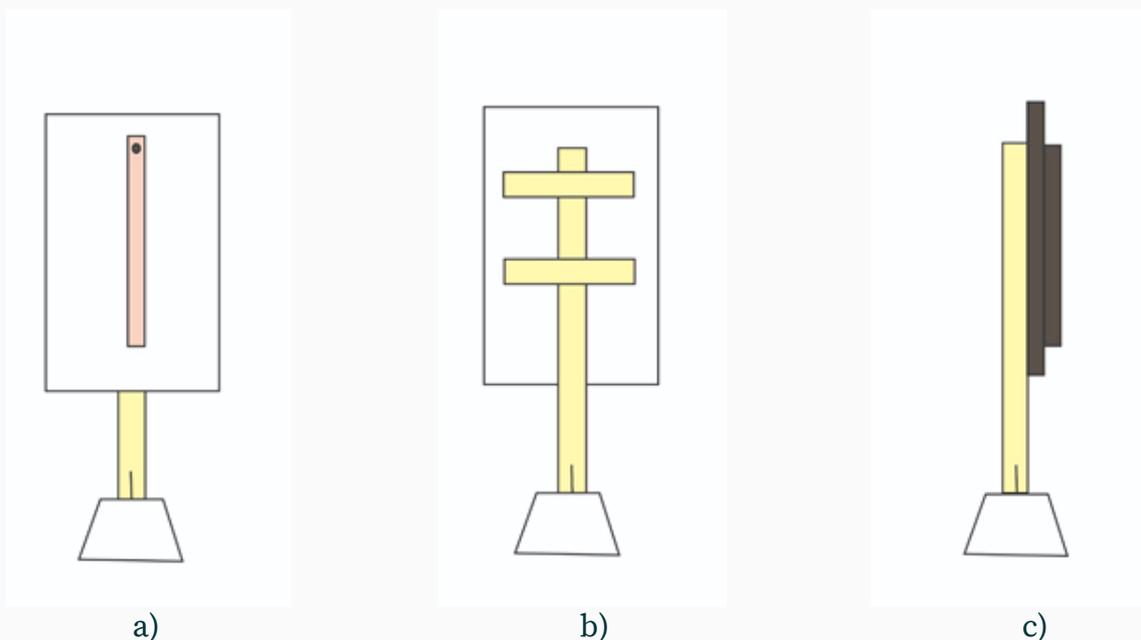
Cole o pedaço de papel de seda na face da cartolina.

O canudo plástico com a cartolina é enfiado no colchete que já está preso ao copo descartável, conforme a imagem ao lado



Fonte: Imagem adaptada de (ASSIS, 2010, p.137)

CONSERVAÇÃO DA CARGA



Fonte: Imagem adaptada de (ASSIS, 2010, p. 138)

Na imagem:

a) observe o eletroscópio visto de frente.

b) Imagem vista de costas, com a cartolina fixada com fita adesiva

c) Visto de perfil

Para fazer os experimentos é necessário construir dois eletroscópios.

Carregando o eletroscópio:

Para observar o funcionamento do eletroscópio podemos utilizar um canudo de plástico e atritar o mesmo na mesma direção com um pedaço de papel higiênico ou no cabelo até que ele fique eletrizado e aproxime o canudo na parte superior de um dos eletroscópios. A observação é que a tirinha do papel de seda se afasta do eletroscópio.

CONSERVAÇÃO DA CARGA

EXPERIMENTO 13

Eletroscópios: carregado e descarregado

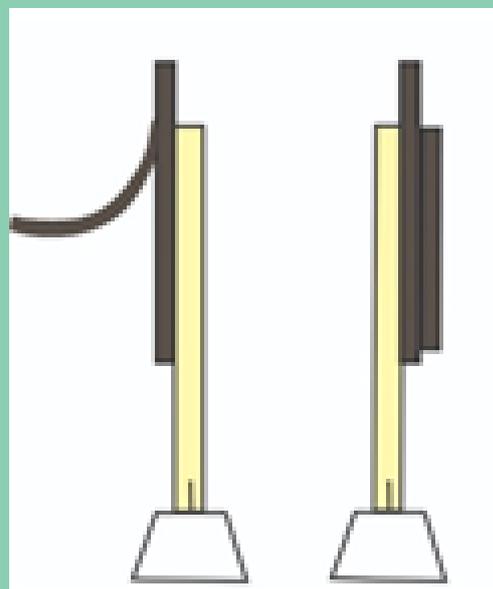
a) Utilize um canudo de plástico para ser atritado no cabelo, após passe o canudo na cartolina na parte do verso, ou seja, atrás do lado que não tem a tirinha.

Observação: A tirinha irá se afastar do eletroscópio, conforme imagem a).

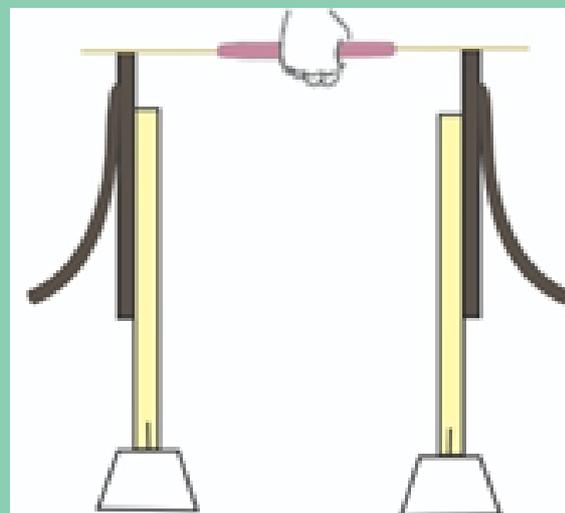
O outro eletroscópio está descarregado.

b) Coloque um de frente para o outro, de modo que as tirinhas fiquem na direção para fora dos eletroscópios e apoie um fio de cobre sobre eles, atentamente para não entrar em contato com o fio, para isso pode utilizar um canudo de plástico para cobrir o fio onde a mão vai entrar em contato com o fio, conforme imagem b)

Observação: a tirinha do primeiro eletroscópio que foi carregado abaixa um pouco, enquanto a tirinha do segundo que estava descarregado se eleva, então agora ambos carregados, essas cargas foram repartidas entre eles, conforme imagem b)



a)



b)

Fonte: Todas as Imagens adaptadas de (ASSIS, 2010, p. 165,166,168)

CONSERVAÇÃO DA CARGA

EXPERIMENTO 14

Eletroscópios: carregados com cargas de mesmo sinal

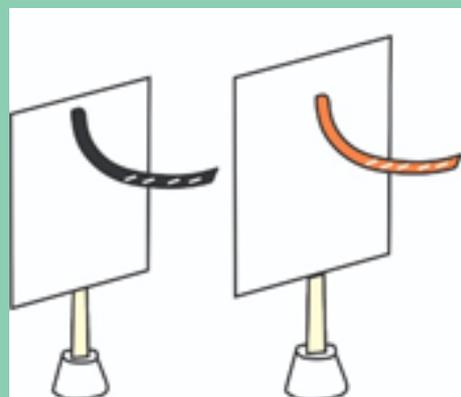
Carregamos ambos os eletroscópios com cargas de mesmo sinal, ou seja, arraste o canudo atritado na cartolina (no verso), faça isso em ambos.

Observação: as tirinhas de ambos os eletroscópios vão se elevar, conforme figura a).

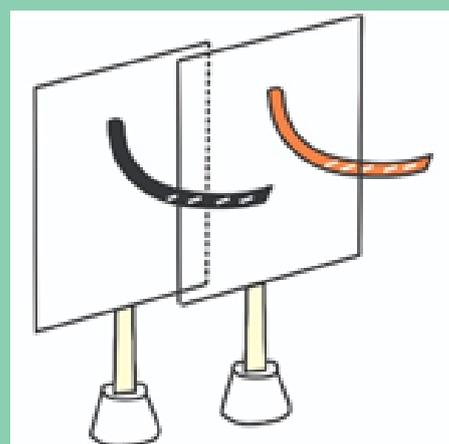
Agora aproxime o eletroscópio na parte da cartolina e encoste-os um no outro, conforme figura b).

Observação: as tirinhas permanecem levantadas. Agora afaste-os.

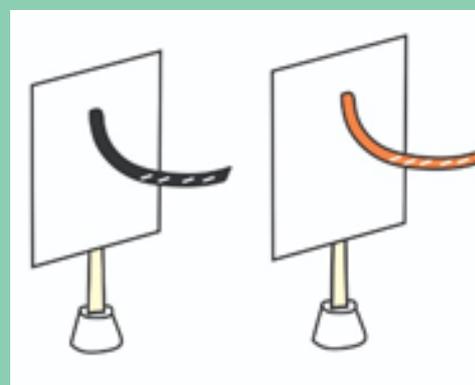
Observação: Permanecem levantadas, conforme figura c).



a)



b)



c)

Fonte: Todas as Imagens adaptadas de (ASSIS, 2010, p. 165,166,168)

CONSERVAÇÃO DA CARGA

EXPERIMENTO 15

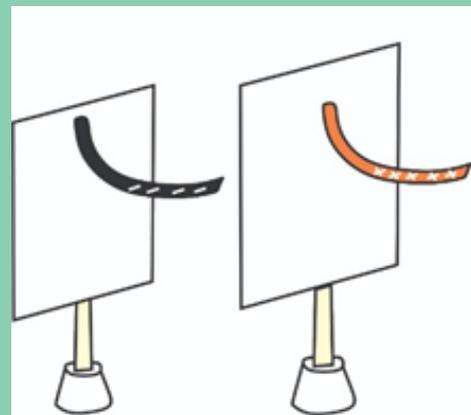
Eletroscópios: carregados com cargas de sinais opostos

Agora utilizaremos dois eletroscópios carregados com cargas de sinais diferentes, um positivo e outro negativo com suas tirinhas elevadas, pois estão carregados. Aproxime ambos e toque um no outro.

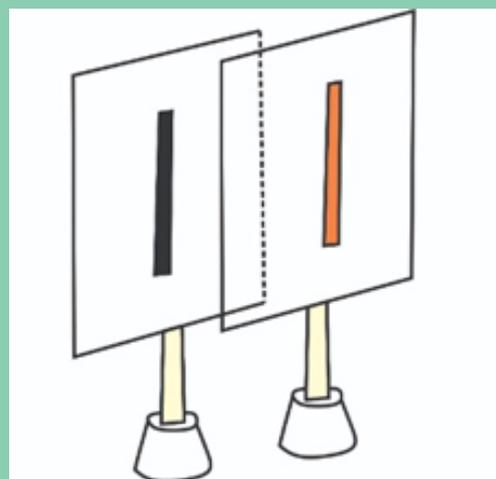
Observação: as tirinhas que estavam levantadas agora abaixam em direção a cartolina.

Faça um distanciamento entre ambos.

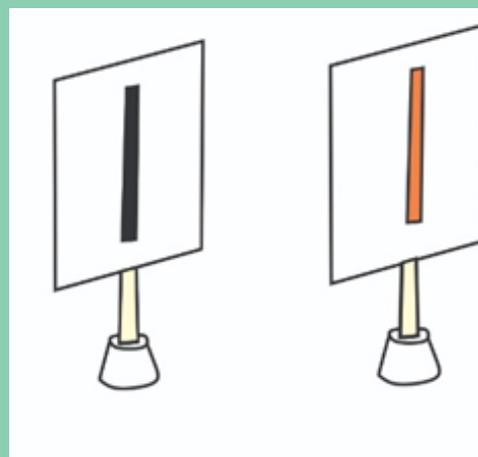
Observação: as tirinhas permanecem abaixadas. Indica então que os eletroscópios se descarregaram



a)



b)



c)

Fonte: Todas as Imagens adaptadas de (ASSIS, 2010, p. 165,166,168)

AVALIAÇÃO

6-AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DIALOGADA:

Realizar um diálogo aberto na turma sobre o tema abordado na aula anterior sobre Lei de Coulomb, proporcionar um momento em que cada aluno possa expressar os conhecimentos sobre a diferença entre as cargas de um elétron e de um próton e a relação com a Lei de Coulomb. Ao final o professor como mediador proporciona uma conversa sobre a importância da relação dos conceitos físicos abrangendo para o cotidiano, permitindo que os alunos façam essas observações sem interferência de resultados. Essa atividade será desenvolvida em uma aula.

7-AVALIAÇÃO SOMATIVA:

O professor pode explicar em primeiro lugar aos alunos a importância da avaliação durante todo o processo de ensino e aprendizagem, e aplicar um questionário aberto abordando tópicos estudados durante todo o percurso, de maneira individual cada um pode expor os conhecimentos adquiridos e/ou os não adquiridos. Realizar junto ao questionário uma retomada do mapa mental inicial, onde cada um pode realizar um novo mapa com foco na palavra “eletricidade”.

8-DIÁLOGO INTEGRADOR- AVALIAÇÃO FINAL DA UEPS:

O professor pode organizar a sala de aula em uma roda de conversa a fim de coletar os dados desenvolvidos durante a aplicação da UEPS, permitindo ao aluno o momento de fala para relatar sobre os aprendizados, se houve ou não uma melhoria de entender e compreender melhor os fenômenos físicos ligados ao cotidiano deles. Este diálogo é de fundamental importância para que o professor identifique se houve aprendizagem significativa frente a essa sequência didática utilizada durante os encontros.

QUESTIONÁRIO INICIAL DOS EXPERIMENTOS

Desenvolvendo um modelo de carga

EXPERIMENTO 1 - O que você observa com a aproximação dos bastões?

EXPERIMENTO 2 - O que você observa quando os dois bastões são aproximados?

Qual foi a diferença que você observou entre o experimento 1 e o experimento 2?

EXPERIMENTO 3 - O que você visualiza após essa aproximação?

Identifique a diferença observada nos experimentos 1, 2 e 3. Explique da forma que você achar melhor.

EXPERIMENTO 4 - O que podemos observar no experimento 4, ou seja, qual é sua conclusão ao final dos experimentos?

EXPERIMENTO 5 - Qual a observação em relação ao fenômeno apresentado?

Qual a diferença entre o fenômeno com o canudo de plástico neutro e eletrizado?

EXPERIMENTO 6 - Qual a observação em relação aos diferentes materiais utilizados, e os fenômenos visualizados?

QUESTIONÁRIO FINAL DOS EXPERIMENTOS

1- Após observar todos os experimentos destacados, em qual deles podemos exemplificar os tipos de eletrização:

a) eletrização por atrito:

b) eletrização por contato:

c) eletrização por indução:

2- Em qual dos processos de eletrização destacados você consegue identificar a característica de um material isolante e um condutor?

3- O que podemos concluir em relação a carga elétrica, quanto a conservação de cargas.

4- Qual a diferença em relação a mobilidade dos elétrons nos materiais isolantes e condutores?

5- Você consegue realizar um paralelo sobre o que estudou até aqui e o conhecido "fio terra" realizado em procedimentos residenciais, industriais, entre outros.?

6- O que você pode concluir sobre os fenômenos destacados nos processos de eletrização em relação a distância observada entre os objetos nos experimentos.

APÊNDICE

MAPA MENTAL



Fonte: <https://www.novaconcursos.com.br/portal/dicas/o-que-e-e-como-fazer-um-mapa-mental-para-concursos-2016-12/attachment/mapas-mentais/>

"Mapa mental é uma ferramenta de suporte ao pensamento e à criatividade. Baseia-se no conceito de que nossos pensamentos não são lineares (não seguem um fluxo contínuo) e que quando usamos cores, imagens e palavras-chave nossa capacidade de criação e retenção aumenta muito.

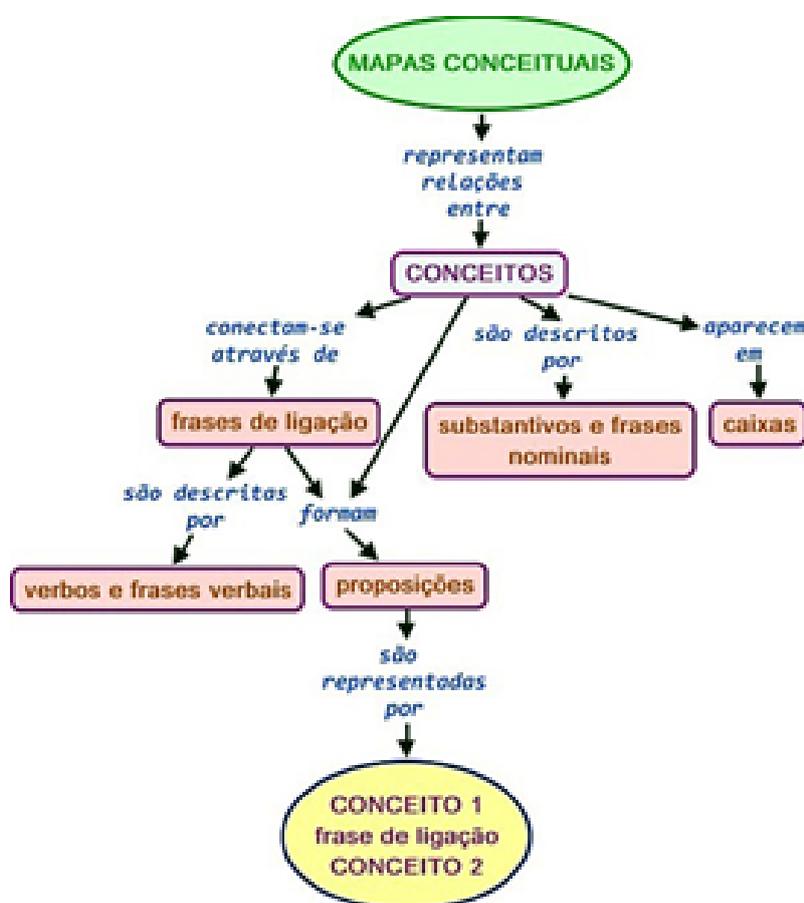
Os mapas-mentais podem ser usados, por exemplo, na preparação de um evento (reunião, aula, apresentação), para tomar notas, para resumir um livro durante sua leitura, para escrever um livro, etc. Muita gente usa os mapas-mentais como ferramenta de produtividade, organizando suas agendas, suas atividades, etc.

Mapa mental é o nome dado para um tipo de diagrama, sistematizado pelo inglês Tony Buzan, voltado para a gestão de informações, para a compreensão e solução de problemas, na memorização e aprendizado, como ferramenta de brainstorming (tempestade de ideias) e no auxílio da gestão estratégica de uma empresa ou negócio.

Os desenhos feitos em um mapa mental partem de um único centro, a partir do qual são irradiadas as informações relacionadas. Podem ser elaborados por meio de canetas coloridas sobre folhas de papel ou um programa de computador dedicado. Pode ser aplicado a qualquer tarefa, atividade, profissional, ou lazer, de modo individual ou em grupo para planejar qualquer tipo de evento. Trata-se de um método para planejamento e registro gráfico cada vez mais usado em todas as áreas de conhecimento humano. O sistema de diagrama dos mapas mentais funciona como uma representação gráfica das ideias que se organizam em torno de um determinado foco. Os mapas mentais funcionam exatamente como o cérebro, segundo Buzan. Quando um mapa mental é elaborado, cada parte do mapa é associada com o restante, criando conexões entre cada conceito.

MAPA CONCEITUAL

" Mapas Conceituais são representações gráficas em duas ou mais dimensões de um conjunto de conceitos construídos de tal forma que as relações entre eles sejam evidentes. Os conceitos aparecem dentro de caixas enquanto que as relações entre os conceitos são especificadas através de frases de ligação nos arcos que unem os conceitos. A teoria a respeito dos Mapas Conceituais foi desenvolvida na década de 70 pelo pesquisador e navegador norte-americano Joseph Novak, com vistas à facilitar a administração, ao nível de Comando e Estado Maior, de uma companhia de navegação. Ele define mapa conceitual como uma ferramenta administrativa, para organizar e representar o conhecimento, de forma geral, sendo basicamente um aperfeiçoamento do conhecido organograma, somente que, bastante, e muito detalhado, com fins de ser utilizado em trabalho de equipe e/ou em colegiado."



Breve História da Eletricidade



É razoável dizer que, se Benjamin Franklin não tivesse nascido, o nascimento da Revolução Norte-Americana teria acontecido de forma diferente. Afirmamos isso porque Franklin, além de suas contribuições para a Declaração da Independência, influenciou a França a posicionar seus navios próximos à costa norte-americana para impedir os britânicos de reforçarem o General Cornwallis, derrotado por George Washington em uma batalha definitiva da guerra. A influência de Franklin na Europa tinha por base o respeito que ele adquirira como principal diplomata e cientista da América. Sempre que estava na França, ele observava as multidões se formando. Franklin era um homem de muitos talentos. Suas realizações como tipógrafo, editor, cantor de baladas, inventor, filósofo, político, soldado, bombeiro, embaixador, cartunista e agitador da causa antiescravagista são parte de seu legado ao serviço público. Uma parte muito importante desse legado tem a ver com suas realizações científicas. Embora seja popularmente lembrado por sua invenção do para-raios, Franklin também inventou uma gaita de vidro, o aquecedor de Franklin, os óculos com duas lentes e o cateter urinário flexível.

Ele jamais patenteou suas invenções, afirmando em sua biografia que “quando tiramos vantagens com as grandes invenções dos outros, deveríamos ser gratos por uma oportunidade de servir aos outros por meio de qualquer invenção nossa; e isso deveríamos fazer livre e generosamente”. Ele é especialmente lembrado por suas pesquisas sobre a eletricidade. Em uma época em que a eletricidade era concebida como dois tipos de fluido, chamados de viscoso e resinoso, Franklin propôs que uma corrente elétrica fosse feita de um único fluido elétrico sob diferentes pressões. Ele foi o primeiro a denominar essas pressões de positiva e negativa, respectivamente, e o primeiro a descobrir o princípio de conservação da carga. O relato de seu para-raios começou com uma publicação de 1750. Ele propôs um experimento para provar que o relâmpago é eletricidade: empinar uma pipa durante uma tempestade, no estágio um pouco antes de ela se tornar uma tempestade de relâmpagos. A lenda conta que, com a pipa, ele conseguiu extrair faíscas de uma nuvem. O que ele não fez foi empinar sua pipa no meio de uma tempestade de relâmpagos, no que outros, infelizmente, tiveram sucesso e morreram eletrocutados. Em vez disso, a carga elétrica coletada pela linha da pipa de Franklin provou-lhe que o relâmpago é eletricidade. O para-raios derivou de seus experimentos que mostravam que pedaços de metal com extremidades pontiagudas podiam coletar ou descarregar eletricidade silenciosamente, impedindo o acúmulo de carga em prédios devido a nuvens acima delas. No telhado da casa onde morava, Franklin instalou hastes de ferro, de extremidades pontiagudas, com um fio condutor ligando a base das hastes ao solo. Sua hipótese era de que as hastes drenariam o “fogo elétrico” silenciosamente das nuvens antes que elas produzissem um raio. Satisfeito com o fato de ter impedido os raios, ele promoveu a instalação de para-raios sobre o prédio da Academy of Philadelphia (mais tarde, University of Pennsylvania) e da Pennsylvania State House (mais tarde, Independence Hall), em 1752. Em reconhecimento às suas realizações com a eletricidade, Franklin recebeu a Medalha Copley da Royal Society britânica em 1753, e, em 1756, ele tornou-se um dos poucos americanos a ser eleito como membro da Royal Society. Com tal reputação, ele estava em posição de influenciar o destino da Guerra de Independência norte-americana que estava se aproximando. Benjamin Franklin verdadeiramente remodelou o mundo.

UEPS 2

CONTEÚDO GERAL:

CORRENTE ELÉTRICA

MOTIVAÇÃO: A RAQUETE DE MATAR MOSQUITO

1-SITUAÇÃO INICIAL

O professor pode iniciar a aula apresentando o objeto de estudo, qual seja, a “Raquete de matar mosquito”. Este equipamento é muito utilizado nos estados da região Norte, incluindo o Tocantins e pode ser adquirido em lojas comerciais e camelôs. É um equipamento tão popular que não precisa ser fisicamente apresentado aos alunos: todos sabem exatamente sobre o que se está discutindo.

Além disso, o professor pode sondar os alunos e descobrir se possuem este dispositivo em casa e se já pararam para pensar como ocorre o processo de funcionamento e qual a utilidade desse objeto.

Figura 1- Raquete elétrica mata insetos



Fonte: Própria da autora

2- SITUAÇÃO PROBLEMA INICIAL

A sala pode ser organizada em fileiras, cada aluno recebe uma folha em branco, sendo que o professor pode orientar os mesmos a criarem um mapa mental como organizador prévio sobre o funcionamento da raquete e quais os materiais que compõem o referido dispositivo.

Após os alunos concluírem os mapas mentais, o professor pode organizar a sala de aula em círculo, nesse momento cada um, individualmente, pode mostrar seu mapa mental acompanhado com uma breve explicação. Com essa apresentação o professor identificará a sequência de conhecimentos prévios que os alunos têm sobre o objeto em estudo. Este passo é importante e pode ser utilizado para o planejamento do encontro seguinte ancorando novas ideias e desmistificando o que não está de acordo com os fenômenos físicos.

3- NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA

Nesse encontro os alunos podem confrontar acertos e erros em relação aos materiais que compõem uma raquete de matar mosquitos. Iniciando a aula, o professor destaca de forma enumerada e na lousa os materiais que compõem uma raquete de matar mosquito e cada aluno com seu mapa mental em mãos pode observar e corrigir o seu. No momento pode haver uma breve discussão na turma sobre acertos e erros nos mapas mentais.

Destaque da lousa: os componentes principais da raquete:

- a) circuito amplificador de tensão e ligado à bateria;
- b) interruptor de acionamento e estrutura para pilhas ou conexão elétrica
- c) 3 telas de metal.

Quanto ao funcionamento do equipamento, abordaremos os conceitos físicos na discussão dos conteúdos e podemos iniciar o aprofundamento dos fenômenos e estudos físicos.

4- APROFUNDANDO CONHECIMENTOS

O professor pode organizar a sala em círculo e pedir aos alunos que anotem em uma folha as observações realizadas durante a aula.

O professor deve agora utilizar o simulador Phet colorado para introdução dos conceitos sobre cargas e campos, iniciando pela interação entre as cargas

TÓPICO 1- CONCEITUANDO CAMPO ELÉTRICO COM USO DO SIMULADOR PHET COLORADO

O simulador é uma ferramenta pedagógica muito útil e fácil de manipular contribuindo com o ensino nas aulas de física para uma melhor compreensão e visualização de alguns fenômenos físicos. Dispõe de uso gratuito e livre para fazer download, além disso é uma ótima ferramenta para explorar e jogar de forma interativa e atraente, pois os fenômenos físicos na sua maioria são identificados no meio intelectual abstrato, dificultando assim o aprendizado dos estudantes. Um ponto importante é que, se a escola possui laboratório de informática, o interessante é que os próprios alunos tenham oportunidade de manipular o simulador com a mediação do professor.

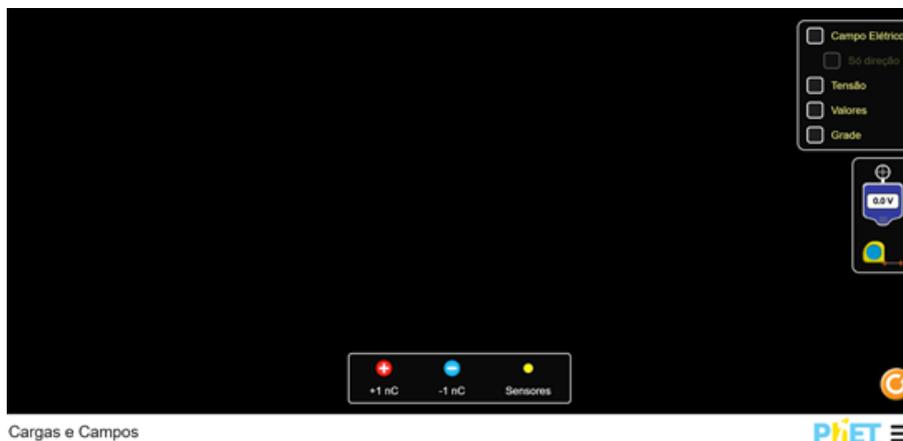
Para ter acesso a plataforma do Phet colorado acesse pelo QR CODE abaixo ou por meio do endereço eletrônico.



https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields

Para utilizarmos o simulador, fazemos o download do tema de estudo nesse caso: “Cargas e Campos”, como mostrado na figura 2

Figura 2- Tela inicial do simulador "Cargas e Campos"



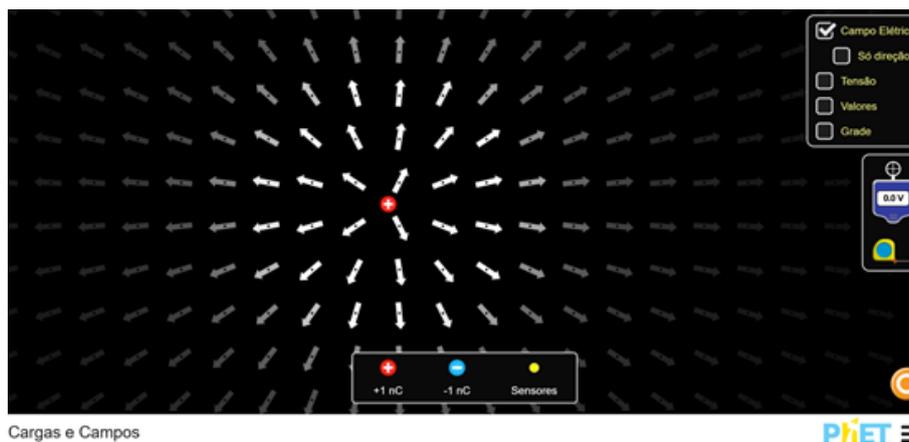
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html

Ao apresentar a primeira tela exibida na figura 2, o professor, ao iniciar a aula, no primeiro momento pode realizar sondagens de conhecimentos prévios dos alunos através da visualização da primeira tela.

No decorrer do diálogo o professor faz a mediação com a explicação dos conteúdos utilizando o simulador para demonstração. Temos nessa primeira tela a presença de uma carga positiva destacada em vermelho e uma negativa em azul no menu abaixo da tela e o sensor destacado em amarelo que representará o sentido da força; no canto direito da tela identificamos o menu que disponibiliza algumas grandezas, como: campo elétrico, tensão, vetores e grade. Para o uso de alguns desses instrumentos basta clicar e o simulador consta com uma descrição de cada uma delas. Abaixo temos uma trena que determina as medidas em centímetros (cm) e a luneta que serve para indicar o potencial elétrico em determinada posição, conteúdo que aprofundaremos mais adiante.

Inicialmente colocaremos uma carga positiva em uma determinada posição da tela como se pode visualizar na figura 3 (basta clicar na carga e arrastar) e marcamos a opção campo elétrico no canto direito da tela do simulador. A observação feita é do campo elétrico sendo gerado pela carga positiva: as setas indicam a intensidade do campo gerado pela carga em diferentes pontos do espaço. Nessa observação, as setas indicam os vetores que se distanciam da carga tem menor intensidade, o campo gerado pela carga positiva possui setas apontando para fora.

Figura 3-Campo elétrico gerado

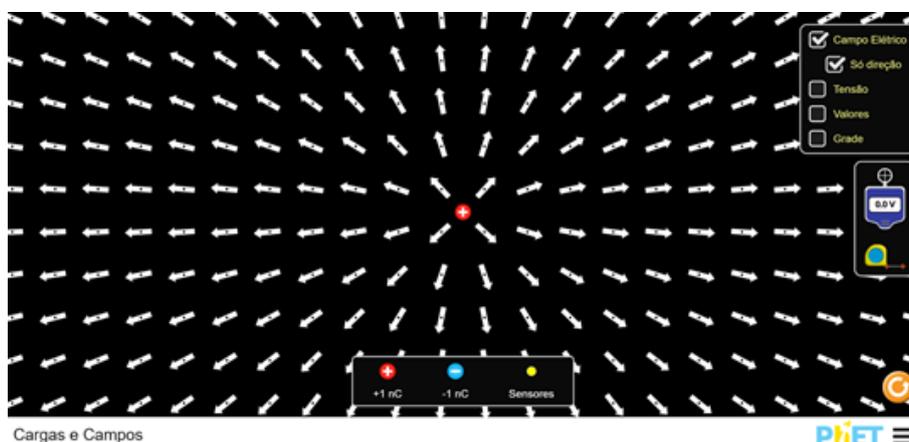


Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html

Podemos retornar em nossos estudos realizados com a utilização da demonstração de experimentos simples e de baixo custo na UEPS 1 e lembremos que os corpos eletrizados sofriam alguma alteração, seja ela de atração ou repulsão, quando se aproximavam e concluímos que existia uma força elétrica entre esses corpos. Quanto mais aproximávamos o corpo eletrizado de outro, maior era a força de interação entre eles. Com o aumento da distância, a interação se tornava menos intensa até o ponto no qual nada era observado. Com isso, ficou claro que a intensidade do campo é inversamente proporcional à distância. Com estas constatações introduz-se a ideia de que temos relação entre força elétrica e a grandeza denominada campo elétrico.

Se marcar na legenda no canto direito a opção “direção” como está representada na figura 4, observamos as setas indicando sua direção e concluímos que o campo elétrico gerado por uma carga positiva terá ao seu redor setas apontando para fora da carga.

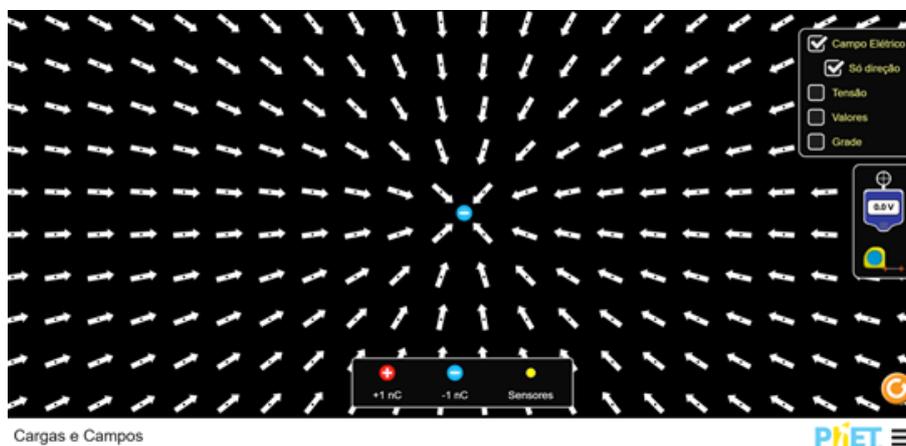
Figura 4-Campo elétrico gerada por carga positiva



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html

Agora verificamos o que acontece quando colocamos uma carga negativa em qualquer ponto da tela representada na figura 5.

Figura 5: Campo elétrico gerado por uma carga negativa



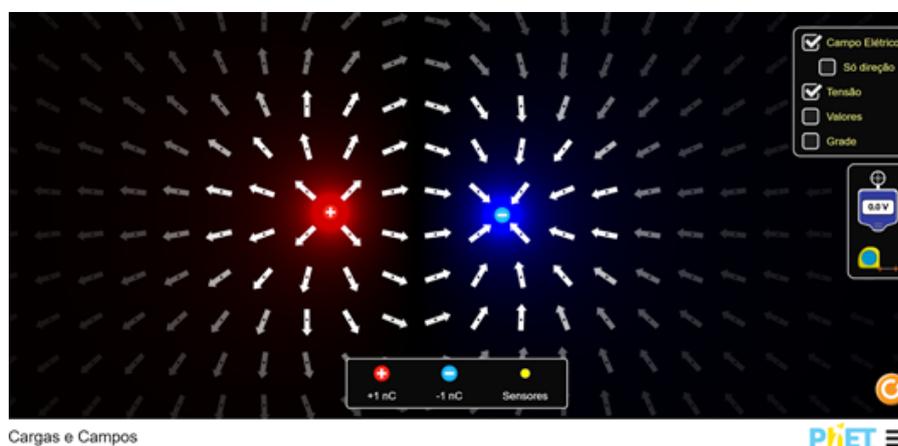
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html

A carga negativa gera um campo elétrico ao seu redor e suas setas que representam as linhas de força agora apontam para dentro da carga elétrica.

Concluimos com as representações de campo gerado por cargas positivas e negativas. A carga positiva sempre terá setas saindo delas e as cargas negativas sempre terá setas “entrando” nelas.

Agora podemos colocar cargas de prova para experimentar esse campo gerado por uma carga fonte positiva e outra negativa. Acompanhe:

Figura 6: Campo gerado por uma carga fonte positiva e carga de prova negativa experimentando essa força exercida pelo campo elétrico.

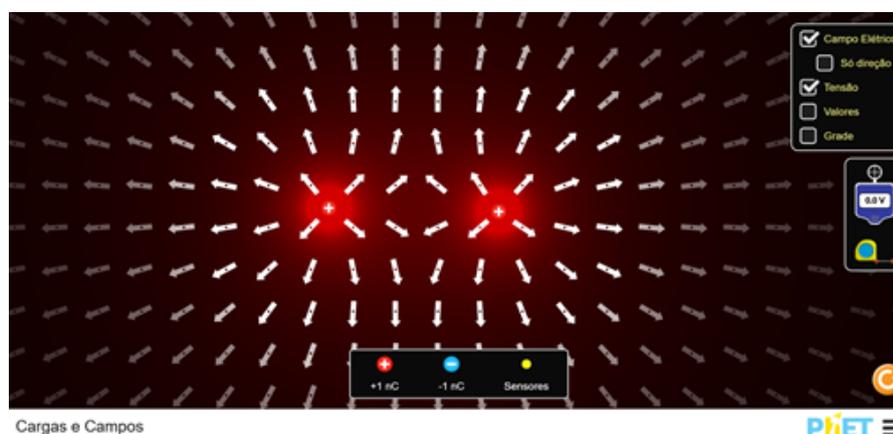


Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html

A representação na Figura 6 temos uma carga fonte positiva gerando um campo elétrico. Ao aproximar uma carga de prova negativa, esta experimentará uma força elétrica que pode ser relacionada com o valor do campo elétrico naquela posição. Neste momento é propício nos lembrarmos dos experimentos realizados na UEPS 1: identificamos também aqui o fenômeno de atração entre as cargas, pois elas possuem sinais contrários.

Dando sequência às investigações utilizando o simulador, podemos observar o que acontece quando se tem uma carga de prova positiva (ver a representação na Figura 7). Empregando a ferramenta “tensão”, o simulador evidencia que a intensidade maior da força está sempre próxima da carga eletrizada.

Figura 7: Campo gerado por uma carga fonte positiva e carga de prova negativa experimentando a força exercida pelo campo elétrico.

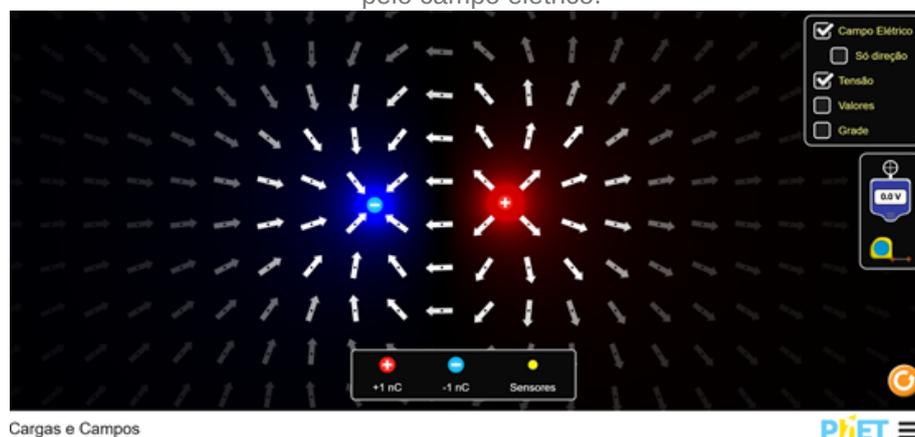


Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html

Inferimos que a carga de prova positiva experimenta o campo elétrico gerado pela carga fonte positiva, e que suas setas apontam para fora de ambas as cargas. Percebe-se a diferença desta situação para aquela mostrada na figura 6. Tem-se aqui uma repulsão entre as cargas e o fenômeno pode ser relacionado com os experimentos realizados na UEPS1 e nos quais era evidente que os corpos que possuem cargas de sinais iguais se repeliam.

Faremos agora o contrário: utilizaremos uma carga negativa como carga fonte (ver Figura 8).

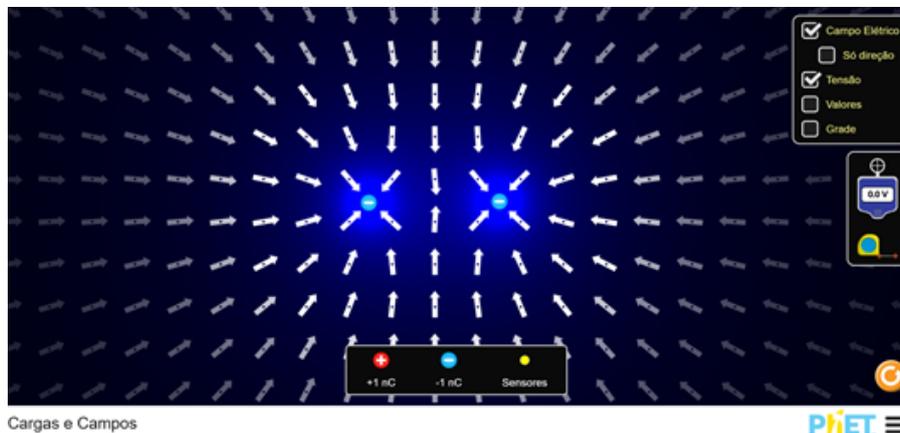
Figura 8: Campo gerado por uma carga fonte negativa e carga de prova positiva experimentando a força exercida pelo campo elétrico.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html

A situação de atração é evidente. E, por fim, colocaremos agora a carga de prova negativa para experimentar o campo elétrico gerado pela mesma carga de prova negativa da representação anterior. Observemos o resultado na Figura 9.

Figura 9: Campo gerado por uma carga fonte negativa e carga de prova negativa experimentando a força exercida pelo campo elétrico.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html

Notemos que ao experimentar o campo elétrico gerado pela carga de prova negativa, a carga teste negativa será repelida.

Segundo (Carron, Piqueira, Guimarães, 2014, p. 89), o conceito de campo foi criado para explicar o fenômeno de ação a distância, e foi proposto pelo físico e químico inglês Michael Faraday (1791-1867).

“CAMPO”

Os significados cotidiano da palavra campo auxiliam a compreensão do seu significado físico. Quando se fala em campo de futebol, por exemplo, fica clara a ideia da região na qual ocorrem determinadas regras em determinado intervalo de tempo.

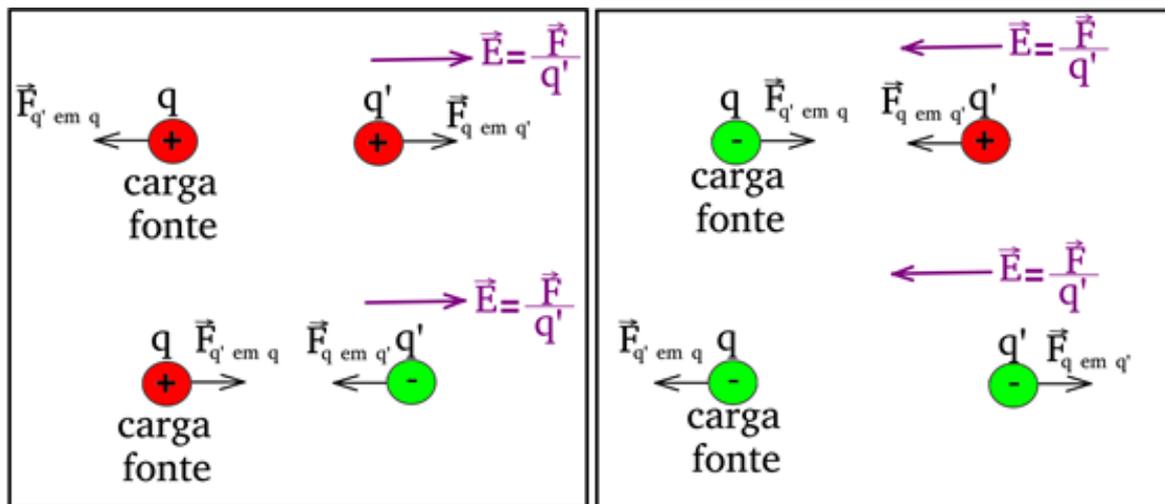
Já em política e em economia internacionais, há regiões geográficas ou campos de influências de nações, ou grupos de nações, bem definidos. Essa influência varia: em algumas regiões é mais intensa; em outras, pode ser muito pequena.

Em Física, essa ideia também é válida. A grande diferença está na possibilidade que a Física tem de medir escalar ou vetorialmente essa influência e, sobretudo, de definir com clareza a fonte ou a origem do campo.

(GASPAR,2014, pág. 32)

Podemos compreender melhor com esta representação que o conceito de campo elétrico está intimamente atrelado às forças elétricas e é uma ferramenta útil para investigar o que acontece ao se movimentar essas cargas em suas regiões de influência.

Como um resumo de todas as discussões, tem-se que:



A carga de prova (denominado por q' na imagem acima) não influencia na conclusão de que cargas fontes positivas geram campos apontado radialmente para fora enquanto cargas negativas geram campos que apontam sempre radialmente para dentro.

Em resumo, pode-se evidenciar que a carga fonte $Q > 0$ gera campo divergente, ou seja, “saindo dela”; a carga fonte $Q < 0$ gera campo convergente, ou seja, entrando nela. Concluímos que a intensidade do campo é maior próximo a carga, à medida que há um distanciamento a intensidade vai diminuindo, logo matematicamente a intensidade do campo é proporcional à distância e a intensidade do campo é diretamente proporcional ao módulo da carga que está gerando esse campo, como mostra a expressão do módulo de campo.

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

Sugestão: Professor sempre apresentar mudando a posição das cargas no espaço para que os alunos possam observar o comportamento do campo elétrico e da força elétrica atuante.

TÓPICO 2- ENERGIA POTENCIAL ELÉTRICA E POTENCIAL ELÉTRICO

Ao iniciar a aula podemos retornar ao uso da raquete de matar insetos, apresentando as pilhas encontradas na parte interna da raquete que formam uma bateria (figura 10)

Sugestão para o professor!

Alguns questionamentos podem ser apontados pelos alunos durante o diálogo em sala de aula.

Porque a raquete funciona sem estar ligada na tomada?

Porque após algumas horas de uso a raquete não electrocuta mais os insetos?

Porque a luz vermelha da raquete não acende mais?

O que significa esse número destacado em sua embalagem: 1,5 V; 2 V, entre outros.

Figura 10: Bateria encontrada na raquete matar mosquito



Fonte: Própria da autora

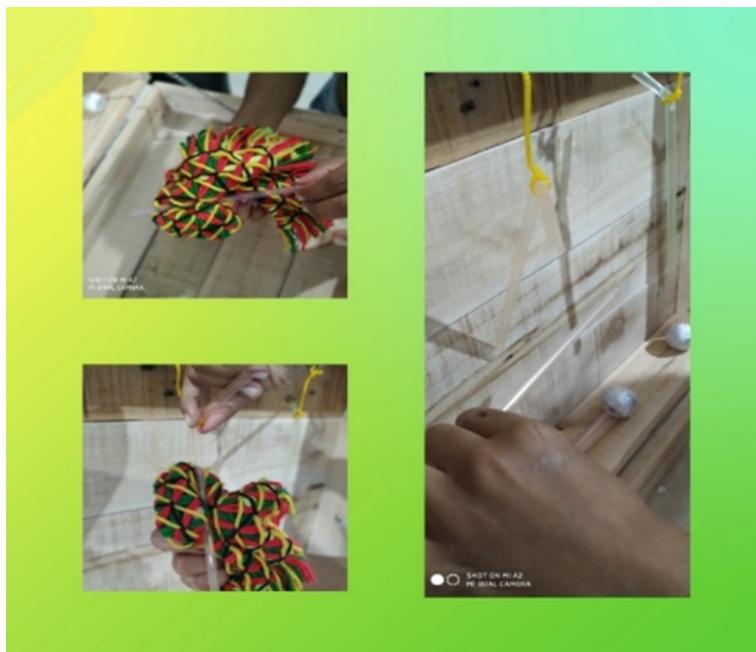
Vamos discutir sobre a importância das pilhas e baterias em nosso cotidiano, sabemos que esses objetos são utilizados em diversos dispositivos, tais como: raquete de matar mosquito, controle remoto, lanternas, relógios de parede, calculadoras, brinquedos, entre outros. Inferimos diante desta utilidade a importância de entender sobre o funcionamento destes equipamentos. Em adição, podemos adquirir conhecimento necessário e que nos permita, por exemplo, comprar aqueles que possuem melhor desempenho para uma dada função e também usá-los de forma adequada.

De acordo com a sequência didática dos conteúdos dispostos na UEPS, entende-se que é possível eletrizar diferentes materiais e que estes têm o poder de exercer força sobre outros.

O conceito de campo elétrico nos mostra que existe uma influência desses materiais carregados no ambiente a sua volta. Resumindo: a presença de um objeto carregado positivamente em algum local do espaço produzirá um campo elétrico.

Observe a situação abaixo (ver Figura 11) que foi desenvolvido na UEPS 1. O experimento foi realizado na maleta de experimentos simples e de baixo custo.

Figura 11: Experimento realizado na UEPS1 (Repulsão entre dois canudos atritados com lã e depois sendo aproximados)



Fonte: Própria da autora

Fixar um canudo de plástico e friccioná-lo separadamente com papel higiênico ou lã. Ao concluir a fricção (atrito forte em uma mesma direção), podemos aproximar outro canudo que foi atritado com lã ou papel higiênico, observar que haverá uma força repulsiva atuando, logo podemos, com um agente externo, por exemplo a mão, tentar aproximar essas cargas por meio da aproximação dos canudos. Fazendo isso concluímos que precisamos realizar trabalho para obter a aproximação.

5- REVISÃO DIALOGADA

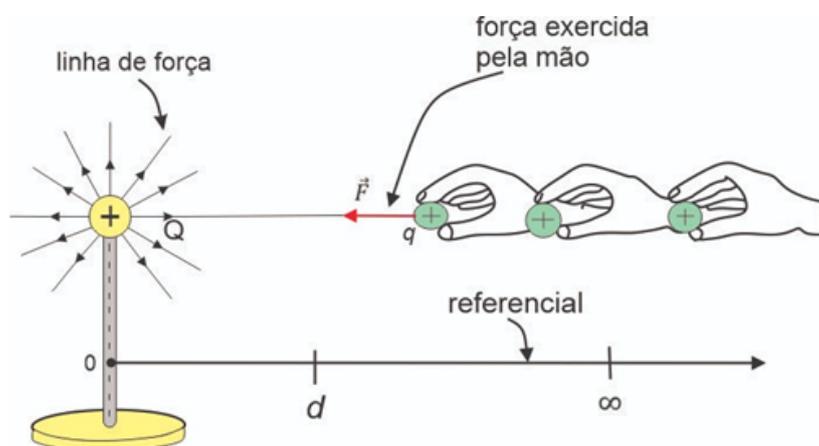
Iniciar a aula organizando a sala em círculo, na qual os alunos possam participar do diálogo. A seguir os alunos podem explicar sobre as observações realizadas durante a apresentação do simulador, o professor nesse momento é o mediador no diálogo abrindo espaço para dúvidas sobre o tema de estudo apresentado até aqui. Após concluir o diálogo, os alunos podem criar pequenos grupos e criar mapa conceitual sobre a interação das cargas no campo visualizadas no simulador phet colorado.

Após desenvolver essa atividade o professor pode apresentar os fenômenos estudados relacionando-os com a força e realização de trabalho, apresentando alguns exemplos do cotidiano, e no decorrer do estudo ampliar os conhecimentos.

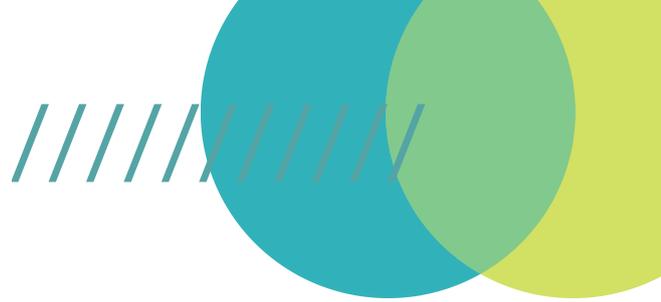
MODELO - I

Para estudarmos o fenômeno que acabamos de descrever, façamos algumas abstrações. Considere agora um sistema composto de duas esferas, a carga fonte positiva “Q” em repouso, apoiada em um suporte isolante e a carga prova “q”, positiva sendo aproximada por uma agente externo (mão) como representada na figura 12.

Figura 12: Esquema de aproximação entre duas esferas carregadas positivamente.



Fonte-Imagem adaptada de (GASPAR, 2013, p.48)



A carga de prova “ q ” assim representada é trazida do infinito até uma distância d , em relação a origem 0 (zero) do eixo, localizada no centro da carga fonte Q positiva.

A força F exercida pela mão (para simbolizar um agente externo), ao trazer a carga de prova do infinito até a posição d , realiza trabalho. Se esse trabalho for mínimo, isto é, se o deslocamento for tal que em nenhum instante a carga de prova é acelerada, então, ao chegar à distância d , essa partícula terá armazenado uma energia potencial elétrica. É evidente que ao soltarmos a carga ela acelerará para longe porque está sujeita a uma força, como foi explicado acima nos experimentos realizados na UEPS 1 com os canudos.

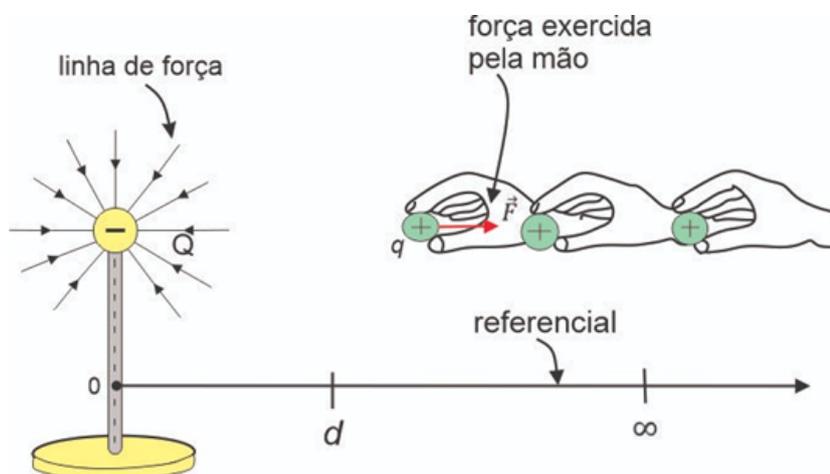
Podemos relacionar também a essa situação: ao levantarmos um livro do chão e tentarmos colocá-lo em uma estante, estamos realizando trabalho contra o campo gravitacional e este adquire energia potencial gravitacional. Se soltarmos o livro, ele acelera para baixo. Deixando evidente que existe apenas atração entre massas (campo gravitacional) e não há repulsão como no caso das cargas, “fonte” e “prova” que estamos investigando.

A energia é potencial porque depende da posição em que a partícula está em relação a determinado referencial e elétrica porque o trabalho foi realizado “contra” o campo elétrico.

MODELO - II

Considere agora observando a representação da Figura 13 um sistema composto de duas esferas, a **carga fonte em repouso** “ Q ” negativa, apoiada em um suporte isolante e a **carga prova** “ q ” positiva sendo trazida por uma agente externo (mão).

Figura 13: Esquema de aproximação entre duas esferas carregadas positivamente e negativamente.

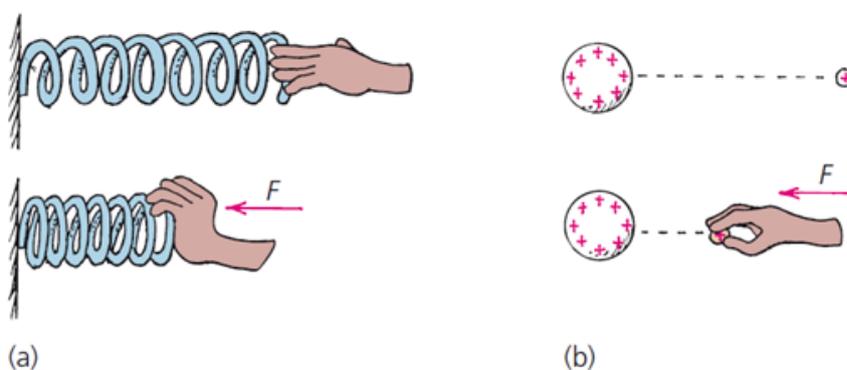


Fonte: Imagem adaptada de (GASPAR, 2013, p. 48)

Considere a carga Q negativa e a carga de prova positiva sendo trazida do infinito até uma distância d , em relação ao eixo de origem O (zero), localizada no centro da carga fonte Q negativa. Observe que, nesse caso, a ação do agente externo (mão) apenas impede que a partícula de carga q acelere para próximo da carga Q .

Novamente, podemos fazer uma análise idêntica ao que foi proposto acima, mas agora com o sistema massa mola de acordo com a representação na Figura 14.

Figura 14: Representação de energia elástica e cinética no sistema massa mola



Fonte: Imagem retirada de (HEWITT, 2015, p. 421)

Na representação quando empurramos a mola para além da posição de equilíbrio e comprimimos a mola, temos energia potencial armazenada na mola. Quando soltamos a mola, esta energia potencial elástica armazenada na mola se converte em cinética. Podemos concluir que em a) uma mola possui mais energia potencial mecânica quando esta se encontra comprimida, analogamente em b) a partícula carregada tem mais energia potencial elétrica quando se encontra próxima de uma esfera carregada, eletrizada, sendo que o resultado em ambas acontece devido ao trabalho realizado.

Concluindo os modelos I e II, podemos fazer uma análise em termos de Energia Potencial Elétrica com as seguintes situações:

- À medida que a carga q se aproxima do objeto carregado “carga Q positiva “, dizemos que a energia potencial elétrica dessa carga varia, e o trabalho realizado produz o aumento dessa energia potencial elétrica, varia em função da posição. Se movermos a carga para as regiões próximas da carga positiva, essa energia aumenta.
- Se soltarmos nossa carga q , ela acelera para longe do objeto carregado, com isso aumenta sua energia cinética e diminui sua energia potencial elétrica.
- Conclui-se, que Energia Potencial Elétrica pertence ao nosso sistema, sistema esse que envolve a carga que estamos movimentando e o objeto positivamente carregado.

Vamos introduzir uma nova grandeza física denominada potencial elétrico e tentaremos relacioná-la com o campo elétrico. Estabelecemos o campo elétrico como uma forma de obtermos a “influência” das cargas fontes no espaço e observar as cargas de provas nas vizinhanças da carga fonte experimentando este campo (como foi apresentado no simulador phet colorado). Podemos aproximar uma carga $+q$ do objeto carregado com carga $+Q$ obtendo a energia potencial elétrica. Se fizermos isso com uma carga $+2q$ chegamos em uma energia potencial elétrica com valor dobrado e assim, sucessivamente.

A teoria Newtoniana aborda estudos sobre os movimentos e evidencia que para um determinado corpo sofrer alteração em seu movimento, necessita que haja uma força atuando sobre ele. Somos acostumados, em nosso cotidiano, a lidar com o que se denomina forças de puxar e empurrar (nomeadas como forças de contato) para fazer um objeto se mover. Porém, a Física preconiza a existência de 4 interações fundamentais: eletromagnética, gravitacional, força forte e força fraca. Na nossa experiência cotidiana, as interações relevantes são as gravitacionais e eletromagnéticas. O que denominamos contato, é, na realidade, manifestação de forças de origem eletromagnética e estamos nos referindo a forças de ação à distância. Para citar alguns exemplos de ação à distância de interação gravitacional, considere um objeto sendo levantado a uma determinada altura e logo em seguida sendo solto em direção à superfície terrestre: sobre ele age a força gravitacional e, às vezes, analisamos este movimento em termos da interação do objeto com o campo gravitacional. Claro, outro exemplo de ação à distância refere-se à força elétrica: temos as cargas eletrizadas sendo aproximadas uma da outra e observamos uma força de atração (cargas de sinais contrários- positiva e negativa) ou força repulsiva (cargas de sinais iguais- positiva ou negativa).

Newton propõe descrever os movimentos dos sistemas dinâmicos tendo por base as três leis fundamentais da dinâmica e conhecida como Leis de Newton. Uma forma alternativa de estudar os movimentos que ocorrem na natureza é utilizando o conceito de energia. A descrição da dinâmica pode, então, ser baseada nas Leis de Newton ou no formalismo de energia. O que ganhamos quando trabalhamos com o formalismo de energia é na simplicidade matemática.

Voltando aos exemplos anteriormente apresentados como o caso do livro sendo solto de uma certa altura h , podemos realizar a descrição do movimento analisando a transformação de uma forma de energia em outra. Especificamente, temos, na ausência de resistência do ar, conversão de energia potencial gravitacional em energia cinética. E no caso do exemplo com o sistema massa mola, a energia potencial elástica sendo transformada em energia cinética. Estes são apenas 2 exemplos simples que poderíamos fazer uma análise do movimento utilizando o conceito de energia e energia mecânica. Estes conceitos certamente já foram discutidos durante o primeiro ano do ensino médio.

Concluimos, com um lembrete sobre um dos princípios fundamentais da Física: a conservação da energia. Segundo Hewilt (2015, p. 117), “a energia não pode ser criada ou destruída; pode apenas ser transformada de uma forma para outra, com sua quantidade total permanecendo constante”.

Podemos deixar um exemplo bem claro para ser apresentado aos alunos, sobre conservação de energia, que de acordo com Hewilt,

[...]parte da energia originada pelo sol serve para evaporar a água nos oceanos, e parte dessa retorna à terra na forma de chuva, que pode ser acumulada numa represa. Em virtude de sua posição elevada, a água por trás da represa tem energia que pode ser usada para alimentar uma usina elétrica logo abaixo, onde é transformada em energia elétrica. A energia viaja pelos cabos elétricos até as casas, onde é utilizada para iluminar, aquecer, cozinhar e fazer funcionar aparelhos elétricos[...] (p.118)

Nos modelos I e II apresentados anteriormente, fizemos a análise do movimento das cargas utilizando o formalismo de energia. Os alunos podem ser encorajados a refazer as discussões, mas empregando os conceitos de força e campo elétrico. Dando sequência ao estudo das interações entre objetos carregados e sabendo que uma forma de energia pode ser transformada em outra, discutamos o processo de interação entre partículas carregadas.

Para determinar o potencial elétrico, estabelecemos o campo elétrico como uma forma de obtermos a “influência” das cargas fontes no espaço para calcular a força experimentada por uma carga de prova nas vizinhanças da carga fonte.

Podemos aproximar uma carga $+q$ do objeto carregado com carga $+Q$ obtendo a U_{ele} (energia potencial elétrica). Se fizermos isso com uma carga $+2q$ chegamos em uma energia potencial elétrica com valor $2U_{ele}$ e assim, sucessivamente. De forma que, podemos obter V_{ele} (potencial elétrico) para a carga Q .

Concluimos então que: U_{ele} (energia potencial elétrica), K é a constante eletrostática, d é a distância, q e Q são as cargas.

$$V_{ele} = \frac{U_{pe}}{q}, \text{ ou seja, } V_{ele} = K \cdot \frac{Q}{d}$$

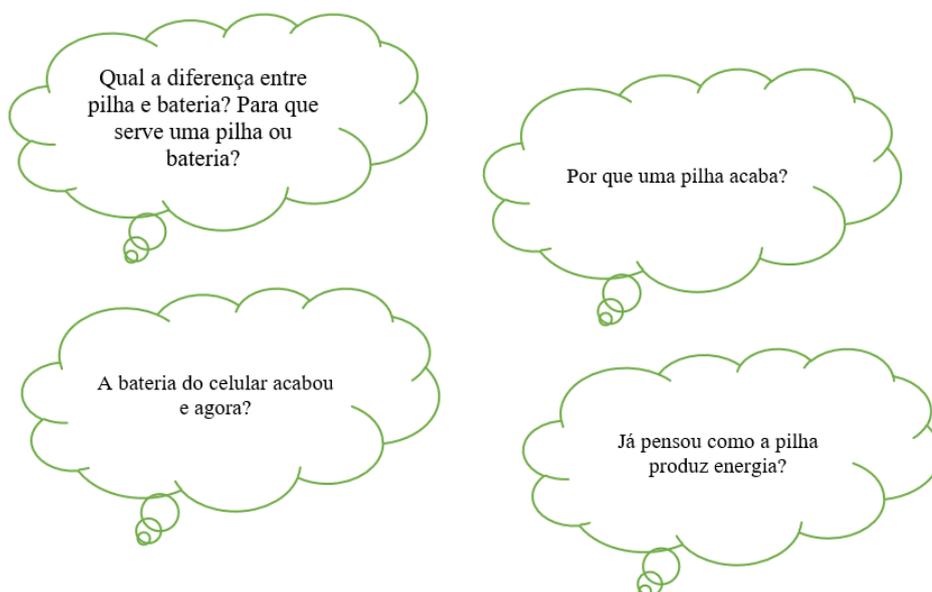
A unidade de potencial elétrico utilizada no (SI) é dado em volt.

De acordo com Knight (2009) a partir da definição de potencial elétrico, podemos obter a energia potencial em cada posição quando fazemos a carga q interagir com $+Q$. Neste sentido, V_{ele} (potencial elétrico) é uma propriedade das cargas $+Q$ e mede “a “capacidade” das cargas fontes em interagir se q aparecer”.

PILHAS E BATERIAS

Na abordagem desse tópico a sugestão é organizar a sala de aula em forma circular de modo que todos possam participar coletivamente da conversa. O momento pode ser promovido com intuito de abrir diálogo para que os alunos possam se expressar sobre o que conhecem sobre pilhas e baterias, nesse momento eles podem expressar de forma espontânea no diálogo ou anotar no papel. A raquete é um equipamento que utiliza energia elétrica para funcionar? Usa pilha? Estes são pontos interessantes a serem abordados na discussão.

O foco do professor deve ser identificar se os mesmos sabem explicar o funcionamento de pilhas e baterias. Para tal, sugerem-se as seguintes perguntas:



Após esses questionamentos, certamente surgirão vários outros...

Voltando à raquete de matar insetos e tendo por foco os seus componentes internos, comente-se que temos a presença de duas pilhas conectadas uma na outra, formando assim uma bateria (ver Figura 10, p.10). Esse objeto, ao ser utilizado por várias horas, descarrega a bateria e, em consequência, cessa-se a eletrocussão dos insetos. Porém a raquete possui um sistema elétrico, ou seja, ao descarregar pode-se refazer esse carregamento através de uma fonte de energia elétrica, qual seja, a tomada elétrica ver figura 15a.

Ao ser recarregada, a raquete está pronta para o uso. A identificação que a mesma está carregada é indicada por uma luz (um equipamento denominado led – sigla para dispositivo emissor de luz) que se acende automaticamente ao apertar o botão ON na figura 15b onde temos especificado o botão ON e OFF, ao apertar como ostra na figura 15c e 15d. A raquete, ao ser utilizada, gera uma alta tensão entre suas telas metálicas o que faz com que o inseto receba uma descarga elétrica que fecha o circuito passando uma corrente elétrica capaz de eletrocutar o inseto.

Figura 15: Carregamento de uma raquete



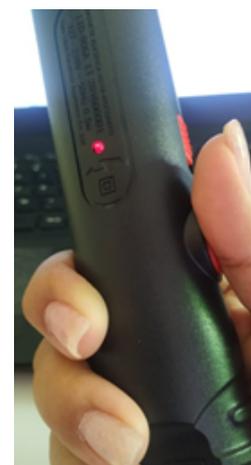
a) Raquete recarregando por meio de uma fonte de energia elétrica (tomada elétrica)



b) Botão de liga e desliga da raquete



c) Botão de acendimento do LED desligado



d) Botão LED ao apertar acende

Fonte: Própria autora

Aprofundaremos os conceitos físicos utilizados acima mais adiante...

Ao examinar uma pilha ou bateria vamos identificar dois terminais indicados como terminal positivo (+) e terminal negativo (-).

No terminal negativo de uma bateria temos o agrupamento de elétrons e esses elétrons fluirão para o terminal positivo. Se temos cargas fontes separadas espacialmente, elas estarão associadas à criação de potenciais elétricos no espaço. Deste modo, teremos estabelecido uma diferença de potencial entre elas.

Esta diferença de potencial é denominada tensão. Uma forma simples de estabelecermos uma diferença de potencial é por meio de uma bateria ou pilhas.

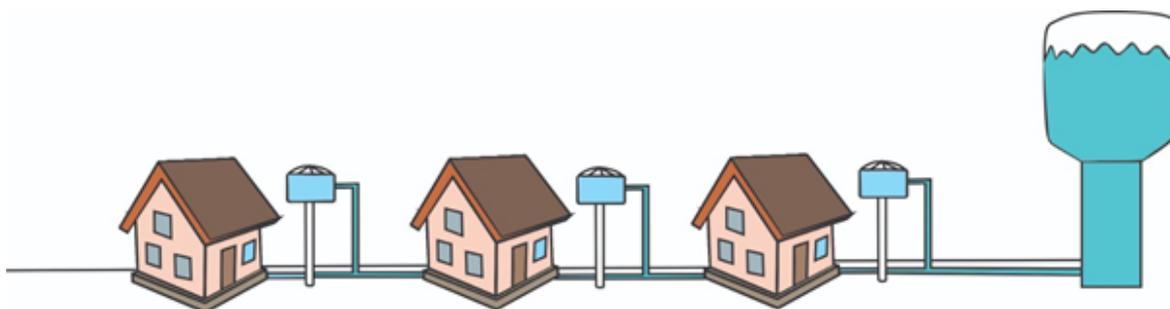
Tomemos, por exemplo, o caso de uma pilha cuja informação do fabricante seja que a voltagem é de 1,5 Volts. Sua função básica é, por meio de reações químicas, separar os íons positivos e negativos. Temos sempre polos que estão positivamente e negativamente carregados. É preciso realizar trabalho, W , a fim de que cargas positivas sejam transportadas ao eletrodo positivo e cargas negativas para o eletrodo negativo. A energia necessária provém das reações químicas. A carga transportada terá energia potencial elétrica.

Assim sendo, haverá uma diferença de potencial entre os polos positivo e negativo e é esta a informação fornecida pelo fabricante como sendo voltagem da pilha. Quando as reações cessam, a pilha não funciona mais. Isto significa que os polos não estão sendo “abastecidos” com as cargas positivas ou negativas. Uma bateria funciona de forma semelhante, a diferença é que as reações de separação de cargas na bateria são reversíveis (podemos carregar a bateria).

CAPACITORES

Vamos abordar um dispositivo muito interessante denominado capacitor e que nos permite armazenar energia elétrica. Façamos uma analogia que nos permita entender o funcionamento dos capacitores, ver figura 16

Figura 16: Abastecimento de água



Fonte: Própria autora

Figura 17 : Abastecimento de água



Fonte: Própria autora

Em nossas residências temos a necessidade de abastecer nossas caixas de água diariamente, pois é uma necessidade do ser humano, e para que isso ocorra recebemos água fornecida pela empresa de saneamento e que adentram nossas residências por meio de canos externos e abastece nosso reservatório, figura 16, não havendo água em nossa caixa externa, não há armazenamento de água em nossa casa, figura 17. Neste caso, temos uma fonte que é a entrada de água externa e também nosso reservatório que é responsável por armazená-la. Há ainda saída de água do reservatório e que podem abastecer torneiras dentro da residência.

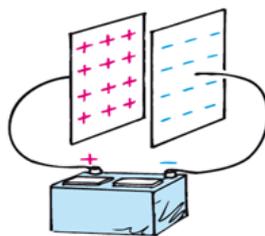
A entrada de água pelos canos é a nossa fonte de cargas elétricas, a caixa de água pode ser comparada a um capacitor: os capacitores armazenam energia e a caixa de água armazena água. As torneiras das residências que são abastecidas pela água armazenada e podem ser associadas a dispositivos eletrônicos tais como lâmpadas que emitem luz de alta intensidade nos flash de máquinas fotográficas. Outra aplicação muito interessante para os capacitores são os equipamentos denominados desfibriladores. São utilizados em caso de parada cardíaca e possibilitam que corrente elétrica passe pelo coração que se deseja restabelecer os batimentos de forma sincronizada. Com esta analogia hidráulica simples resta evidente que o capacitor nada mais é do que um componente que armazena energia por um determinado intervalo de tempo. É preciso esclarecer que ele não gera energia, apenas a armazena.

Um capacitor é um dispositivo no qual tem-se a presença de duas placas condutoras metálicas planas, uma bateria, e um fio de acordo com a Figura 18 abaixo. O fio condutor que aprendemos na UEPS 1 que os condutores tem movimento de cargas, pois são eles que permitem a movimentação dos elétrons, é conectado as duas placas condutoras que são separadas por uma distância (d) e ligados a uma bateria, nesse processo ocorre a transferência de elétrons de uma placa para outra. A bateria fará com os elétrons saiam da placa positiva e sejam transportados para a placa negativa.

As placas condutoras desse capacitor adquirem cargas de mesmo valor, porém com sinais opostos. Esse processo cessa quando a repulsão entre as cargas fica grande e a diferença de potencial entre as placas se iguala à da bateria.

Quanto maior for a voltagem da bateria, e quanto maiores forem e mais próximas estiverem as placas, maior a quantidade de carga que pode ser armazenada.

Figura 18: Capacitor conectado a uma bateria



Fonte: Imagem retirada de (HWEIT, 2015, p.423)

O professor pode utilizar o circuito da raquete para mostrar aos alunos onde está localizado seu capacitor. Podemos encontrar os capacitores em circuitos eletrônicos de nossos próprios materiais elétricos de casa. De acordo com Hewitt (2015, p. 423) “a energia armazenada em um capacitor provém do trabalho requerido para carregá-lo. A descarga de um capacitor carregado pode ser uma experiência literalmente “chocante” se acontecer de você ser o caminho condutor. A transferência de energia que ocorre pode ser fatal quando altas voltagens estão envolvidas, tais como nas fontes de alimentação de uma TV – mesmo após o aparelho ser desligado”.



6 - NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA COM MAIS COMPLEXIDADE

Para abordagem desse conteúdo, podemos organizar a sala de aula com os alunos sentados em forma de meia lua, para uma melhor visualização e conversa entre o grupo.

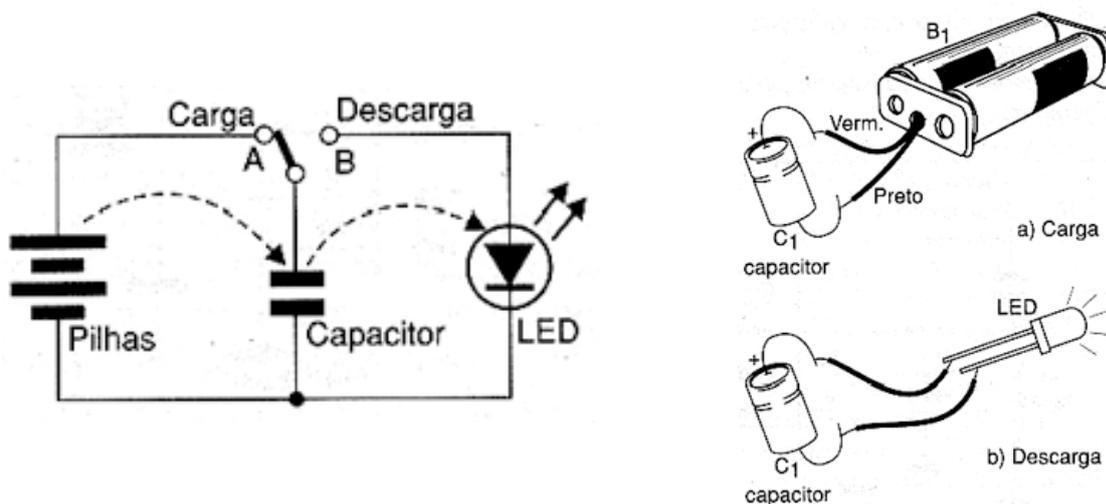
O professor pode entregar uma folha com alguns questionamentos (que está destacado logo abaixo) para identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do assunto abordado mais não ainda explicado, qual seja, corrente elétrica. Após ter acesso ao resultado cognitivo dos discentes, o professor poderá abordar o conteúdo aprofundando os conhecimentos prévios dos discentes, e/ ou desmistificando algo que os mesmos pensam que é correto e não é.

CORRENTE ELÉTRICA

Para abordagem desse conteúdo, podemos organizar a sala de aula com os alunos sentados em forma de meia lua, para uma melhor visualização e conversa entre o grupo.

Iniciaremos a aula com a confecção de um experimento simples e de baixo custo que será realizado pelo professor (ver figura 19 para descrição dos materiais necessários).

Figura 19: Experimento Carga e Descarga de um capacitor



O questionamentos:

- 1 Quais materiais foram utilizados na construção desse experimento?
- 2 Você possui esses materiais em casa, ou já teve contato com algum deles?
- 3 Você consegue fazer uma relação desse experimento com o seu cotidiano, ou seja, onde acontece esse fenômeno físico no cotidiano?
- 4 Você consegue narrar a confecção do experimento com o fenômeno físico representado?

Com esses questionamentos o professor poderá identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do assunto abordado mais não ainda explicado, qual seja, corrente elétrica. Após ter acesso ao resultado cognitivo dos discentes, podemos abordar o conteúdo aprofundando os conhecimentos prévios dos discentes, e/ ou desmistificando algo que os mesmos pensam que é correto e não é.

Você já parou para pensar e observar sobre os postes ou torres que se espalham por toda a cidade e sustentam cabos de aço ou fios elétricos e transmitem energia elétrica das usinas até a sua residência, até o supermercado, que alcança a igreja, entre outros? Por meio desses cabos ou fios que são elevados a uma certa altura, propagam-se correntes elétricas, estas por sua vez originadas por campos elétricos com potenciais elétricos oscilantes que são produzidos nas usinas hidrelétricas.

O experimento será realizado passo a passo sem nenhuma explicação, apenas com a observação dos alunos. Após a conclusão do experimento os alunos serão indagados com os questionamentos e o professor terá como estratégia utilizar um experimento para discutir sobre corrente elétrica.

O capacitor é descarregado quando o conectamos por meio de um fio metálico condutor ao led: o fenômeno observado ocorre devido a passagem de corrente elétrica, ou seja, a carga moveu de uma placa à outra. Assim, definimos a corrente como um movimento ordenado de cargas. Relacionamos essa passagem de corrente ao aquecimento do fio conector, fazendo com que a lâmpada brilhe.

Discutiremos sobre esses fenômenos utilizando a lousa e data show para explicar o conteúdo teórico tendo por base o estudo introdutório na UEPS-1 sobre os materiais condutores que são capazes de permitir a passagem de elétrons e possuem comportamento opostos a dos materiais isolantes, que dificultam essa passagem. Por isso podemos observar que os fios são encapados e a passagem dos elétrons ocorre no metal que está no interior do fio, assim também como as tomadas de nossas residências são de confeccionadas de materiais isolantes para nos mantermos seguros.

Figura 20: Objetos eletrônicos utilizados em residência



Fonte: <https://www.educacao.cc/wp-content/uploads/2011/11/casa-eletronicos-energia-eletrica.jpg>

Cada um dos aparelhos elétricos que existem em nossas residências (ver figura 20) para que funcione necessita de uma fonte de energia. Essa fonte é obtida quando plugamos em uma tomada, ou até mesmo com uso de uma pilha ou bateria, como ocorria no caso da raquete de matar mosquitos. Ao conectar o aparelho na fonte de energia temos a presença de um fenômeno físico ocorrendo que não é perceptível visualmente, porém existem cargas elétricas (elétrons) se movimentando ordenadamente por meio de um condutor, e esse movimento faz com que a energia elétrica seja transportada fazendo seu aparelho funcionar.

Esse processo físico é chamado de “corrente elétrica”, e ainda podemos relacionar com o comportamento da vazão de água saindo por uma tubulação, a quantidade de água que entra é igual à que sai. De forma análoga, a quantidade de elétrons por segundo (igual à corrente) que se movimenta não se altera.

Associamos corrente elétrica à necessidade de existência de um campo elétrico que seria responsável por “empurrar” os elétrons através do fio. Como consequência de nossas teorias baseadas em campo elétrico e potencial elétrico para descrevermos os fenômenos relativos às interações de carga, reconheceremos que há também uma conexão entre corrente elétrica e potencial elétrico. Se temos cargas em quaisquer regiões do espaço, cria-se, então, um campo elétrico. Se outra carga se aproximar desta região, estará sujeita à ação de uma força elétrica. Assim sendo, a presença de um campo elétrico estará associada a uma diferença de potencial elétrico.

E, finalmente, podemos concluir que uma corrente elétrica estar associada a um campo elétrico equivale a reconhecermos que uma corrente elétrica está associada a uma diferença de potencial elétrico.

RESISTÊNCIA ELÉTRICA

No nosso cotidiano utilizamos vários equipamentos elétricos que se tornaram indispensáveis na rotina humana. Porém, esses equipamentos só funcionam na presença de corrente elétrica, que por sua vez depende do valor da resistência elétrica que o condutor oferece ao fluxo de carga.

Semelhante ao fluxo de água em um cano, que depende não apenas da diferença de pressão entre as extremidades do cano, mas também da resistência que o próprio cano oferece.

Um cano oferece menos resistência ao fluxo de água do que um tubo comprido, e quanto mais largo for o cano, menor será sua resistência. Isso funciona da mesma forma com a resistência dos fios pelos quais flui uma corrente. A resistência de um fio depende da sua espessura, do seu comprimento e de sua condutividade específica.

1 Fios grossos tem uma resistência menor do que fios finos.

2 Fios compridos tem resistência maior do que fios curtos

Quando os elétrons se movem no fio (sendo empurrados pelo campo elétrico ou se movimentados devido a uma diferença de potencial), há resistência. A resistência oferecida ao movimento depende do material condutor, e da geometria do sistema. Esta dependência não é difícil de ser compreendida:

a Podemos ter número diferentes de elétrons para serem acelerados e também o tempo médio de aceleração entre as colisões podem ser diferentes. Estas características estão relacionadas ao material em particular

b Também devemos intuitivamente prever que quanto maior o comprimento de um condutor, maior será a resistência oferecida ao movimento. O mesmo raciocínio pode ser aplicado à área: quanto menor a área do condutor, mais resistência os elétrons sofrerão durante o deslocamento.

Desta forma, fios de maior diâmetro terão menos resistência se comparado aqueles com menor diâmetro. Além disso, fios mais longos oferecerão maior resistência se comparados aos mais curtos.

A palavra “resistência” possui um significado comum que é resistir a algo, ou seja, um corpo reage contra ação de outro corpo. É isso que acontece no nosso material condutor, existe um fluxo de carga tentando se movimentar livremente no interior do fio condutor, mas esse fio se opõe a essa movimentação, cria obstáculos tentando impedir essa passagem.

Podemos concluir então, que a resistência elétrica é a oposição a passagem dos elétrons livres presentes no interior do fio condutor, ou do material em estudo.

LEI DE OHM

De acordo com a sequência de estudos sobre os fenômenos físicos, podemos destacar nesse tópico uma curiosidade acerca de conhecer estudiosos que fizeram grandes coisas para a humanidade.

Nesse momento a aula deverá ser desenvolvida espontaneamente em uma roda de conversa e o professor ao extrair os conhecimentos prévios dos alunos sobre a biografia de Ohm poderá lhes contar sua história com o objetivo de despertar nos alunos o desejo de conhecer biografias relevantes.

Figura 21: Simon Ohm



Fonte: <https://www.britannica.com/biography/Georg-Ohm>

A corrente é o fluxo de carga, posta em movimento por uma voltagem e dificultada pela resistência. A relação matemática entre as três grandezas corrente, voltagem e resistência é creditada ao cientista alemão Simon Ohm, nascido em 1789. Seu pai era um serralheiro e sua mãe, a filha de um alfaiate. Nenhum deles tinha educação formal. O pai autodidata de Ohm deu a seu filho uma excelente formação na própria casa com seu irmão Martin vindo a tornar-se um matemático bem conhecido.

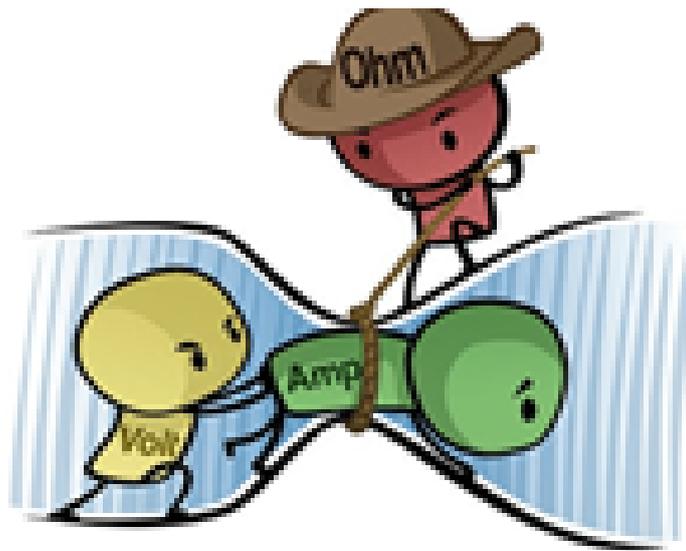
Em 1805, com 15 anos, Ohm entrou na Universidade de Erlangen. Mas em vez de se concentrar nos estudos, ele gastava muito tempo dançando, esquiando no gelo e jogando bilhar. O pai de Ohm, irritado com o fato de Georg estar desperdiçando essa oportunidade de educação, enviou-o para a Suíça, onde em setembro de 1806, meros 16 anos, ele tornou-se professor de matemática. Ele deixou o posto de professor dois anos e meio mais tarde, tornando-se então tutor, e prosseguindo em sua paixão pelo estudo da matemática. Em 1811 tornou-se doutor, juntando-se ao corpo daquela universidade como professor de matemática. Escreveu um livro sobre geometria elementar, o livro impressionou o Rei Wihelm II da Prússia, que ofereceu a Ohm o cargo de professor em Colônia. O laboratório de Física era bem equipado que Ohm devotou-se aos experimentos de física.

Ohm escreveu fartamente, e sua lei de Ohm não foi apreciada inteiramente naquela época. Seu trabalho acabou sendo reconhecido pela Royal Society, em 1841, quando ele recebeu a prestigiosa Copley Medal. Ohm tornou-se então o professor de física experimental da Universidade de Munique, onde se manteve até sua morte, aos 65 anos. A unidade de resistência elétrica do SI. O ohm (símbolo Ω) é uma homenagem a ele. (HEWILT, 2015 p. 431)

Curiosidade
Já ouviu falar em
Ohm?

Ohm realizou um experimento no qual ligou uma fonte de tensão elétrica a um material condutor. Ao fazer essa ligação observou que ali acontecia uma passagem de corrente elétrica pelo circuito, fez esse experimento variando a tensão e identificou que havia uma corrente elétrica diferente percorrendo o circuito. O que se denomina Lei de Ohm pode ser expresso matematicamente como a relação entre potencial, corrente e resistência: $V=IR$ ou ainda $I = V/R$ (RANDALL, 2009, p. 957). Verificamos então que a corrente I é proporcional à tensão V e inversamente proporcional à resistência. A resistência como já foi discutido anteriormente é a dificuldade oferecida à passagem de corrente elétrica e a corrente é o movimento ordenado dos portadores de cargas presentes em um determinado material condutor e sua unidade no SI é Ampere dado o símbolo (A). A tensão é a diferença de potencial que é fornecida ao circuito e sua unidade no SI é denominada volt (V).

Figura 22: Relação entre Tensão(Volt), Corrente (Ampère) e Resistência (Ohm)



Fonte: <https://www.educacao.cc/wp-content/uploads/2011/11/casa-eletronicos-energia-eletrica.jpg>

A figura 22 contém uma ilustração sobre a relação entre as variáveis I , V e R : o símbolo de volt está associado à força que empurra ou puxa os elétrons em uma corrente, o símbolo Amp (de Ampere) é a quantidade de corrente que passa através do circuito e R está representado pelo estreitamento do caminho no condutor e nos faz lembrar que existe uma resistência elétrica onde a corrente passa de forma limitada.



Circuito Elétrico

Até aqui verificamos que a eletricidade move o mundo, a eletricidade abastece nossas casas, promove qualidade de vida, ou seja, nos auxiliam nas tarefas mais diversas. O homem com sua inteligência, em especial os físicos, engenheiros e eletricitas, tornam possível o uso da energia elétrica para as mais diversas finalidades em que a utilizamos no cotidiano. Para que tal uso seja possível, circuitos elétricos sofisticados precisam ser desenvolvidos.

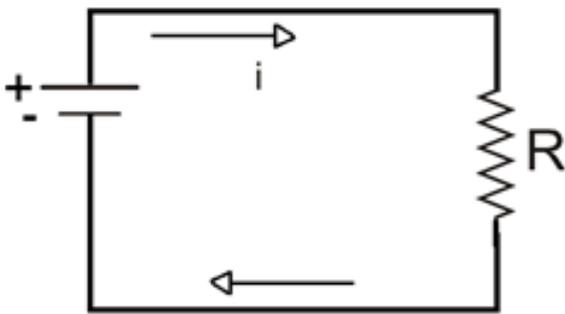
Retornando ao que foi explicado anteriormente sobre o circuito apresentado na, Figura 19. Podemos retirar o capacitor e conectar o LED (Diodo Emissor de Luz – Light Emited Diode) e o resistor. Até o momento, estamos lidando com elétrons se movimentando em uma diferença de potencial. E, em geral, estamos pensando em fios metálicos por onde estes entes possam se mover quando existe uma diferença de potencial. Além disso, de acordo com Randall (2009) estes portadores de carga em movimento também podem, ao se movimentar, passar por uma lâmpada ou led e esses dispositivos podem ser tratados como resistores, pois uma vez que dificultam a passagem de corrente e emitem luz quando os elétrons fluem por eles. Podemos ainda nos lembrar dos capacitores, os quais já mencionamos anteriormente. Todos estes elementos podem compor o que denominamos circuito elétrico, um caminho fechado pelo qual os elétrons fluem. Nestes circuitos, também podemos incluir interruptores, ou seja, chaves que permitem interromper o fluxo de elétrons no nosso sistema.

No circuito elétrico existem a corrente e a diferença de potencial em cada componente do circuito em geral, o cuidado é com a manipulação em um determinado circuito, pois existem perigos a saúde. Por isso os profissionais que trabalham com estes materiais, precisam conhecer em detalhes qual a corrente que flui pelos circuitos. Para tal, é necessário se lembrar que:

- a) a carga se conserva: a soma da corrente que entra deve se igualar à soma da corrente que sai de um circuito. Lembremos do exemplos citado anteriormente a analogia com a vazão em um cano de água.
- b) a energia se conserva: a soma das diferenças de potencial no circuito (caminho) fechado é nula. A carga sai de um dos pontos do circuito, se movimenta por ele e retorna ao mesmo ponto, então se ele volta vamos ter uma variação nula de energia Lembre-se que associamos diferença de potencial elétrico à variação de energia potencial elétrica ($V_{ele} = Uq + fontes/q$).

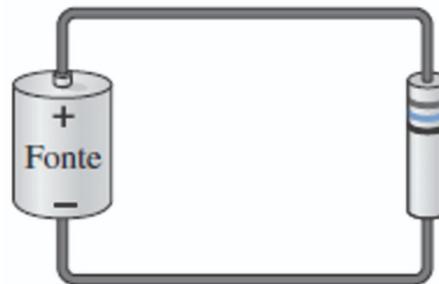
Suponha que dispomos de uma pilha de 1,5 Volts, 2 fios metálicos e uma lâmpada de lanterna cuja resistência seja de 15 Ohms. Iniciemos a análise do circuito pela pilha (ver figura 23 e 24):

Figura 23: Diagrama de circuito



Fonte: Própria autora

Figura 24: Circuito real



Fonte: Própria autora

$$\Delta V_{bateria} = 1,5V$$

ao passarmos do polo negativo para o positivo, teremos

Na lâmpada, teremos $\Delta V_{resistor} = -RI$

Assim, $\Delta V_{bateria} + \Delta V_{resistor} = 0$

$$\Delta V_{bateria} - RI = 0$$

$$I = \frac{\Delta V_{bateria}}{R}$$

Logo, a corrente no circuito pode ser obtida substituindo nossos valores:

$$I = \frac{1,5Volts}{15 Ohms}$$

Também podemos calcular a diferença de potencial porque sabemos

$$\Delta V_{resistor} = -RI = -R \left(\frac{\Delta V_{bateria}}{R} \right) = -\Delta V_{bateria}$$

Pois, a bateria realiza trabalho sobre as cargas e estas ganham energia potencial

Potência Elétrica

Continuando com nosso estudo de circuito, devemos nos lembrar que na presença de corrente elétrica em um fio, notamos que o fio fica mais quente. Além disso, quando utilizamos o circuito anterior, percebemos que houve o brilho da lâmpada. Os elétrons que estão saindo da bateria têm um ganho de energia potencial ΔU que foi obtida por meio da conversão da energia química (provenientes das reações químicas). Os elétrons estão em movimento e estão sendo acelerados pela diferença de potencial e a energia potencial se converte em energia cinética. Entretanto, os elétrons estão se movendo em um meio material e ao chegarem na lâmpada (nosso resistor) é inevitável que se choquem com os íons que lá estão. De acordo com Randall (2009) assim sendo, a energia cinética é convertida em energia térmica. Este processo fica evidente porque a lâmpada se aquece e seu filamento brilha. De forma resumida, podemos dizer que transformamos energia elétrica em energia térmica.

À energia transferida por unidade de tempo denominamos por potência elétrica. A unidade que usamos para expressá-la é Joules/segundo ou Watts. Você pode observar em algum equipamento elétrico de sua residência, tais como secador de cabelo como mostra na figura 19, liquidificador ou algum outro equipamento, que há uma informação sobre potência nominal neles.

Figura 25: Secador de cabelo especificada sua potência



Fonte: [https://www.bing.com/images/search?](https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=z%2bhdNo4t&id=08AB0D23EA6AE6E08C3346AFA5CF5B103FC30921&thid=OIP.z-hdNo4t04g16u1OHvvdWgHaHa&mediurl=https%3a%2f%2fwww.emporiopresente.com.br%2fimg%2fproducts%2fno-secador-de-cabelos-essentials-powe)

[view=detailV2&ccid=z%2bhdNo4t&id=08AB0D23EA6AE6E08C3346AFA5CF5B103FC30921&thid=OIP.z-hdNo4t04g16u1OHvvdWgHaHa&mediurl=https%3a%2f%2fwww.emporiopresente.com.br%2fimg%2fproducts%2fno-secador-de-cabelos-essentials-powe](https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=z%2bhdNo4t&id=08AB0D23EA6AE6E08C3346AFA5CF5B103FC30921&thid=OIP.z-hdNo4t04g16u1OHvvdWgHaHa&mediurl=https%3a%2f%2fwww.emporiopresente.com.br%2fimg%2fproducts%2fno-secador-de-cabelos-essentials-powe)

Para calcular a potência, temos que $P = \text{energia}/\text{tempo} = I \Delta V = I(RI) = IR^2$. Assim, quando fores adquirir uma lâmpada de 60 W, você pode obter a corrente requerida (utilizada do circuito residencial) para utilizá-la em Araguaína, onde a operamos em (tensão) $\Delta V = 220$ Volts. $I = 60 \text{ W} / 220 \text{ V}$.

Falemos sobre nossa conta de energia elétrica. A Celtins fez a instalação do equipamento de medida do seu consumo de energia (denominamos comumente de relógio elétrico, ver Figura 20, o que seria o medidor elétrico de consumo.

Figura 26: Medidor elétrico de consumo



Fonte: [https://www.bing.com/images/search?](https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=Q%2bJlb2Rd&id=17081102B8427B5933E935E3BFFDB028AA39268A&thid=OIP.Q-Jlb2RdOgo6vMsdkvGBtwAAAA&mediurl=https%3a%2f%2fhttp2.mlstatic.com%2fenergia-eletrica-medidor-consumo-D_NQ_NP_558701-MLB20400904962_)

[view=detailV2&ccid=Q%2bJlb2Rd&id=17081102B8427B5933E935E3BFFDB028AA39268A&thid=OIP.Q-Jlb2RdOgo6vMsdkvGBtwAAAA&mediurl=https%3a%2f%2fhttp2.mlstatic.com%2fenergia-eletrica-medidor-consumo-D_NQ_NP_558701-MLB20400904962_](https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=Q%2bJlb2Rd&id=17081102B8427B5933E935E3BFFDB028AA39268A&thid=OIP.Q-Jlb2RdOgo6vMsdkvGBtwAAAA&mediurl=https%3a%2f%2fhttp2.mlstatic.com%2fenergia-eletrica-medidor-consumo-D_NQ_NP_558701-MLB20400904962_)

Veja que a unidade de medida que consta do equipamento e também de sua conta de energia é Quilowatt-hora (kWh). Perceba que de acordo com Gref (1993) e Randall (2009)

$$P = \text{energia/tempo} \quad \square \quad \text{energia consumida} = P \cdot \text{tempo}$$

O que a Celtins mede pode ser entendido facilmente: se seu chuveiro elétrico tem

$$P = 2800 \text{ W}$$

se você o deixar ligado por 10 horas irá gastar Energia = (2800 W) x (10 horas) = 28000 kWh. Para saber calcular de quanto será seu consumo mensal de energia, você pode fazer cálculos semelhantes e somar os resultados. E, inclusive, conferir se a leitura do consumo elétrico é razoável, se há algum problema no circuito de sua casa, quais equipamentos produzem os maiores gastos, entre muitas outras coisas.

7 - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA INDIVIDUAL

O professor pode planejar uma atividade diagnóstica individual no início da sequência da UEPS em que os alunos estejam cientes que vai ocorrer, mas não abordar como se fosse prova aprovativa ou reprovativa, e sim uma atividade para identificar se houve aprendizado dos temas de estudo propostos e discutidos em sala de aula.

Propor um modelo de questionário aberto, no qual os alunos poderão se expressar livremente, ou até retomar a criação de um mapa mental ou conceitual dos conhecimentos adquiridos até aqui.

8 - AVALIAÇÃO FINAL

Nessa etapa final da sequência da UEPS o professor pode planejar uma atividade em sala de aula, na qual possa identificar se houve aprendizagem significativa, exemplos:

- Construção de um mapa mental ou conceitual abordando os temas discutidos durante as aulas.
- Resolução de atividades com questionamentos estudados durante as aulas teóricas e práticas.
- Debate em forma de diálogo para que os alunos possam relatar sobre os aprendizados, as dúvidas, dificuldades, entre outros.

CONCLUSÃO

De acordo com a sequência didática adotada nesse produto educacional, destacamos que os alunos da E.J.A. necessitam receber um ensino voltado para modelos pedagógicos que criem situações de acordo com o perfil dos alunos, buscando equalizar as oportunidades de diálogo, participação, busca e concretização de conhecimentos individual e coletiva dentro e fora da escola.

Ressaltamos ainda a importância de identificar os conhecimentos prévios dos alunos e possibilitar os mesmos a participarem ativamente para a construção do seu próprio conhecimento.

Sugerimos a você professor dar sequência aos objetos de conhecimentos que não foram exploradas aqui nessa UEPS de acordo com o referencial curricular da sua unidade escolar. Basta criar uma sequência didática de acordo com a desenvoltura e carga horária de sua turma.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Proposta Curricular- Educação de Jovens e Adultos- versão preliminar. Governo Estado do Tocantins (Secretaria de educação e Cultura). Disponível em: http://www.drearaguaina.com.br/docs/proposta_curricular_eja-versao_preliminar.pdf. Acesso em: 03/10/2018.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. 2. ed. São Paulo, 2013.

Gerência de Educação de Jovens e Adultos: Proposta de conteúdos 2018- versão final. Palmas/TO, 2018. (Dre-Araguaína. Comunicação interna).

GRAF- Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física 3: Eletromagnetismo. 5. ed. 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José R.; CARRON, Wilson. Física Ensino Médio. 1. ed. São Paulo: Ática, 2013.

HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 12. ed. Porto Alegre, 2015.

KNIGHT, Randall D. Física: Uma abordagem estratégica. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

MOREIRA, M.A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. Aprendizagem Significativa em Revista, v.1 (n.2). 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira_v23_n2.pdf. Acesso em: 15/03/2019

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? Qurriculum, La Laguna, Espanha. No. 25 (marzo 2012), p. 29-56. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf> . Acesso em: 15/03/2019

MOREIRA, M.A.; MASINI, Elcie F. S. Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982. Acesso em: 15/03/2019

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola P. de. et al. Física em contextos: pessoal, social e histórico: eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria. 1. ed. São Paulo: FTD, vol.3,2010.

Simulador PHET COLORADO: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields. Acesso em: 16/06/2019.

Simulador PHET COLORADO: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html. Acesso em: 16/06/2019.

Simulador PHET COLORADO: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html: Acesso em: Acesso em: 16/06/2019.

Simulador PHET COLORADO: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html: Acesso em: 16/06/2019.

Simulador PHET COLORADO: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html: Acesso em: 16/06/2019.

Simulador PHET COLORADO: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html: Acesso em: 16/06/2019

Experimento: carga e descarga de um capacitor: <https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/projetos-educacionais/3610-art492>: Acesso em 25/06/2019.