

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

ANTONIO RICARDO QUEIROZ DOS SANTOS

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO USANDO
APLICATIVO PARA SMARTPHONE**

FORTALEZA – CEARÁ

2018

ANTONIO RICARDO QUEIROZ DOS SANTOS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO USANDO
APLICATIVO PARA SMARTPHONE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Humberto de Andrade Carmona

FORTALEZA – CEARÁ

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S233s Santos, Antonio Ricardo Queiroz dos.

Sequência didática para o ensino de eletromagnetismo usando aplicativo para smartphone / Antonio Ricardo Queiroz dos Santos. – 2018.

117 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Humberto de Andrade Carmona.

1. Ensino de Física. 2. Smartphones aplicados à educação. 3. Eletromagnetismo. I. Título.

CDD 530.07

ANTONIO RICARDO QUEIROZ DOS SANTOS

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO USANDO
APLICATIVO PARA SMARTPHONE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Humberto de Andrade Carmona

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Humberto, de Andrade Carmona (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Andrey Chaves
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Giovanni Cordeiro Barroso
Universidade Federal do Ceará – UFC

À minha esposa Neiliane e minha filha
Laura, pela paciência, compreensão e
incentivo.

Aos meus pais, Erlino e Vilanice, pelo
apoio constante em cada momento da
minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a todos os meus colegas da turma 2016, do polo 43 do Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará. Pelo companheirismo, pelo incentivo e disponibilidade.

A minha Esposa Neiliane pelo apoio incondicional durante todas as etapas difíceis e desgastantes que superamos e iremos superar juntos.

A minha filha Laura, cuja simples existência me proporciona resiliência para transpor todos os obstáculos da vida.

Aos meus pais, por sempre terem me incentivado na busca por conhecimento e engrandecimento pessoal. E por serem sempre um porto seguro e acolhedor em todos os momentos.

Aos professores que compõem o quadro docente MNPEF do polo 43, pela paciência e dedicação para com a nossa turma. Em especial ao professor Carmona, pela ajuda e orientações.

Aos meus irmãos, com os quais sempre poderei contar em qualquer fase da vida.

A minha prima Diana, pelo apoio técnico a esse trabalho.

Aos meus alunos que se disponibilizaram a me ajudar na aplicação do produto educacional, contribuindo com melhorias para o mesmo.

Aos colegas de trabalho pelas constantes palavras de apoio. Em especial a professora Gabrielle Mesquita, pela ajuda com o inglês.

RESUMO

Ao longo do Ensino Médio é apresentado ao aluno todos os ramos da Física Clássica. Sendo esse processo cheio de percalços, frustrações e rejeição. Daí, na tentativa de minimizar a rejeição para com a Física, desenvolvemos uma sequência didática e, pesquisamos a sua eficiência no ensino do eletromagnetismo com o auxílio de um ambiente virtual, mediado pelo professor. Para isso foi escolhido um aplicativo de celular, mais precisamente o Física na Escola, por se tratar de um recurso de fácil acesso, que não necessita de um ambiente de laboratório. Sendo sua aplicação possível em qualquer ambiente, visto que quase a totalidade dos alunos atuais dispõem de smartphones compatíveis com o aplicativo. A pesquisa baseou-se no trabalho de autores como VYGOTSKY, VERGNAUD e AUSUBEL, e mostrou resultados bastante satisfatórios quanto a aprendizagem do conteúdo citado. Visto que obtivemos, dentre outros fatores positivos, um maior interesse dos alunos em participar do processo de ensino e aprendizagem. Com isso, percebemos não só que a aprendizagem foi mais significativa, como também pudemos detectar as principais deficiências para a aquisição de um conhecimento concreto e duradouro, e corrigi-las.

Palavras-chave: Ensino de Física; Smartphones aplicados à educação; Eletromagnetismo.

ABSTRACT

Throughout the High School is presented to the student all branches of Classical Physics. This process is full of mishaps, frustrations and rejection. From there, in an attempt to minimize rejection to physics, we develop an educational sequence and, investigate his efficiency in the teaching of the electromagnetism with the help of a virtual environment, mediated by the teacher. For that a cellphone applications program was chosen, more precisely Physics in the School, because of being treated as a resource easy to get to, which does not need a laboratory environment. Being his possible application in any environment, since almost the totality of the current pupils have of smartphones compatible with the applications program. The research was based on the authors' work like VYGOTSKY, VERGNAUD and AUSUBEL, and showed quite satisfactory results regarding the learning of the cited content. Since we have obtained, among other positive factors, a greater interest of the students to participate in the process of teaching and learning. There with, we realized not only that learning was more significant, but also, we can detect the main deficiencies to acquire a concrete and lasting knowledge and correct them.

Keywords: Physics Teaching; Smartphones applied to education; Electromagnetism.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Representação de um íman	66
FIGURA 2 - Tela da iniciação da simulação: Íman.....	67
FIGURA 3 - Tela antes da imantação	68
FIGURA 4 - Tela após a imantação.	68
FIGURA 5 - Tela inicial da simulação: A regra da mão direita	78
FIGURA 6 - Tela da simulação após o procedimento 5	79
FIGURA 7 - Campo magnético em uma espira circular	81
FIGURA 8 - Campo magnético em uma bobina chata	82
FIGURA 9 - Campo magnético em um solenóide.	82
FIGURA 10 - Tela inicial da simulação: A regra de Fleming.	88
FIGURA 11 - Tela inicial da simulação: Bobina de Helmholtz.....	89
FIGURA 12 - Representação do fluxo magnético	96
FIGURA 13 - Tela de inicial da simulação: Indução eletromagnética.....	97
FIGURA 14 - Tela inicial 1 da simulação: Lei de Lenz.	98
FIGURA 15 - Tela inicial 2 da simulação: Lei de Lenz.	99
FIGURA 16 - Corrente alternada.....	108
FIGURA 17 - Corrente contínua pulsante.	109
FIGURA 18 – Transformador.	109
FIGURA 19 - Tela inicial da simulação: Alternador e dínamo.	110
FIGURA 20 - Tela inicial da simulação: Transformador.	111

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tensões de entrada e saída	112
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
NDP	Nível de Desenvolvimento Proximal
NDR	Nível de Desenvolvimento Real
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacional
P.O.E.	Predizer, Observar e Explicar
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SPAECE	Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará
TCC	Teoria dos Campos Conceituais
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1.	DESMOTIVAÇÃO DO ALUNO PARA COM A EDUCAÇÃO	16
2.2.	INFORMÁTICA EDUCATIVA	20
2.3.	SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	22
2.4.	SMARTPHONES APLICADOS A EDUCAÇÃO.....	25
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	29
3.1.	SÓCIO INTERACIONISMO: VYGOSTSKY.....	29
3.2.	MAPAS CONCEITUAIS: VERGNAUD	31
3.3.	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: AUSUBEL	35
4.	METODOLOGIAS	38
4.1.	LABORATÓRIO VIRTUAL.....	38
4.2.	ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.....	40
4.3.	PREDIZER, OBSERVAR E EXPLICAR	41
5.	PESQUISA.....	44
5.1.	CARACTERÍSTICAS GERAIS	44
5.2.	O APLICATIVO FISICA NA ESCOLA.....	45
5.3.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	45
5.3.1	Aulas 01 e 02: introdução ao eletromagnetismo	46
5.3.2	Aulas 03 e 04: campo magnético gerado por corrente.....	47
5.3.3	Aulas 05 e 06: força magnética	48
5.3.4	Pesquisa após a aplicação.....	48
6.	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS.....	52
	ANEXO A: PRODUTO EDUCACIONAL.....	56
	ANEXO B: QUESTIONÁRIO DA PESQUISA POSTERIOR A APLICAÇÃO. 116	

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas para o professor de Física do Ensino Médio, é superar a convicção construída pela maioria dos estudantes nos anos finais do Ensino Fundamental, de que a Física é uma disciplina de difícil compreensão, de difícil aprovação e, portanto, será um dos seus maiores desafios nos três anos dessa etapa de sua educação básica.

Essas impressões que os alunos trazem precisam ser desconstruídas o quanto antes. Caso contrário poderão realmente atrapalhar o desenvolvimento da construção de um conhecimento físico significativo, que lhes permitam compreender o correto funcionamento do mundo. Desde os simples fenômenos e tecnologias do seu cotidiano, até os fenômenos e tecnologias que regem o nosso planeta como um todo.

Uma reportagem de Wagner Apinhanesi (2014) para o site www.portalquiaescolas.com.br, relata que a pesquisadora Nádia Bossa em uma pesquisa para a sua tese de doutorado intitulada *Fracasso escolar: Um sintoma da Contemporaneidade Revelando a Singularidade*, constatou que:

Após a aplicação de vários instrumentos que avaliavam as condições de leitura, escrita, interpretação de texto e operações matemáticas básicas, constatou-se que mais de 70% dos alunos concluem o Ensino Fundamental sem ter adquirido as competências mínimas desejadas para essa etapa da educação básica.

Outra fonte preciosa de dados que apontam o problema citado na reportagem, são os resultados divulgados pelo próprio governo federal e por governos estaduais de suas avaliações institucionais, também chamadas de avaliações externas, que sempre apontam uma grande deficiência de aprendizagem de alunos em relação à série a qual estão cursando. Principalmente em relação ao aprendizado do português e da matemática, que são disciplinas fundamentais para o ensino da Física ocorra de maneira eficiente e satisfatória.

Essa deficiência se torna ainda mais evidente, quando os mesmos alunos iniciam o estudo de cinemática, onde se faz muito necessário a interpretação de

gráficos de função do 1º e do 2º grau. Pois estes fornecem todas as características de um movimento, seja ele, uniforme ou uniformemente variado.

Outro importante obstáculo enfrentado pelos professores de Física, principalmente da Rede Pública de ensino, é a grande quantidade de conteúdos que compõe a grade curricular, e que precisam ser trabalhados em um número muito pequeno de horas-aula semanais e, conseqüentemente uma baixa carga horária anual. Assim, os conteúdos que tradicionalmente ocupam os últimos capítulos dos livros didáticos, tendem a ser trabalhados superficialmente, ou simplesmente deixados de lado.

Sanar essas dificuldades certamente contribuiria para um aprendizado mais abrangente, em que o aluno poderia adquirir conhecimentos, nem que sejam básicos, sobre todas as áreas da Física. O que criaria uma base sobre a qual pode-se construir um conhecimento mais sólido, a medida em que o aluno for avançando na vida escolar e/ou no ensino superior, quando necessário.

Na busca de uma solução que possa vir a contribuir para que o eletromagnetismo não deixe de ser trabalhado no 3º ano do ensino médio, obviamente após trabalhar-se a eletrostática e a eletrodinâmica, lançamos mão da simulação e modelagem computacional, usando o aplicativo Física na Escola, disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=air.cz.moravia.vascak.physicsatschool_plus&hl=pt¹ e, desenvolvemos uma sequência didática para um curso de eletromagnetismo para alunos do 3º ano do Ensino Médio, com foco nos alunos da rede pública de ensino, que tradicionalmente não estudam esse conteúdo por falta de tempo no calendário escolar, uma vez que esse assunto tradicionalmente se encontra ao final dos livros didáticos. Espera-se que essa sequência possa incentivar os professores(as) a trabalharem esse conteúdo tão importante para a compreensão do cotidiano dos alunos. E que, sempre que trabalhado, desperta mais curiosidade e conseqüentemente interesse, do que vários outros campos da Física, tradicionalmente priorizados.

Com o intuito de estimular um maior número de professores a utilizarem métodos e metodologias diferentes, que atraiam e motivem os alunos, e que os auxiliem a otimizar o tempo nos seus planejamentos, nossa sequência didática é

¹ Mais detalhamento sobre o aplicativo e seu autor, na secção 5.2, p. 45.

composta de 5 encontros com 100 minutos de duração cada (10 horas-aula), e utiliza três propostas pedagógicas diferentes: Laboratório virtual; Predizer, Observar e Explicar, e ensino por investigação.

Para Melo (2010, p. 3),

Estudos recentes mostram que a utilização de novas tecnologias no ensino em geral, e em específico no ensino da Física, tem contribuído de forma significativa, para a compreensão por parte dos alunos dos conteúdos físicos.

As simulações computacionais são o recurso mais recorrente no Ensino de Física, conforme atesta Coelho (2002, p. 39).

“... os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos mais utilizados no Ensino de Física, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro-e-giz) e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um grande número de variáveis envolvidas”.

Assim, o objetivo geral desse trabalho, é criar um material compacto e completo para trabalhar o assunto do eletromagnetismo.

Outros objetivos deverão ser atingidos e/ou respondidos durante a aplicação da sequência didática. São eles:

- A melhoria no processo de ensino e aprendizagem esperada, se dá por eficácia da própria sequência didática empregada? Ou porque esta desperta um maior interesse, uma maior motivação por parte do aluno para com a aula?
- Qual o melhor momento para inserir a simulação computacional no processo de ensino e aprendizagem?
- E por fim, que propostas pedagógicas melhor se adaptam ao uso de smartphones como ferramenta de instrução em sala de aula?

2. REVISÃO DA LITERATURA.

2.1. DESMOTIVAÇÃO DO ALUNO PARA COM A EDUCAÇÃO.

Em qualquer círculo de conversas atuais, envolvendo educadores, nos mais diversos ambientes, da sala dos professores em escolas, passando por reuniões pedagógicas e até mesmos em ambientes de lazer, se tem professores da educação básica, um dos assuntos mais recorrentes é o de que hoje vendemos um produto para um “cliente” que não o quer, que remamos contra a maré, ou sendo mais explícito, tentamos ensinar para alunos que não querem aprender.

Ernest (1991, apud D’Ambrosio 1993, pag. 35), “propõe que, na sua gênese, o conhecimento matemático evolui da resolução de problemas provenientes da realidade ou da própria construção matemática”.

Certamente podemos ligar a citação acima ao ensino de Física, pois a nível de ensino médio as duas disciplinas apresentam resultados de desempenho semelhantes e, enfrentam rejeição similar.

Porém, sem desmerecer a Matemática, nota-se que o ensino de Física enfrenta de início, um problema que a Matemática talvez só o enfrente mais tardiamente, que é a enorme dificuldade demonstrada pelos alunos em interpretar os enunciados dos exercícios e problemas propostos. Chega ao ponto de muitas vezes o aluno identificar que equação pode levá-lo à solução desejada, mas não sabe como aplicá-la, pois não relaciona as grandezas físicas às suas respectivas simbologias.

Também não podemos deixar de destacar, o imediatismo manifestado pela atual geração de alunos. Caso os mesmos não percebam de imediato uma relação entre o conteúdo que está sendo trabalhado e alguma situação cotidiana que lhe agrade, estes imediatamente começam a manifestar-se em reprovação ao conteúdo, alegando que o mesmo é difícil, que não conseguem compreendê-lo de jeito nenhum ou até mesmo desdenham do conteúdo alegando que a Física não faz parte do seu projeto para um ensino superior. Qual professor de ensino médio nunca ouviu a frase, “onde eu vou usar isso na minha vida?”.

Os motivos apontados para esse desinteresse são muitos, dentre os quais destacaremos três: primeiro a não aplicabilidade prática de muitos conteúdos ministrados durante a educação básica. Segundo, estamos trabalhando com uma

geração que praticamente nasceu conectada à rede mundial de computadores. Uma geração apressada, que espera um conhecimento pronto, e que possa ser absorvido instantaneamente, pois está habituada a saciar qualquer curiosidade com uma busca rápida em sítios de busca. E por fim a terceira e talvez mais grave, a má formação dos professores. Visto que muitos cursos de licenciatura ainda possuem uma metodologia tradicional, a qual não prepara o novo professor para conquistar esse novo aluno, arrastando o problema por anos, ou por gerações quando se trata da Física.

De acordo com Souza *et al.*, 1995, p. 42,

[...] as disciplinas de conteúdo específico são as mesmas para o Bacharelado e para a Licenciatura. Somente após haver em relativo domínio das questões dos conteúdos específicos e pedagógicos são introduzidas as disciplinas integradoras.

Como possíveis soluções para o primeiro problema apontado acima, destacamos Carminati (2008, p. 3),

Diante dessa realidade, a intervenção ocorrida, inicia-se no ensino fundamental, onde começa o problema, pois, a expectativa é muito grande por parte do aluno que, na maioria das vezes, é frustrada, teve o como objetivo produzir um aumento de interesse, através de uma aproximação da realidade, nos alunos.

Percebemos que há um consenso quanto ao distanciamento entre a forma de como o conteúdo é trabalhado e a realidade do aluno, de que devemos atacar esse problema ainda no ensino fundamental. Evitando assim, quem sabe, que ocorra o distanciamento entre o aluno e a Física. Pois, caso o aluno adquira uma repulsa pela disciplina, esta dificilmente será superada no ensino médio. Uma vez que a prática comum utilizada hoje pelos materiais didáticos de física, é transmitir o conteúdo de maneira bem tradicional no ensino fundamental, tentando formar uma base sólida, o que não é de todo ruim, e depois aprofundá-lo e contextualizá-lo no ensino médio, muito em função da “obrigatoriedade” imposta pelo ENEM.

Para citarmos uma possível solução para o segundo problema listado acima, recorreremos mais uma vez a Carminati (2008, p. 4). “Hoje, o grande desafio é

fazer o aluno compreender o seu papel na sociedade, de agente ativo e transformador da sua realidade, e a importância da Matemática no seu dia-a-dia”. Pois os problemas enfrentados não são exclusivos de uma disciplina ou conteúdo.

Esse talvez seja o maior problema da geração atual com a qual trabalhamos, o individualismo. Estamos diante de uma geração que não se veem inseridos em uma comunidade ampla, uma sociedade global, onde os anseios coletivos, na sua grande maioria, quando atingidos, suplantariam a quase totalidade dos individuais.

Encontrar soluções para o terceiro problema citado, é muito mais difícil, visto que não depende do professor que irá trabalhar com ou alunos da educação básica. Necessita-se uma mudança na política das instituições de ensino superior, que muitas vezes negligenciam os cursos de licenciatura, principalmente nos cursos das ciências exatas, onde buscam sempre produzir ciência “pura”, para fazer girar o ciclo exaustivo e voraz por publicações, no qual estão inseridas.

Ressaltamos aqui que iniciativas como a do MNPEF é bastante válida. Porém é recente, e ainda demandará de certo tempo para que os objetivos possam ser plenamente alcançados de forma qualitativa, quantitativa e duradoura.

A formação de professores sempre enfrentou dificuldades no Brasil, desde os primeiros cursos implantados nos anos 30, quando foram criadas as faculdades de Filosofia, Ciências e Letras, para qualificar as pessoas interessadas em ingressar na carreira do magistério. E após a estruturação da Universidade do Brasil, em 1931 no governo provisório, as licenciaturas surgiram a partir do Esquema chamado de 3+1. Onde o aluno cursava o curso de bacharelado durante 3 anos, e depois cursava mais um ano de didática, o que lhe conceberia mais um título, o de licenciado e, portanto, apto para o magistério.

No final dos anos 90 houve uma verdadeira correria de profissionais com formação em outras áreas, mas que atuavam em sala de aula, procurando cursar o chamado Esquema, o que lhes habilitariam a continuar atuando no magistério. Ou seja, bacharéis nas mais diversas áreas, que com um curso rápido, ficaram legalmente amparados para continuar suas carreiras de professor. Porém esses profissionais embora gabaritados pela experiência, não tiveram uma formação específica para atuar na disciplina a qual atuavam. Por exemplo, havia mais engenheiros ministrando aulas

de matemática e física, do que profissionais verdadeiramente licenciados nessas áreas.

Até recentemente, na maioria das universidades, os cursos de licenciatura são quase um esquema 3+1, pois a maior parte dos cursos possuem grandes curriculares idênticas para o bacharelado e para a licenciatura, diferenciando-as praticamente no último ano do curso, onde a licenciatura verá as disciplinas referentes à pedagogia e à didática.

Mais uma vez recorremos a uma analogia entre os ensinamentos de Física e Matemática, para citar D'Ambrosio (1993, p. 38),

Para que a instrução matemática nas atuais escolas seja compatível com a visão descrita anteriormente há uma grande necessidade de modificarmos nossos programas de formação de professores. Dificilmente um professor de Matemática formado em um programa tradicional estará preparado para enfrentar os desafios das modernas propostas curriculares.

Muitos acham que para um professor reciclar as suas aulas, basta introduzir a informática em suas aulas, fazer uma aula diferente da tradicional com pincel e quadro branco, já que muitas escolas no nosso país não dispõem de laboratórios de Física, e quando os dispõem, estes geralmente não atendem aos mínimos requisitos para que possam ser utilizados nos três anos do ensino médio.

Porém, muitas vezes as ferramentas digitais são subutilizadas, sendo usadas apenas como uma maneira diferente de transmitir o conteúdo, poupando esforço para o professor, que projeta ao invés de escrever a sua aula tradicional.

Para que a informática tenha todos os seus recursos e possibilidades plenamente usufruídos, precisamos preparar melhor o professor, ainda na sua formação inicial, como alerta Carvalho (2017, p. 32),

O licenciando para evidenciar como as tecnologias são tratadas na escola. Assim, constatar que a introdução de recursos tecnológicos na escola não garante, por si, uma mudança no desempenho dos estudantes e também não otimiza as práticas pedagógicas. Portanto, as tecnologias digitais devem ser integradas na formação inicial para proporcionar experiências pedagógicas para o aprendizado tanto dos conteúdos disciplinares, quanto de

metodologias. Para tanto, é fundamental a formação de professores para o uso adequado das tecnologias para o processo de ensino e aprendizagem.

Fica evidente assim, que se faz necessário quebrarmos o atual ciclo do ensino de Física, pois um professor dificilmente transmitirá um conteúdo de maneira diferente a qual lhe foi transmitido. Inovar-se, requer tempo, dinheiro e disposição, três coisas muito em falta na correria mal remunerada a qual está submetida a grande maioria dos professores da educação básica atual.

2.2. INFORMÁTICA EDUCATIVA.

De acordo com Andrade (2016, p.15),

Ao longo das últimas décadas o uso do computador como ferramenta complementar de ensino tem crescido amplamente e com o advento e popularização da tecnologia fica cada vez mais evidente que o uso desse instrumento no contexto da sala de aula se tornou um processo irreversível.

Inicialmente ele substituiu a antiga máquina de escrever, sendo utilizado para digitação e impressão de melhor qualidade e na preparação de slides mais eficazes e atraentes, substituindo as antigas transparências.

Mas o avassalador avanço tecnológico das últimas duas décadas, colocou o computador como figura central na educação, sendo ferramenta frequente em salas de aula, e no lar dos alunos, onde servem principalmente como fontes de pesquisa, uma vez que a rede mundial de computadores (internet) se popularizou.

Outra ferramenta tecnológica que ganhou e que continua ganhando espaço no processo de ensino e aprendizagem, são os smartphones, sendo esse processo irreversível, conforme aponta Souza (2013, apud Silva, 2015, p. 20),

O celular é uma ferramenta presente no nosso contexto escolar, não temos como ignorá-lo ou proibi-lo, precisamos discutir com o aluno, com a sua família, com a comunidade em geral a melhor maneira de explorar essa mídia no contexto do ensino e da aprendizagem.

O grande potencial do uso de smartphone aplicados à educação, se deve ao fato de que os mesmos permitem a instalação dos mais variados tipos de aplicativos, dentre os quais muitos são educacionais, e podem ser usados para fins de melhorar a aquisição do conhecimento por parte do aluno. Outro fator a favor dos smartphones, é a sua fácil aquisição, hoje praticamente todo aluno anda com um no bolso. E estando essa ferramenta a mão, podemos dar uma melhor utilização para a mesma em sala de aula.

Porém, apesar dos inegáveis ganhos com a utilização da tecnologia aplicada à educação, necessita-se termos cuidado quanto o seu uso, como afirma Andrade (2016, p.15 e 16):

[...] é preciso ter uma certa dose de cautela no que diz respeito principalmente à metodologia na qual essas ferramentas serão utilizadas, de modo que ela não se torne apenas uma forma de entretenimento educacional ou um fim em si mesma, mas sim um meio concreto de contribuir para um ensino mais efetivo, mais interativo, mais dinâmico e que tenha uma grande relevância no processo de formação de nossos alunos.

Apesar do uso dessa ferramenta ser praticamente inevitável atualmente, seu uso esbarra em dificuldades que geralmente partem da má formação do professor quanto ao seu uso. Muitos têm que ser autodidatas, abrindo mão de horas de descanso em busca de qualificação, uma vez que os cursos de licenciatura não os preparam para essas novas ferramentas. E a nova geração de licenciados, embora as conheça, não as dominam completamente, devido à baixa carga horária destinada à essas disciplinas nos cursos de graduação. Acrescenta-se a isso, aqueles professores extremamente tradicionais, que não acreditam que a física possa ser ensinada de uma maneira diferente à qual lhes foi ensinada.

Segundo orientações dos PCNs, Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1999),

Para cada área do conhecimento, se incorporem as tecnologias no processo de ensino e aprendizagem. Assim, existe uma vasta gama de opções de softwares educacionais, aplicativos, planilhas e objetos educacionais, que podem ser utilizados, dependendo do objetivo traçado pelo professor, investigação, explanação ou aprofundamento do conteúdo ministrado.

A simples utilização dos smartphones para fins educacionais em sala de aula, pode despertar os alunos para a vasta gama de possibilidades desses aparelhos, muito além das triviais funções largamente usadas por eles. Quem sabe com isso eles passem a buscar por um maior conhecimento da área de tecnologia, o que lhes permitirá uma maior interatividade e agilidade na busca por conhecimentos nas mais diversas áreas, beneficiando em particular a Física.

Hoje nos deparamos com um dilema enfrentado pelo professor de física do Ensino Médio. A utilização da tecnologia de fato poderia “libertá-lo” dos algoritmos, que quase sempre chamam mais a atenção dos alunos do que os conceitos por trás dos mesmos. Ou seja, a quase totalidade dos alunos de ensino médio, acham que um exercício que necessita de um cálculo (algoritmo) maior, tem mais importância que a interpretação dos fenômenos que o geraram. Assim, a princípio, o uso de aplicativos cujos resultados são obtidos de maneira direta, poderia prender a atenção desses alunos à Física propriamente dita, dando maior dinâmica à aula e possibilitando que sejam resolvidas uma quantidade maior de situações-problemas, trazendo a Física cada vez mais para o cotidiano do aluno. Mas por outro lado, as avaliações externas à escola, como as adotadas pelo governo SAEB, SPAECE, e aquela que deveria ser o real foco do Ensino Médio, o ENEM, ainda possuem caráter tradicional, onde os alunos não podem fazer uso de tecnologias, portanto tendo que desenvolver os algoritmos na busca de suas soluções.

2.3. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.

A introdução dos computadores na educação, não é algo tão recente quanto a maioria dos educadores possa imaginar, como já relatava Valente (1993, apud Barreto et al, 2016, pag. 17),

Em 1924, Sidney Pressey inventou uma máquina para correção de testes de múltipla escolha. Já em 1950, Skinner propôs uma máquina para ensinar usando conceito de instrução programada, que consiste em dividir os conteúdos da educação em pequenos módulos sequenciais logicamente encadeados, interligados por grau de dificuldade.

Essa metodologia ganhou força total nos anos 80, com a popularização dos microcomputadores, inicialmente no ambiente escolar, e posteriormente nas residências dos alunos, ganhando em espaço incontestável e permanente no processo de ensino-aprendizagem. Conforme relata Barreto et al (2016, p. 18), “[...] com a disseminação do computador pessoal, muitos softwares educativos foram criados para serem usados em contextos de ensino e aprendizagem”.

Outra revolução ocorreu nos últimos 10 anos, com a massificação do uso dos notebooks, tablets e principalmente dos smartphones. Com isso, a utilização da informática na educação, ganhou uma potencialidade nunca experimentada, visto que quase a totalidade dos estudantes de hoje possuem uma “máquina de ensinar” com capacidade de processamento e conexão praticamente ilimitado 24 horas por dia, ao alcance.

Segundo Gilleran (2006, p. 88, apud, Lamberty, Ody 2014, pag. 4),

O uso das novas tecnologias é visto agora como um meio para fortalecer um estilo mais pessoal de aprender em que os estudantes estejam ativamente envolvidos na construção do conhecimento e na busca de respostas para seus problemas específicos. Ao mesmo tempo, estão usando sua habilidade para aprender como são utilizados os próprios meios tecnológicos.

Na modelagem computacional, modelos virtuais são construídos a partir da identificação de variáveis e das equações que as correlacionam. Uma vez pronto, esse modelo virtual pode ser, durante a sua simulação, explorado, testado, melhorado e expandido para fenômenos afins, sejam eles mais amplos ou casos particulares.

Para Ferracioli e Sampaio (2001, apud Andrade 2016, p. 23),

As propostas de trabalhos mediados pelo uso do computador devem ser direcionadas no sentido de que a tecnologia da informática deva ser utilizada como uma ferramenta de conhecimento, como uma máquina capaz de ampliar a capacidade do aluno em formular perguntas e muito menos em simplesmente encontrar as respostas.

Vemos mais uma vez na literatura a preocupação com o bom uso da informática na educação, a preocupação de que ela contribua efetivamente no processo de ensino-aprendizagem, e não seja meramente um atrativo para evitar a

dispersão por parte dos alunos, ou que seja apenas uma jogada de marketing das instituições educacionais, na tentativa de se auto promoverem.

Segundo Veit e Teodoro (2002, apud Andrade 2016, p. 24),

A introdução da modelagem computacional no processo de ensino e aprendizagem possibilita uma melhor compreensão do seu conteúdo e contribui para o desenvolvimento cognitivo em geral, pois a modelagem facilita a construção de relações e significados, favorecendo a aprendizagem construtivista. Nessas atividades além de poder atuar sobre a variação de parâmetros e valores iniciais, o aluno tem acesso também aos elementos básicos do modelo referente a situação-problema em questão.

Durante as várias etapas intrínsecas à modelagem, o aluno também pode construir seu próprio modelo, da estrutura matemática à análise dos resultados gerados por ele. Pode ainda fazer alterações em modelos computacionais já existentes. De toda forma, percebemos inúmeras vantagens para a construção de um conhecimento sólido, onde o aluno ganha papel de destaque na sua própria aprendizagem, e tem o conteúdo resignificado inúmeras vezes ao longo do curso. Como por exemplo na confirmação dos resultados esperados, ou ainda mais ao refazer hipóteses, e quem sabe o próprio modelo.

No contexto da modelagem computacional, Santos (2002) classificou esses dois tipos de atividades em *exploratórias* – onde o aluno faz mudanças nos parâmetros (dados inseridos) do modelo, e *expressivas* – onde o aluno pode modificar a estrutura básica (algoritmo) do modelo ou construir um novo.

Segundo Valente (1999, pag. 95),

A diferença entre um software de simulação e o de modelagem está em quem escolhe o fenômeno e em quem desenvolve o seu modelo. No caso da simulação, isso é feito a priori e fornecido ao aprendiz. No caso da modelagem, é o aprendiz quem escolhe o fenômeno, desenvolve o seu modelo e implementa-o no computador. Nesse sentido, a modelagem exige um certo grau de desenvolvimento na definição e representação computacional do fenômeno e, portanto, cria uma situação bastante semelhante à atividade de programação e acontecem as mesmas fases do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição.

Portanto, percebemos claramente que a aprendizagem pode se tornar mais significativa através da modelagem. Uma vez que nessa metodologia o aluno é levado a um construtivismo mais evidente, sendo responsável por todas as fases descritas acima. E quando essa modelagem é transformada em uma simulação computacional, torna o processo mais eficiente, pois os resultados são obtidos mais rapidamente, e as variáveis podem ser trocadas inúmeras vezes, testando a eficácia do modelo, e resolvendo um grande número de problemas e/ou questões cujo algoritmo matemático necessário para a solução seja semelhante ao da situação-problema inicial, usada na construção do modelo.

Ressaltamos mais vez, que a informática aplicada a educação não deve ser a única metodologia empregada, esta deve ser um atrativo extra, e uma ferramenta que resignifique o conteúdo, tornando a Física mais simples e atrativa a todos.

Essa preocupação também foi ressaltada por Valente (1999, pag. 96),

Por si só a simulação ou a modelagem não cria a melhor situação de aprendizado. Para que a aprendizagem ocorra, é necessário criar condições para que o aprendiz se envolva com o fenômeno e essa experiência seja complementada com a elaboração de hipóteses, leituras, discussões e uso do computador para validar essa compreensão do fenômeno. Nesse caso o professor tem o papel de auxiliar o aprendiz a não formar uma visão distorcida a respeito do mundo (que o mundo real pode ser sempre simplificado e controlado da mesma maneira que nos programas de simulação) e criar condições para o aprendiz fazer a transição entre a simulação e o fenômeno do mundo real. Esta transição não ocorre automaticamente e, portanto, deve ser trabalhada.

2.4. SMARTPHONES APLICADOS A EDUCAÇÃO.

Sempre que uma nova tecnologia se consolida, a sua produção em massa e a concorrência de mercado, acarretam no seu barateamento. Soma-se a isso o aumento do poder aquisitivo das classes C, D e E no Brasil nas últimas décadas, e temos uma verdadeira invasão de smartphones no país, onde praticamente todos os brasileiros possuem no mínimo um.

Para dar suporte a essa enorme demanda por comunicação, as empresas de aparelhos celulares investiram pesado na produção de uma enorme variedade de

smartphones, que atendem a todos os objetivos dos usuários. E inevitavelmente esses aparelhos chegaram à sala de aula, onde inicialmente eram alvo de uma cassada por parte de professores e direção, no intuito de coibir o seu uso indevido durante as aulas, alguns estados chegaram até a criar leis estaduais que proibiam o uso de tais aparelhos em ambientes escolares.

Para Salgado e Teixeira (2017, p. 2),

A inserção de aparelhos tecnológicos ao cotidiano dos jovens é uma realidade totalmente palpável, tanto pelo contato com tais objetos que ocorre cada vez mais precocemente, quanto por todas as facilidades em se adquirir os chamados “gadgets”, ou seja, aparelhos de menor tamanho contendo diversas funções como celulares, tablets e netbooks. Estes se encontram constantemente em melhores condições de aquisição e em modelos simplificados e dinâmicos.

Com o tempo percebeu-se que a completa proibição do uso de smartphones em sala de aula era praticamente impossível, e com o desenvolvimento de uma vasta quantidade de aplicativos educacionais, em todas as áreas do conhecimento, alguns pesquisadores em educação começaram a investigar o seu uso em sala de aula, como substitutos totais ou parciais dos computadores. Sendo que estes geralmente ficam confinados em um laboratório, o qual é dividido por todas as turmas da escola, além do seu uso demandar uma logística de deslocamento e alojamento para todos os alunos da turma que irá usá-lo.

Optamos por um produto com smartphones, por acreditarmos que ele pode dinamizar a aula, motivando a participação de todos os alunos, além dos aplicativos serem uma importante ferramenta pedagógica, que podem ser utilizados em várias metodologias pedagógicas, ficando a cargo do professor escolher onde, quando e como fazer o uso da ferramenta para que seus alunos atinjam os objetivos almejados.

Para Barreto *et all* (2016, pag. 25),

A mobilidade e a conectividade proporcionada por dispositivos como notebook, laptop, tablet, smartphones, dentre outros, podem possibilitar experiências pedagógicas relacionadas com novas formas de comunicar, registrar e representar o pensamento, reconfigurando, inclusive a vida social. Essas ferramentas ainda podem oferecer a geração de dados em tempo real

e a interação, como as que acontecem, por exemplo, na resolução de problemas colaborativos.

A tecnologia aplicada à educação sempre foi motivo de muitas discussões. Por exemplo, o uso da calculadora nas aulas de exatas, nunca foi uma unanimidade entre os docentes. Há aqueles que defendem o seu uso, alegando que o aluno ainda terá que desenvolver o algoritmo, que é a parte principal da solução de um problema. E há os que são contra, onde o principal argumento é o de que as avaliações externas não permitem o seu uso, e, portanto, o aluno tem que se preparar da mesma maneira, para habituar-se e não perder tempo num exame, ou cometer erros bobos nas operações básicas.

Porém quando se trata do uso do computador, praticamente não há rejeições, pois, o mesmo ainda é visto, pela maioria dos professores de física, como suporte para o lúdico, como um complemento para dinamizar ou diferenciar suas aulas, e não como ferramenta verdadeiramente capaz de ensinar física concreta para o aluno.

Por fim chegamos aos smartphones, que sempre foram vilões em sala de aula, e enxergamos um grande potencial quanto ao seu uso na aprendizagem de alguns conteúdos puramente físicos, como no caso aqui proposto, um curso de eletromagnetismo.

De acordo com Castro e Castro-Filho (2012, apud Barreto et al, 2016, pag. 25),

Com a chegada desses dispositivos móveis, as escolas passaram a ter à disposição o computador, não apenas em momentos pontuais e por muitas vezes raros, como é costumeiramente constatado em modelos como os de laboratórios de informática, mas podendo ser incorporado como prática comum dentro da sala de aula, nos diversos espaços da escola e, inclusive, fora dela.

Um cuidado que se deve ter quando se fala em uso de smartphones como ferramenta pedagógica em sala de aula, é que geralmente se imagina a aplicação de jogos educacionais, restringindo assim uma grande parte da enorme capacidade de uso desses dispositivos. Contudo, não estamos criticando essa metodologia, afinal ela

é mais uma metodologia construtivista, apenas estamos alertando para que ela não seja a única inserida no planejamento, e sim que seja mais uma dentre muitas opções.

Desse modo, o professor deve incluir no seu planejamento diversas metodologias de ensino, desde a tradicional, que sempre funcionou, passando pelas mais recentes como: modelagem e simulação computacional; predizer, observar, explicar; ensino por investigação; jogos; etc., terminando pela mais recente que é introduzir a informática em qualquer uma das anteriores, dinamizando-as, tornando-as mais atrativas e, incentivando o uso dos smartphones, para fins que não seja apenas diversão e interação social.

Para Campelo Borges (apud Neto, 1999, pag. 137),

Apenas a chegada de máquinas em uma escola não é, de forma alguma, suficiente. É preciso capacitar os professores a usar como um mínimo de destreza o computador, para que eles possam aliar seu conhecimento teórico ao conhecimento pedagógico, e dessa união retirar meios de levar a seus alunos novas maneiras de aprendizagem e descoberta de informações.

Essa necessidade de algum conhecimento técnico é realmente importante a princípio, pois o computador, ao mesmo tempo que atrai e seduz, também assusta e gera repulsa. O novo, o desconhecido, nos trazem essa ambiguidade de sentimentos, repulsa e atração.

Mais uma vez fica evidenciada a necessidade de qualificarmos melhor o professor. E se antes ele tinha que se preocupar em aprender o manuseio e utilização do computador em suas metodologias, agora precisa estar sempre atualizado sobre novas funções e novos aplicativos que surgem quase diariamente e, que podem ser de grande contribuição para um aprendizado mais significativo.

Contudo, quando dizemos que o professor precisa estar em constante reciclagem, não significa que ele deva apenas conhecer e saber utilizar as novas tecnologias. Ele deve se aprofundar o máximo possível no aplicativo que deseja utilizar, pois durante a aula, inegavelmente surgirão desafios e dúvidas inesperadas, que se não forem sanadas com presteza, podem causar uma frustração que fará o aluno sair da aula com sentimentos completamente antagônicos, aos almejados inicialmente na fase do planejamento.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.

O desenvolvimento dessa sequência didática se baseou nos trabalhos de Vygotsky, Vergnaud e Ausubel. Pois entendemos que muitas teorias das aprendizagens são indissociáveis, por mais que nosso foco esteja em uma, o surgimento de outras é inerente ao processo de ensino-aprendizagem.

As teorias do sócio-interacionismo, dos campos conceituais e da aprendizagem significativa foram escolhidas para esse trabalho, por compreendermos que elas se encaixam muito bem no ensino das ciências exatas, e em particular no ensino de Física.

3.1. SÓCIO-INTERACIONISMO: VYGOTSKY.

Segundo Alves e Silva (2014, p. 4)

O cientista bielo-russo Vygotsky formulou uma influente teoria psicológica do desenvolvimento e da aprendizagem segundo a qual se preocupou com a ação pedagógica do professor e do aluno no processo de ensino e aprendizagem. No que diz respeito à aprendizagem, ele propôs o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal, o qual tem sido de grande relevância nas pesquisas acerca das estratégias didáticas de ensino em várias áreas do conhecimento humano.

Na citação acima, podemos perceber que Vygotsky especificou o papel dos agentes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Tendo cada um uma função específica e importante para o resultado do processo. Dessa forma, podemos dizer que o professor atua como um mediador, interligando o conhecimento prévio do aluno ao conhecimento científico que se deseja ensiná-lo. Além disso, deve-se dar significado a esses conhecimentos associando-os ao seu cotidiano, pois segundo Vygotsky, um conhecimento só é apropriado quando aprendemos a fazer uso social do mesmo.

De acordo com Barreto (2009, p. 88),

Para Vygotsky, o cérebro é a base biológica do funcionamento psicológico do ser humano. É entendido como um sistema aberto, de alto grau de plasticidade, ou seja, pode ser moldado pela ação dos elementos externos, podendo servir às novas funções, criadas na história humana, sem que sejam necessárias se efetuar transformações físicas do referido órgão.

Dessa forma fica evidente a importância das interações entre o aluno e o meio que o cerca. Por isso, a utilização de aplicativos para celulares como ferramenta para o ensino, auxilia muito na aprendizagem, pois permite que o aprendiz relacione seus conhecimentos prévios acerca do funcionamento do aparelho, com as novas funções do aplicativo a ser utilizado, com as intervenções do professor, e com os próprios colegas aprendizes, uma vez que tal aplicação deve ser, preferencialmente, realizada em dupla ou grupos pequenos, dando ênfase ao caráter interacionista.

De acordo com Junior e Onuchic (2015, p. 960),

Vygotsky diz que o bom ensino é aquele pautado pela transmissão do que o estudante não conseguirá descobrir sozinho e pela conceituação de imitação, que vem a ser o cerne dos conceitos vygotksyanos de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), Nível de Desenvolvimento Real (NDR) e Nível de Desenvolvimento Potencial (NDP).

Assim, Vygotsky propõe que o professor desafie o aluno durante o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o coautor da sua evolução, onde o mesmo deve se alicerçar nos conhecimentos previamente adquiridos (reais), para construir um novo conhecimento e socializá-lo. Dessa forma, esse conhecimento recém adquirido servirá de alicerce para potenciais novos aprendizados.

Dessa forma Vygotsky defende que não devemos limitar a aprendizagem do aluno ao seu NDR – nível de desenvolvimento real, nem o forçar a ir direto ao NDP – nível de desenvolvimento proximal, mas sim desenvolvê-lo e catapultá-lo na ZDP – zona de desenvolvimento proximal.

Podemos evidenciar esse pensamento em Vygotsky (1993, p. 244-245, apud Junior e Onuchic 2015, p. 961).

Quando observamos o curso do desenvolvimento da criança durante a idade escolar e no curso de sua instrução, vemos que, na realidade, qualquer matéria exige da criança mais do que esta pode dar nesse momento, isto é, que esta realiza na escola uma atividade que a obriga a superar-se. [...] esta situação real se produz sempre que a instituição é fecunda. [...] ensinar a uma criança aquilo que é incapaz de aprender é tão inútil, como ensinar-lhe a fazer o que é capaz de realizar por si mesma.

Portanto aqui encontra-se o grande desafio do professor. Diagnosticar nos seus alunos os conhecimentos prévios, ou seja, seus NDRs, para planejar suas intervenções acerca do conteúdo a ser desenvolvido, potencializando a aprendizagem e dando oportunidade de um ensino construtivista, no qual o aluno se desenvolve por descobertas próprias. No entanto o professor deve sempre ter em mente o próximo passo, o próximo conhecimento que deve ser adquirido na sequência, ou seja, o professor determina e prepara os NDPs dos seus alunos.

Tais raciocínios são sintetizados nos próprios PNCs, PCN (Brasil, 1998, p. 63),

[...] o professor deve organizar seu trabalho de modo que os alunos desenvolvam a própria capacidade para construir os conhecimentos e interagir de forma cooperativa com seus pares, na busca de soluções para problemas, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles.

3.2 CAMPOS CONCEITUAIS.

Na teoria dos campos conceituais – TCC, defende-se que os conteúdos não podem ser assimilados de maneira isolada, que um conceito não é totalmente independente de outros, e que por mais segmentados que sejam os livros didáticos, dando a impressão de que os conteúdos de uma disciplina não conversam entre si, nem com os conteúdos de outras disciplinas, estes foram desenvolvidos a partir de uma rede de conceitos, e se interligam outras redes, numa completa transversalidade.

De acordo com Carvalho (2017, p. 48),

A TCC, elaborada por Vergnaud (1983, 1993), preconiza que um conceito não pode ser contemplado e apreendido em uma única situação, e que numa única situação estão presentes vários conceitos e, que estes podem compor uma rede de relações. De acordo com Vergnaud (1983), não faz sentido referir-se à formação do conceito, mas sim à formação de um campo conceitual, cuja apropriação requer o domínio de diversos conceitos de natureza diferentes.

Essa teoria se encaixa completamente ao ensino da Física. Uma vez que o ensino em que aluno apenas repete o algoritmo de solução inúmeras vezes, em um processo totalmente mecânico, onde apenas aplica-se o conteúdo transferido pelo professor, está defasado e em desuso, principalmente após a implantação “obrigatória” do ENEM ao final do ensino médio como forma de ingresso ao ensino superior. Dessa forma, o ensino de física atual exige uma maior contextualização, onde as situações-problema devem se relacionar com outros conteúdos, sejam eles da própria física e/ou de outras disciplinas, e com experiências diárias que podem ser vivenciadas pelos alunos.

Para Vergnaud (1993, p. 1, apud Barreto, 2009, p. 102), a TCC,

É uma teoria cognitivista, que busca propiciar uma estrutura coerente e alguns princípios básicos ao estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, sobretudo as que dependem da ciência e da técnica. Por fornecer uma estrutura à aprendizagem, ela envolve a didática, embora não seja em si uma teoria didática. Sua principal finalidade é propor uma estrutura que permita compreender as filiações e rupturas entre conhecimento, em crianças e adolescentes entendendo-se por “conhecimento”, tanto as habilidades quanto as informações expressas. [...] não é específica da matemática, embora inicialmente tenha sido elaborada para explicar o processo de conceitualização progressiva das estruturas aditivas, das estruturas multiplicativas, das relações multiplicativas, das relações número-espaço e da Álgebra.

A citação acima torna ainda mais claro que por mais que o professor trabalhe o conteúdo de forma isolada, este faz parte de um contexto amplo, em que vários fatores foram vivenciados e/ou imaginados, um sempre levando a outro, formando uma teia que forma toda uma complexa história que antecede o conteúdo

estudado, e que certamente seguirá após o estudo desde, sempre levando a novos questionamentos práticos e/ou teóricos. Isso torna evidente a existência dos campos conceituais, que se bem explorados, podem auxiliar enormemente no processo de ensino-aprendizagem.

Como exemplo da aplicação dos campos conceituais à Física, temos a situação-problema a seguir:

(Enem 2011) Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

I. Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.

II. A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.

III. Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

Distância percorrida pela régua durante a queda (metro)	Tempo de reação (segundo)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

Disponível em: <http://br.geocities.com>. Acesso em: 1 fev. 2009.

A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a

a) energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.

- b) resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.**
- c) aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.**
- d) força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.**
- e) velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.**

Para chegar ao item correto (Item D), o aluno precisa relacionar o conceito de força peso ao conceito da segunda lei de Newton, para que possa encontrar embasamento para uma aceleração, que colocará a régua em Movimento Uniformemente Variado, onde as posições variam com o quadrado do tempo transcorrido, e assim aumentam mais rapidamente que este.

Percebemos aqui que o aluno terá que percorrer campos da Cinemática, da Dinâmica e da Matemática. Ou seja, terá que relacionar uma teia de conhecimentos, um campo conceitual.

Como exemplo/analogia da sua aplicabilidade a outras disciplinas, podemos citar um exemplo aplicado a História.

Como é de conhecimento quase geral entre os brasileiros, nosso país foi “descoberto” por Pedro Álvares Cabral. Mas por trás desse acontecimento específico, podem ser explorados vários outros fatos e contextos históricos que culminaram na sua chegada ao Brasil. Por exemplo: Ele realmente chegou aqui por acidente? Ele não sabia da existência do novo continente? Por que ele estava a caminho das Índias? Que motivos levaram os europeus às grandes navegações? E muitos outros questionamentos podem ser elaborados.

Contudo, aplicar a TCC na sala de aula, não é tão simples quanto parece, requer muita formação do professor, requer que o mesmo abra mão da sua zona de conforto e abrace uma nova maneira de abordar os conteúdos com seus alunos, sendo um contínuo pesquisador, pois cada indivíduo aprende de uma maneira e em uma velocidade diferente. Já que os nossos campos conceituais prévios, depende da nossa história de vida até o momento em questão.

Esse fato foi abordado pelo próprio Vergnaud, em entrevista ao repórter Gabriel Pillar Grossi (2008), disponível em <https://novaescola.org.br/conteudo/960/gerard-vergnaud-todos-perdem-quando-a-pesquisa-nao-e-colocada-em-pratica>.

É fácil fazer essa transposição para a sala de aula?

Vergnaud - Nem sempre. Mas, se não levarmos os resultados das pesquisas para a sala de aula, perdemos muito. Na maioria dos campos da Ciência, existe a percepção de que, se alguém cria uma teoria, isso é bom. Em educação, essa ideia infelizmente não é tão difundida. Muitos resistem às descobertas por acreditar que basta repetir o que é feito há séculos.

3.3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: AUSUBEL.

A escola behaviorista domina a metodologia na grande maioria das escolas na década de 1960, quando surge a teoria da aprendizagem significativa, idealizada por David Ausubel, psicólogo do desenvolvimento, que pregava que o conteúdo para ser aprendido precisava fazer algum sentido para o aluno, sendo necessário que esse conteúdo se relacione com seu conhecimento prévio.

Para Moreira (1999, p. 11 apud Barreto 2009, p. 74)

“[...] aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um processo relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”.

A substantividade permite que possam ser empregadas diferentes maneiras de se expressar os conteúdos. Que várias metodologias diferentes, quando bem executadas, podem conduzir o aluno à aprendizagem significativa. O que certamente desamarra o professor(a), para que este(a) possa escolher a melhor maneira de trabalhar com as diferentes realidades de suas turmas.

Já a não arbitrariedade deixa claro que o novo conhecimento tem que fazer sentido para o aluno. Ou seja, que o novo conhecimento deve somar-se ao velho (conhecimento prévio), levando-o a uma significação do que está sendo estudado, tornado a aprendizagem eficiente e duradoura.

Segundo Pelizzari et al (2002, p. 38),

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser

aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógica e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio.

A citação acima retrata bem a realidade do processo do ensino atual. Que tem de um lado um aluno cada vez menos interessado em aprender, um aluno imediatista, fraco de conhecimento científico e de emoções, principalmente para lidar com os fracassos inerentes ao processo de ensino-aprendizagem, o que certamente dificulta qualquer tipo de aprendizagem. E do outro lado o professor, que tem que buscar maneiras que possam tornar o conteúdo significativo a seus alunos. Ou seja, o professor deve ser conhecedor da realidade da sua comunidade escolar, para que possa trazer o conteúdo para o cotidiano do aluno, e que sabe assim possa despertar interesse em aprendê-lo, gerando discursões que certamente atingirá um grande número de conhecimentos prévios, sobre os quais se assentarão os novos conhecimentos.

Percebemos claramente que a aprendizagem significativa se distancia da aprendizagem mecânica, ainda muito utilizada por nossos alunos, que, por exemplo, decoram as fórmulas que descrevem os fenômenos físicos, nas vésperas das avaliações, não as associando aos conceitos pertinentes. Dessa forma, o novo conhecimento não se comunica com o velho, o que não levará a uma aprendizagem satisfatória.

De acordo com Moreira (2012, p. 7),

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influência novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Essa talvez seja a grande falha dos professores atuais, que por mais que usem metodologias modernas, ainda partem do pressuposto de que os alunos receberão o “novo” conteúdo a partir do zero. Que os mesmos não têm conhecimento

algum sobre o conteúdo a ser trabalhado, ou que só possuem conhecimentos errôneos, uma vez que não lhes foi ministrada aulas sobre o tema até então.

Porém o professor(a) jamais pode esquecer que trabalhamos com uma geração extremamente conectada, e que, portanto, está constantemente sendo bombardeada por informações das mais variadas áreas do conhecimento, sendo papel dos educadores auxiliá-los a discernir o que deve ser assimilado, o que deve ser melhorado e o que deve ser descartado.

Contudo, esse descarte de conhecimentos equivocados absorvidos pelos alunos, nem sempre tem um descarte fácil. As vezes os mesmos as têm como verdade absoluta, seja porque confiam cegamente no que leem na rede mundial de computadores, ou porque ouviram de fontes mais preocupadas com a repercussão, em detrimento da verdade. Conforme já tinha alertado Moreira (2012, p. 7).

Portanto, dizer que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos não significa dizer que é sempre uma variável facilitadora. Normalmente sim, mas pode, em alguns casos, ser bloqueadora.

4. METODOLOGIAS.

O principal método empregado nessa sequência didática foi o laboratório virtual, que está presente em todas as aulas aqui preparadas. Porém fizemos a inserção deste, em dois outros métodos fortemente utilizados no ensino de Física: o método P.O.E. (aulas 03 e 04) e, o método de ensino por instigação (aulas 05 e 06).

4.1. LABORATÓRIO VIRTUAL.

O olhar para com o ensino de Física sempre foi cheio de tradicionalismo, os alunos sempre imaginam que a dificuldade está em ter que memorizar muitas fórmulas e, que depois as mesmas se misturam em sua memória, dificultando a escolha correta em suas avaliações.

Essa percepção poderia ser extirpada da mente dos alunos, caso fossem empregues aulas laboratoriais, sempre que possível, em todas as séries do ensino básico. O que certamente também contribuiria para um aprendizado ressignificado, onde os alunos aprendem a maneira como as grandezas se relacionam em um determinado fenômeno, independentemente da simbologia (fórmula) empregada.

Contudo, a quase totalidade das escolas públicas e privadas não dispõem de laboratórios de Física e, quando dispõem, esse é um laboratório de ciências, onde a maioria dos equipamentos disponíveis, são para aulas laboratoriais das disciplinas de Química e Biologia.

Diante disso, Bottentuit Junior e Coutinho (2007, p. 47) citam que,

A criação dos laboratórios virtuais surgiu da necessidade do uso dos laboratórios em tempo real, ou seja, com acesso a qualquer hora do dia e por um grande número de pessoas, já que um único experimento pode ser compartilhado por dezenas de pessoas, estando elas na mesma cidade ou geograficamente dispersas, além da questão dos custos na utilização de um laboratório real que torna em muitos casos bastante oneroso para as empresas ou instituições.

A nível de ensino médio destacam-se inúmeros aplicativos para smartphones, sítios na rede mundial de computadores, blogs e softwares

educacionais para simulação computacional, no caso desses últimos, os professores(as) podem criar simulações próprias, direcionadas à sua necessidade em sala de aula. Isso mesmo, dependendo da tecnologia que se vai aplicar, é possível levar o laboratório à sala de aula, e/ou para as residências dos alunos em atividades domiciliares.

Esse é o grande diferencial dos laboratórios virtuais, a democratização que proporcionam ao ensino, pois dispensa-se uma estrutura física e materiais de laboratório de aquisição certamente onerosa às escolas. Com o uso de aplicativos para smartphones, caso aqui relatado, cada estudante anda com um laboratório completo e multidisciplinar no bolso.

Assim, de um modo geral o uso de laboratórios virtuais é bastante benéfico e bem-vindo ao ensino de Física. Contudo, como toda metodologia de ensino, existem pontos positivos e pontos negativos. Os quais listaremos alguns.

Pontos positivos:

- É excelente para explanação do conteúdo;
- Podem ser utilizados a qualquer hora e lugar;
- Baixo custo durante todo o processo;
- É bastante seguro;
- Otimiza o andamento dos conteúdos ao longo do planejamento anual, por serem práticos e não exigir deslocamentos;
- Permite ao aluno criar concepções e competências durante o processo de ensino-aprendizagem.

Pontos negativos:

- Falta interação com matérias reais;
- Os resultados geralmente estão delimitados aos limites preestabelecidos pelos fabricantes e/ou programadores;
- Quase sempre o aluno já sabe qual resultado vai obter;
- Não substituem os laboratórios reais.

4.2. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.

O ensino por investigação se encaixa perfeitamente com a aprendizagem significativa de David Ausubel, uma vez que o aluno é o ator principal do processo de ensino-aprendizagem, e certamente iniciará suas observações a partir de ideias concebidas sobre seus conhecimentos prévios.

O principal cuidado que devemos ter durante um planejamento baseado no ensino por investigação, é que devemos propor problemas que instiguem os alunos à investigação, à pesquisa, e não ao simples operativismo fartamente encontrado nos livros de Física. Pois apesar de trazerem os mesmos como problemas, são na verdade, em sua grande maioria, exercícios que exigem apenas a aplicação mecânica do formalismo matemático.

De acordo com Hodson (1992, apud Azevedo 2004, p. 19),

Os trabalhos de pesquisa em ensino mostram que os estudantes aprendem mais sobre a ciência e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais quando participam de investigações científicas, semelhante às feitas nos laboratórios de pesquisa.

Percebemos claramente na citação acima, que a aplicação da metodologia de ensino por investigação não exige necessariamente a utilização de um laboratório físico tradicional. Tais atividades podem ser trabalhadas mesmo com lápis e papel, ou como no caso aqui desenvolvido, com a utilização de simulações computacionais aplicadas em laboratórios virtuais.

Mas independentemente dos tipos de atividades empregadas, estas devem propor situações-problema que levem a questionamentos e diálogos, que permitam uma interação entre os alunos, e destes com os materiais disponíveis, de forma que na busca pela solução dos problemas propostos, sejam introduzidos os conceitos que levem os alunos à construção do conhecimento.

Essa construção foi bem explicada por Mesquita (2017, p. 14),

O ensino investigativo permite ao aluno refletir sobre sua aprendizagem acerca de determinado assunto, buscar uma explicação baseada em suas hipóteses, comparar suas conclusões com a de outros alunos, questionar-se

sobre o assunto, organizar os seus pensamentos, confrontar suas deduções com a observação e, por vezes, unir o conhecimento conceitual ao procedimental. Desafiados pelo professor, o aluno passa a analisar problemas de uma forma crítica, a fim de buscar respostas cujas comprovações estão fincadas nas evidências observadas.

Ao ensino por investigação também pode-se atribuir um caráter motivador, fator indispensável para o sucesso da aprendizagem. Pois um aluno desmotivado, pode até aprender temporariamente os conteúdos, para uma avaliação por exemplo, mas esse conhecimento certamente se perderá com o tempo, e uma boa aprendizagem não deve ter caráter imediatista.

Essa motivação proporcionada pelo ensino por investigação foi relatada por Lewin e Lamascólo (1998, apud Azevedo 2004, p. 21),

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como “projetos de investigação”, favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais.

Dessa forma podemos constatar a eficiência do ensino por investigação, pelo fato de que essa metodologia caminha lado a lado com outras, como por exemplo, o sócio-interacionismo de Vygostsky. Portanto, o professor(a) que resolver utilizar essa metodologia, deve ter em mente, durante o seu planejamento, que ela naturalmente envolve outras metodologias, que enriquecem o processo de ensino-aprendizagem, e podem promover uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

4.3. PREDIZER, OBSERVAR E EXPLICAR.

Apesar do método P.O.E. fazer parte da metodologia do ensino por investigação, ele é uma abordagem mais direcionada, mais amarrada aos objetivos específicos e, portanto, exige mais interferências do professor, pois durante a observação (investigação), os alunos podem adquirir os mais variados conhecimentos dentro do tema central abordado. Contudo, eles terão que confrontar os

conhecimentos recém adquiridos com suas ideias expostas na solução dos problemas norteadores. Ou seja, o caminhar da aprendizagem pode levá-los a inúmeros lugares inesperados, mas alguns que foram predeterminados antes de início da jornada, devem ser atingidos.

De acordo com Mesquita (2017, p. 21),

Esse método permite a construção do conhecimento por meio de conflitos cognitivos, tornando a obtenção de informações mais rápida e, por vezes, simples. O método P.O.E envolve o aluno na discussão dos conceitos que estão sendo trabalhados, a partir de questionamentos, colocando situações motivadoras e intrigantes. Permite ainda mapear as ideias que os alunos apresentam e que não coincidem com os saberes científicos. Estas ideias podem ser intuitivas (prévias) ou promovidas durante o próprio processo de aprendizado.

Nota-se um perfeito encaixe entre o método P.O.E. e a aprendizagem significativa de Ausubel, no momento que ele propõe um conflito cognitivo, entre os novos conhecimentos que estão sendo absorvidos, e os preexistentes, a base sobre a qual se assentará os novos.

Esse método é muito usado no ensino das ciências, em especial no ensino de Física, por se complementar com a simulação computacional, onde o processo exige que o estudante percorra as três etapas do método. Sendo elas:

- **Predizer:** no caso de uma simulação o aluno sempre prever o resultado que se deseja alcançar, e debruça-se no problema para atingir seu intento. Em casos que não envolvem simulação, essa etapa pode ser substituída por situações problema para iniciar as discussões, e cujas soluções são os resultados que se quer alcançar.
- **Observar:** em simulações é o momento da execução do emulador, momento em que o aluno fará suas observações e anotações que conformarão suas predições e os levarão a outros questionamentos. Em casos que não envolvem simulações, essa etapa será a experimentação, ou discussões que ocorrem durante o compartilhamento das respostas obtidas no predizer.
- **Explicar:** ao final da simulação o aluno terá a confrontação entre as suas predições e o resultado obtido. Caso elas se confirmem, certamente serão

aprimoradas, e caso divirjam dos resultados colhidos, deverão ser confrontadas e readequadas. O mesmo vale para outras aplicações que não envolvem simulação computacional.

Portanto, percebe-se claramente que o professor precisa estar atento durante toda aplicação. Para garantir que os resultados conduzirão aos objetivos traçados, para que os alunos não pulem o predizer, por preguiça ou medo e errá-lo e, para que os mesmos confrontem os dois resultados. Pois é nessa etapa que o aprendizado se intensifica, que as possíveis e prováveis concepções errôneas são descartadas e substituídas por novas, embasadas na observação e no conhecimento verdadeiramente científico.

5. PESQUISA.

5.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS.

O grupo de alunos pesquisados foi selecionado a convite, entre alunos do 3º ano do ensino médio, da Escola de Ensino Fundamental e Médio Polivalente Modelo de Fortaleza, localizada no bairro José Walter, Fortaleza, Ceará. Os sujeitos da pesquisa, em um total de vinte, são alunos do turno manhã, uma vez que os encontros ocorreram no período da tarde, no laboratório de ciências da referida escola.

A pesquisa teve caráter qualitativo, pois era a mais indicada para os objetivos traçados, e porque com essa metodologia podíamos apresentar as impressões dos participantes durante todas as etapas realizadas, como por exemplo a motivação para o estudo da Física, que é alvo do projeto.

De acordo com Bogdan e Biklen (apud Carvalho 2017, p. 76),

A abordagem qualitativa significa uma investigação mais detalhada relativamente as pessoas, locais e conversas. As questões a investigar não se estabelecem mediante a operacionalização de variáveis, mas são formuladas de modo a investigar toda a sua complexidade e em contexto natural. Ainda que os indivíduos que fazem a investigação qualitativa possam vir a selecionar questões específicas, à medida que recolhem os dados, a investigação privilegia, essencialmente, a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação.

A pesquisa se deu em três encontros com duração de 100 min cada, onde foram aplicadas as seis primeiras aulas da sequência didática, da mesma forma como está descrito no manual do professor, que faz parte do produto educacional, localizado no Anexo A desse documento.

Ao final da pesquisa, foi solicitado aos alunos participantes que respondessem a um breve questionário (Anexo B) acerca da pesquisa, para que pudéssemos colher as impressões positivas e negativas que os mesmos obtiveram durante o decorrer das aulas. Afinal, estas foram aulas bem diferentes das que a logística permite que sejam aplicadas em suas turmas normais, ao menos até então.

5.2. O APLICATIVO FÍSICA NA ESCOLA.

O aplicativo Física na escola possui duas versões. Uma denominada Física na escola LITE, que é gratuito, e outra denomina simplesmente de Física na escola, que é paga. Ambas funcionam offline, e estão disponíveis para sistema operacional Android e iOS, na Play Store e Appel Store respectivamente. Os dois aplicativos foram desenvolvidos pelo professor Vladimír Vascák, que leciona as disciplinas de Física e Matemática na República Theca.

De acordo com Monteiro Junior (2017, p.26),

Após o download do aplicativo o usuário poderá escolher a língua vernácula de seu país, 26 diferentes, mostrando que poderá ser usado por pessoas de vários locais do mundo. O aplicativo possui objetos de aprendizagem dos mais variados assuntos de física, sendo 27 de mecânica, 27 sobre campo gravitacional, 31 sobre vibrações mecânicas e ondas, 31 de termodinâmica e física molecular, 3 de eletrostática, 5 de corrente elétrica, 7 sobre semicondutores, 3 sobre condutividade elétrica de líquidos, 13 sobre condução de eletricidade e gás no vácuo, 7 de campo magnético, 5 sobre corrente alternada, 26 sobre Óptica, 3 de relatividade restrita, 7 de física atômica e 4 de física nuclear.

Conforme a descrição acima, percebemos que o aplicativo escolhido é bastante completo, contemplando todas as áreas da Física, apresentando simulações que praticamente completam todo o conteúdo programático básico de Física, para o ensino médio brasileiro.

5.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS.

A sequência didática (Anexo A) apresentada nesse trabalho é composta por 10 aulas divididas em 5 encontros de 100 minutos cada, porém, foram empregados apenas 3 métodos diferentes. Por isso apresentaremos abaixo apenas os resultados qualitativos de 3 encontros (6 aulas). Pois a principal intenção durante a aplicação desta sequência, era buscarmos dados qualitativos sobre a eficácia da mesma.

Apresentamos também os resultados de uma pesquisa sobre o uso de smartphones para estudos (Anexo B), realizada ao final do terceiro encontro, com os alunos participantes.

5.3.1. AULAS 01 E 02: INTRODUÇÃO AO ELETROMAGNETISMO.

As duas primeiras aulas da sequência didática abordam os conceitos iniciais necessários ao estudo do magnetismo, com ênfase nos ímãs, por estes serem tradicionalmente os anfitriões em um curso de eletromagnetismo.

A abordagem se deu conforme o planejamento apresentado no Anexo A.

Inicialmente o professor fez uma breve explanação do assunto, e logo após os alunos passaram para o procedimento experimental, onde não demonstraram grandes dificuldades no manuseio do aplicativo, o que já era esperado. Assim, o procedimento experimental se deu de forma bastante satisfatória, com os alunos conseguindo realizá-lo com poucas intervenções por parte do professor.

Durante os exercícios de fixação, os alunos apresentaram um pouco mais de dificuldade, solicitando mais auxílio. Contudo percebemos que as solicitações ocorriam muito mais por insegurança (medo de errarem as respostas) do que por falhas do aplicativo. Pois quando o professor respondia às dúvidas citando resultados das simulações do próprio aplicativo, os alunos rapidamente compreendiam e escreviam suas respostas com uma excelente porcentagem de acertos.

Durante o vídeo, que está disponível na rede mundial de computadores, tivemos uma dificuldade quando a indisponibilidade de internet móvel por parte da maioria dos alunos. Assim, o professor(a) aplicador, deverá disponibilizar a rede wifi da escola, ou solicitar que os mesmos baixem previamente o vídeo a ser exibido, mesmo que isso tire um pouco do impacto idealizado para o momento da sua visualização durante a aula.

Obs. Como o objetivo é o uso de smartphones, não utilizamos projetores de imagens.

Durante o último momento da aula, os alunos responderam com uma boa margem de acertos os exercícios avaliativos, retirados do ENEM e de vestibulares.

Dessa forma, constatamos que a utilização de simulações computacionais (Laboratório virtual), apresenta uma melhoria significativa na aprendizagem dos

alunos, permitindo que estes visualizem os fenômenos aos quais estão estudando em tempo real, ressignificando o conteúdo de forma imediata.

5.3.2. AULAS 03 E 04: CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE.

Nestas aulas, abordamos o conceito de campo magnético gerado por corrente elétrica nas situações mais tradicionais em livros didáticos e, que os vestibulares mais abordam.

Como o método utilizado no segundo encontro foi o P.O.E., apresentamos inicialmente aos alunos, duas situações-problema sobre o tema abordado. As quais foram respondidas de forma muito satisfatória, pois os mesmos já tinham estudado os efeitos da corrente elétrica, durante as aulas de eletrodinâmica.

Durante o procedimento experimental os alunos demonstram mais dificuldades durante o manuseio do aplicativo, por se tratar de uma simulação mais complexa, apresentando muitas etapas e muitas imagens na tela, o que causou um pouco de confusão. Mas quando aconselhados a seguir a sequência exata exibida no material didático, as dificuldades foram aos poucos sendo sanadas, melhorando os acertos nas respostas e a velocidade de execução.

As respostas apresentadas nos exercícios de fixação, foram unanimemente corretas, corroborando com as apresentadas no questionário diagnóstico. Porém, conforme esperado, as soluções foram mais elaboradas, com mais base científica.

Como o aplicativo escolhido não apresenta os casos de campo magnético gerado por corrente em espiras circulares, bobinas e solenoides, e por considerarmos essas aplicações importantes para uma aprendizagem mais completa sobre o tema da aula, elaboramos uma complementação ao conteúdo exposto durante o procedimento experimental. O qual o professor(a) deve explorá-lo com o método mais conveniente às suas turmas.

O vídeo escolhido dessa vez, aborda a construção de um eletroímã, com o intuito de trazer ainda mais o assunto ao cotidiano do aluno.

O questionário avaliativo apresentou uma razoável margem de acertos, sendo os dois últimos exercícios os que apresentaram mais erros, por exigir uma maior conhecimento e rigor matemático.

5.3.3. AULAS 05 E 06: FORÇA MAGNÉTICA.

O método utilizado no terceiro encontro foi o Ensino por investigação, que exige mais autonomia por parte dos alunos, e por isso foi o que mais apresentou margem de erro. Demonstrando que a maioria dos alunos apresentam uma grande dependência em relação ao professor. Principalmente no quesito emocional, já que quase sempre perguntavam se as suas anotações estavam corretas.

Durante o questionário diagnóstico, os alunos apresentaram muita dificuldade em associar a atração ou repulsão entre ímãs, a existência de uma força com origem no campo magnético de ambos. Embora tenham apresentado bons exemplos cotidianos que utilizam a força magnética.

O ideal era que tivéssemos deixado os alunos completamente à vontade durante o procedimento experimental, para sermos mais condizentes com o método empregado. Contudo, queríamos garantir que todas as informações necessárias para se atingir uma boa aprendizagem sobre o assunto, seriam estudadas. Dessa forma, criamos um procedimento experimento apenas com instruções sobre as manipulações que deveriam ser feitas, deixando as anotações e observações por conta dos grupos. Sendo que foi nessa etapa que o professor foi mais solicitado, conforme exposto anteriormente.

O questionário de satisfação apresentou, inicialmente, uma margem de acerto em torno de 50%. Melhorando esse índice, quando o professor lembrou aos alunos que eles não estavam usando todos os recursos disponíveis em seus smartphones. Ou seja, eles não estavam pesquisando junto a rede mundial de computadores, demonstrando uma grande fixação às instruções do material didático.

O vídeo exposto mais uma vez foi sobre a construção de itens, com materiais de baixo custo, que utilizam os conceitos estudados em seu funcionamento.

O questionário avaliativo apresentou uma boa margem de acertos. Uma vez que os mesmos já estavam familiarizados ao formalismo matemático necessário.

5.3.4. PESQUISA APÓS A APLICAÇÃO.

As respostas obtidas no questionário da pesquisa, demonstraram o que de certa forma já era esperado. Com todos os alunos já tendo utilizado os smartphones

afim de adquirirem conhecimento. Embora basicamente como fonte de pesquisas e para a visualização de vídeos, visto que só uma aluna relatou já ter feito uso de Laboratório virtual, durante o ensino fundamental 2, em uma escola particular, e mesmo no laboratório de informática da escola.

Quando perguntados se o uso dos smartphones como fonte de instrução, durante toda sua vida escolar, tinha sido benéfico, todos relataram que sim, que tinham absorvido conhecimentos relevantes, para os seus intentos à época.

Todos foram unânimes em dizer que a abordagem da sequência didática auxiliou na aprendizagem, alegando principalmente o grande ganho ao poderem visualizar os fenômenos antes apenas imaginados. E que por conta disso, pretendiam continuar com essa prática em todas as disciplinas possíveis.

6. CONCLUSÃO.

A sequência didática aqui desenvolvida, faz uso de smartphones como ferramenta educativa em todas as suas aulas. Sendo esse recurso inserido de três diferentes maneiras, ou seja, com três diferentes métodos: Laboratório virtual – presente em todas as aulas; P.O.E – aulas 03 e 04, e ensino por investigação – aulas 05 e 06.

A aplicação se deu através de uma pesquisa qualitativa, onde buscamos atingir os objetivos traçados, e responder alguns questionamentos sobre o processo. Tais como: a forma como estes foram alcançados? Se de forma rápida? Se se necessitou de alterações nos métodos? Ou se a metodologia e os métodos utilizados nos conduziram a um alvo inesperado.

De imediato os alunos demonstraram um ávido interesse em participar, demonstrando entusiasmo ao executarem as instruções do procedimento experimental. Muitos até queriam partir logo para a manipulação do aplicativo, pulando o questionário diagnóstico, existente em algumas aulas. Mas com o decorrer da aplicação os mesmos foram compreendendo o ritmo adequado, realmente refletindo sobre cada resultado encontrado nos procedimentos experimentais, e interagindo entre os seus pares em busca de consolidar as suas conclusões.

Com isso constatamos que o uso de simulações computacionais realmente desperta o interesse do aluno, já que estes são consumidores vorazes de novidades, principalmente tecnológicas. E o uso de smartphones, um recurso que está sempre à mão deles, geralmente subutilizado, demonstrou enorme potencial pedagógico no ensino de Física. Pois o mesmo pode vir a dispor de todas as principais funções necessárias, como laboratório virtual, calculadora, fonte de pesquisa e players de vídeo.

Os três últimos exemplos do uso de smartphone para fins educativos listados acima, foram exatamente os mais citados pelos alunos em uma breve pesquisa realizada ao final da aplicação. Mostrando que a maioria dos alunos não têm o hábito de usar simuladores computacionais para estudar ciências, limitando-se a usá-lo como “computador de bolso”, usado para leitura em sítios de pesquisa, para fazer cálculos matemáticos básicos e, principalmente para assistirem videoaulas em

canais. Sendo muitos desses últimos, mais preocupados em conseguir curtidas, do que em aprofundar os assuntos discutidos.

Durante a aplicação do produto, percebemos também que o uso das simulações do aplicativo foram muito bem aceitas, quando manipuladas durante a explicação do professor, com fins de demonstrar os fenômenos que estavam sendo trabalhados. Dessa forma, esbarramos em uma excelente maneira, não planejada nesse trabalho, de uso das simulações computacionais para o ensino de Física. Ou seja, se o professor(a) fizer uso de um projetor de imagens, e for manipulando o aplicativo à medida que explica os conteúdos de suas aulas, terá uma boa aceitação por parte dos alunos. O que certamente contribuirá para uma boa aprendizagem.

Desse modo, ficou claro que não existe um momento único em que o uso de simulações computacionais possa ser inserido durante uma aula. Estas demonstraram grande versatilidade quanto aos momentos da inserção, sendo grandes contribuidoras para uma melhor aprendizagem, em todos os métodos e metodologias empregadas no ensino da Física.

Portanto, a aprendizagem foi bastante significativa, visto que contávamos com alunos atentos, e autores principais do próprio aprendizado, confirmando que o ensino de Física precisa urgentemente sair do seu tradicional tradicionalismo, para que se possa resgatar o interesse natural do aluno pelas ciências, interesse esse, que vai se perdendo a medida que o aluno avança nos anos finais do ensino fundamental, e principalmente no ensino médio.

Por fim, esperamos que este trabalho possa despertar o interesse de muitos professores(as) de Física para a dinamização de seus métodos em sala de aula. Visto que somos, quase que por natureza, tradicionais quanto ao método de ensinar Física. Método esse que funciona, não é o nosso objetivo dizer o contrário. Apenas pesquisamos e demonstramos algumas maneiras de como podemos inserir uma tecnologia, ao alcance de todos, na sala de aula.

REFERÊNCIAS.

ALVES, VANESSA DA SILVA., SILVA, ELISANA RIBEIRO DA. A. **Teoria sócio-interacionista no ensino de matemática e filosofia.**, Revista Eletrônica de Educação de Alagoas – REDUC; vol. 2; nº 01, maio de 2014

ANDRADE, MARCELO ESTEVES DE. **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: aplicações práticas para o ensino de Física.** Ed. Livraria da Física, 2016.

APINHANESI, VAGNER. **Problemas de aprendizagem: Estudo revela que alunos acumulam defasagem durante o ensino fundamental.** 2014. Disponível em: www.portalquiaescolas.com.br/acontece-nas-escolas/espaco-educacional/problemas-de-aprendizagem-estudo-revela-que-alunos-acumulam-defasagem-durante-o-ensino-fundamental-por-vagner-apinhanesi/. Acesso em: 15/05/2018.

BARRETO, ANTONIO LUIZ DE OLIVEIRA. **A análise da compreensão do conceito de função mediado por ambientes computacionais.** Tese (Doutorado) – Pós-Graduação em Educação Brasileira. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

BARRETO, ANTONIO LUIZ DE OLIVEIRA., CASTRO-FILHO, JOSÉ AIRES DE., MAIA, DENNYS LEITE., CASTRO, JUSCILEIDE BRAGA DE., FREIRE, RAQUEL SANTIAGO. **Das tabuletas aos tablets: tecnologias e aprendizagem da Matemática.** 2016.

BOTTENTUIT JUNIOR, JOÃO BATISTA., COUTINHO, CLARA PEREIRA. **Projecto e desenvolvimento de um laboratório virtual na Plataforma Moodle.** V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+, ENSINO MÉDIO, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Matemática.** Brasília, MEC/SEF, 1998.

BOTTENTUIT JUNIOR, JOÃO BATISTA., COUTINHO, CLARA PEREIRA. **Projecto e desenvolvimento de um laboratório virtual na Plataforma Moodle.** V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, 2007.

CARMINATI, NÉZIO LUIZ. **Modelagem matemática: Uma proposta de ensino possível na escola pública.** Artigo Científico apresentado para a conclusão do plano de trabalho do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE 2007) da Formação Continua de Professor Nézio Luiz Carminati. Campina Grande do Sul, 2008.

CARVALHO, ANNA MARIA PESSOA DE (org), **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson, Learning, 2004.

CARVALHO, RODRIGO LACERDA. **Contribuições do campo conceitual multiplicativo para formação inicial de professores de matemática com suporte das tecnologias digitais.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Fortaleza, 2017.

COELHO, Rafael Otto. **O uso da informática no ensino de física de nível médio.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2002.

D'AMBROSIO, BEATRIZ S. **Formação de Professores de Matemática para o Século XXI: o Grande Desafio.,** Pro-Posições, Vol. 4, Nº 1, Março de 1993.

GROSSI, Gabriel Pillar. **Gérard Vergnaud: "Todos perdem quando a pesquisa não é colocada em prática"**. Disponível em: <<http://novaescola.org.br/conteudo/960/gerard-vergnaud-todos-perdem-quando-a-pesquisa-nao-e-colocada-em-pratica>>. Acesso em: 02/05/2018.

JUNIOR, LUIZ CRALOS LELA., ONUCHIC, LOURDES DE LA ROSA. **Ensino e aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas como prática sociointeracionista.**, Bolema, Rio Claro (SP), v. 29, n. 53, p. 955-978, dez. 2015.

LAMBERTY, DILAMAR REIS., ODY, MAGNUS CESAR. **O uso do aplicativo Folhainvest no ensino de Matemática Financeira.** IV EIEMAT - Escola de Inverno de Educação Matemática. 2º Encontro Nacional Pibid Matemática. Educação Matemática para o Século XXI: trajetórias e perspectivas, Santa Maria, 2014.

MELO, RUTH BRITO DE FIGUEIREDO. **A utilização das TIC'S no processo de Ensino e Aprendizagem da Física.** Universidade Federal de Pernambuco - Núcleo de Estudos de Hipertexto e Tecnologias na Educação. (2010)

MESQUITA, THAIS MARTINS OLIVEIRA. **O Efeito Fotoelétrico em uma abordagem investigativa com o uso de simulação computacional pelo método POE.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2017.

MONTEIRO JUNIOR, SANDOVAL MARQUES. **Aplicativo se smartphone como ferramenta pedagógica para o ensino de Óptica.** Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Quixadá, 2018.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Currículum, La Laguna, Espanha, 2012.

NETO, HERMÍNIO BORGES. **Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola.**, *Educação em debate* · Fortaleza · ANO 21 · NQ 37 · p. 135-138 · 1999·
PELIZZARI, ADRIANA., KRIEGL, MARIA DE LOURDES., BARON, MÁRCIA PIRIB.,
FINCK, NELSY TERESINHA LUBI., DOROCINSKI, SOLANGE INÊS. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel.** Revista PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

SALGADO, DANIELLY FREIRE DE SOUZA., TEIXEIRA, HELISÂNGELA RAMOS DA COSTA. **O uso do aplicativo Desmos no ensino de funções do 1º e 2º grau no primeiro ano do ensino médio.**, 2017. Disponível em <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/404/1/O%20USO%20DOS%20APLICATIVOS%20DESMOS%20NO%20ENSINO%20DE%20FUN%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em: 07/05/18.

SILVA, CRISTIANE DE OLIVEIRA. **O uso do *smartphone* para pesquisas em sala de aula e potencialização da aprendizagem de Biologia: um estudo de caso no primeiro ano do ensino médio.** UFRGS, 2015.

SOUZA, A. C., TEIXEIRA, M. V., BALDINO, R. R., CABRAL, T. C., (1995). **Novas diretrizes para a licenciatura em matemática.**, Temas e Debates, v. 8, nº 7, p. 41.

VALENTE, JOSÉ ARMANDO. **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999.

ANEXO A: PRODUTO EDUCACIONAL.

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO USANDO
APLICATIVO PARA SMARTPHONE**

Autor: Antonio Ricardo Queiroz dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Humberto de Andrade Carmona

FORTALEZA – CEARÁ
2018

APRESENTAÇÃO

Prezado(a) professor(a), essa **SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO USANDO APLICATIVO PARA SMARTPHONE**, é um produto educacional desenvolvido como parte dos pré-requisitos para a obtenção do título de mestre, junto ao programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, polo 43, na Universidade Federal do Ceará – UFC.

A presente sequência didática é composta de 10 horas-aula, antecedidas por seus respectivos planos de aula, divididas em 5 encontros de 100 minutos cada. Assim, cada encontro está programado para 2 horas-aula de 50 minutos.

Contudo, vale ressaltar que nenhum material didático é perfeito e completo. Assim, o professor(a) tem sempre que adaptar os recursos disponíveis à sua realidade, fazendo modificações, supressões e/ou acréscimos. Além disso, esse autor quis apenas mostrar algumas metodologias nas quais os aplicativos para smartphones podem ser ferramentas poderosas para motivar uma maior e melhor participação dos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, além de promover o ensino do eletromagnetismo no ensino médio. Visto que essa parte da física dificilmente é ministrada no 3º ano do ensino médio da rede pública.

O foco principal dessa sequência didática é a utilização de laboratório virtual, usando o aplicativo **Física na escola**, por ser acessível a todos, e promover uma maior inclusão dos alunos na experimentação, e quem sabe assim, despertar interesses em ciência pura.

As aulas, quanto as metodologias, estão assim distribuídas:

- Aulas 01 e 02: Laboratório virtual;
- Aulas 03 e 04: POE – Predizer, observar, explicar;
- Aulas 05 e 06: Ensino por investigação;
- Aulas 07 e 08: Laboratório virtual;
- Aulas 09 e 10: Laboratório virtual.

Em todas as aulas, após a metodologia empregada e o questionário conceitual, colocamos um vídeo para reforçar o conteúdo ministrado, e aguçar ainda mais a motivação dos alunos, na intenção que os mesmos tragam ainda mais o

conhecimento recém adquirido para o cotidiano, dando praticidade para a teoria. E que obtenham bons resultados no questionário avaliativo.

SUMÁRIO

AULAS 01 E 02: INTRODUÇÃO AO ELETROMAGNETISMO.....	62
PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES.....	62
AULAS 01 E 02: INTRODUÇÃO AO ELETROMAGNETISMO.....	65
FUNDAMENTOS	65
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	66
QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO	68
VÍDEO	70
QUESTIONÁRIO AVALIATIVO	70
AULAS 03 E 04: CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE.....	74
PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES.....	74
AULAS 03 E 04: CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE.....	77
QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	77
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	77
QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO:	80
COMPLEMENTAÇÃO DO CONTEUDO	81
VÍDEO	82
QUESTIONÁRIO AVALIATIVO	83
AULAS 05 E 06: FORÇA MAGNÉTICA.....	85
PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES.....	85
AULAS 05 E 06: FORÇA MAGNÉTICA.....	88
PROBLEMAS A SE SOLUCIONAR	88
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	88
QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO	89
VÍDEO	91
QUESTIONÁRIO AVALIATIVO	91
AULAS 07 E 08: INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA.....	94
PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES.....	94
AULAS 07 E 08: INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA.....	96
FUNDAMENTOS	96
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	98
QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO	99

VÍDEO	101
QUESTIONÁRIO AVALIATIVO	101
AULAS 09 E 10: GERADOR E TRANSFORMADOR	106
PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES	106
AULAS 09 E 10: GERADOR E TRANSFORMADOR	108
FUNDAMENTOS	108
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	110
QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO	112
VÍDEO	113
QUESTIONÁRIO AVALIATIVO	113

AULAS 01 E 02: INTRODUÇÃO AO ELETROMAGNETISMO

PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES.

Metodologia principal: Laboratório virtual

Duração: 100 minutos.

Objetivos:

- Conhecer um íman e suas propriedades;
- Identificar as propriedades magnéticas da matéria;
- Reconhecer como um íman é construído.

Conteúdos:

- Íman: definições;
- Tipos de ímãs;
- Propriedades dos ímãs;
- Campo magnético.

Plano de ação recomendado:

Dividimos as aulas da seguinte forma:

1. Exposição dos conteúdos aos alunos. Duração – **30 minutos**;

Neste momento o professor deve introduzir os alunos ao assunto do eletromagnetismo, fazendo uma explanação do que será estudado na sequência didática, a importância dos conteúdos que virão, para a ciência e para o nosso dia-a-dia.

Dessa forma o professor(a) atinge os conhecimentos prévios dos alunos, sobre os quais de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, serão construídos os novos conhecimentos científicos.

Sobre o assunto específico das aulas, colocamos uma breve síntese sobre ímãs, suas propriedades e processos de imantação. Mas os professores(as) que forem aplicar esta sequência didática, deverão complementá-lo de acordo a realidade de suas comunidades escolares.

A metodologia empregada é de livre escolha, porém aconselhamos a não usar softwares e/ou vídeos, pois os mesmos já serão empregados ao longo dessa aula, e a intenção é diversificar o máximo possível as formas de intervenção do professor.

2. Realização do procedimento experimental. Duração – **20 minutos**;

Por se tratar de um aplicativo que podemos usar para simular um laboratório virtual, criamos um procedimental experimental o mais semelhante possível aos executados em laboratórios físicos convencionais. Afim de aproximarmos os alunos da realidade de tais ambientes, que está ausente na grande maioria das escolas brasileiras.

Esse procedimento deve ser aplicado em duplas ou pequenos grupos, de modo que possamos otimizar a aprendizagem fazendo uso o Sócio-interacionismo de Vygotsky.

3. Resolução do questionário de fixação. Duração – **20 minutos**;

Este questionário visa aprofundar os conhecimentos recém adquiridos pelos alunos. Para isso priorizamos questões conceituais, e pedimos aos professores(as) aplicadores(as), que incentivem os mesmos a relacionarem o conteúdo ao cotidiano.

Nessa parte da aula, pretendemos que os alunos construam um campo conceitual que possa leva-los a ressignificar os conteúdos recém adquiridos. Corroborando com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

4. Visualização do vídeo. Duração – **10 minutos**;

Este vídeo mostra como atua o campo magnético terrestre, para que os alunos possam ampliar os conhecimentos sobre ímã e campo magnético, e quem percebam a importância de tais conhecimentos para os seus humanos.

O vídeo foi colocado nesse momento da aula, para dar uma amenizada no ritmo da aula, dando uma curta, porém importante descontraída nos alunos, para que os mesmos possam passar para a última parte da aula, que tende ser a mais rejeitada por eles: os exercícios avaliativos.

5. Resolução do questionário avaliativo. Duração – **20 minutos**.

Visa averiguar o se o aprendizado ocorreu de maneira satisfatória, se o nível pretendido pelo professor foi alcançado. Para isso colocamos cinco exercícios oriundos de vestibulares, com foco no ENEM, por entendermos que um dos principais focos dos alunos que cursam o ensino médio, é a aprovação para o curso superior almejado.

Colocamos apenas cinco questões, para que o professor(a) aplicador(a) possa ter a liberdade de complementar, ou não, os exercícios avaliativos, com questões que se alinhem com a sua realidade de sala de aula.

Observação:

O professor(a) poderá e deverá intervir sempre que achar necessário, pois ele é pleno conhecedor da sua sala de aula e, portanto, apto a otimizar as nossas recomendações.

AULAS 01 E 02: INTRODUÇÃO AO ELETROMAGNETISMO

FUNDAMENTOS

Campo magnético

"Campo magnético é toda região ao redor de um ímã ou de um condutor percorrido por corrente elétrica."

Ímã

Um ímã é definido com um objeto capaz de provocar um campo magnético à sua volta e pode ser natural ou artificial.

Um ímã natural é feito de minerais com substâncias magnéticas, como por exemplo, a magnetita, e um ímã artificial é feito de um material sem propriedades magnéticas, mas que pode adquirir permanente ou instantaneamente características de um ímã natural.

Os ímãs artificiais também são subdivididos em: permanentes, temporais ou eletroímãs.

- Um ímã permanente é feito de material capaz de manter as propriedades magnéticas mesmo após cessar o processo de imantação, estes materiais são chamados ferromagnéticos;
- Um ímã temporário tem propriedades magnéticas apenas enquanto se encontra sob ação de outro campo magnético, os materiais que possibilitam este tipo de processo são chamados paramagnéticos;
- Um eletroímã é um dispositivo composto de um condutor por onde circula corrente elétrica e um núcleo, normalmente de ferro. Suas características dependem da passagem de corrente pelo condutor; ao cessar a passagem de corrente cessa também a existência do campo magnético;

Propriedades dos ímãs

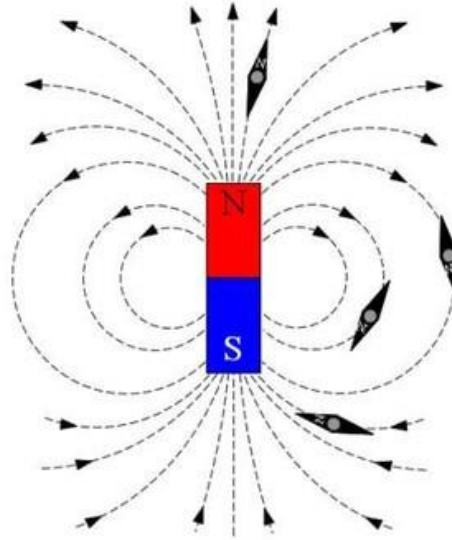


Figura 1: Representação de um ímã.

Fonte: <http://educacao.globo.com/fisica/assunto/eletromagnetismo/imas-e-magnetismo.html>. Acesso em 19/07/18.

- Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e de nomes contrários se atraem;
- Se seccionarmos um ímã ao meio, surgirão novos polos norte e sul em cada um dos pedaços, constituindo cada um deles um novo ímã;
- As linhas de indução saem do polo norte, e entram no polo sul;
- Todo ímã livre alinha-se com direção Norte-Sul do planeta Terra.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Abra o aplicativo Física na escola no tópico **X – Campo magnetismo**, item 1: ímã;

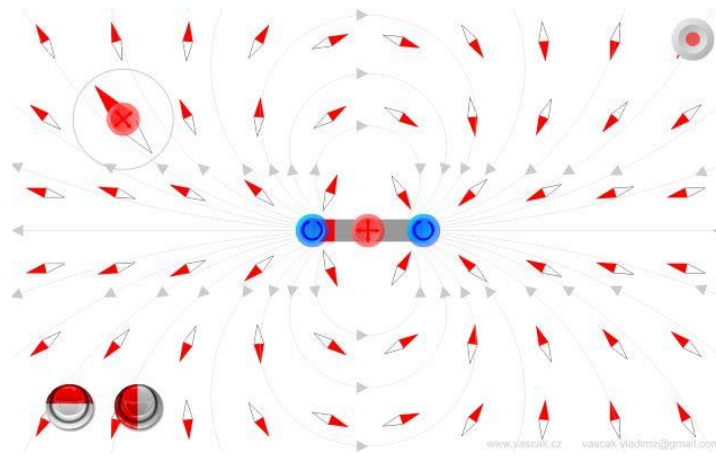


Figura 2: Tela da iniciação da simulação: Íman

Fonte: Elaborada pelo autor.

2. Limpe a tela tocando nos dois botões no canto inferior esquerdo;
3. Segurando o ímã, arraste-o sobre a tela, fazendo os mais variados movimentos, e observe e anote o que acontece com a bússola no canto superior esquerdo;

4. Toque no botão à direita no canto inferior esquerdo da tela; repita o procedimento anterior;

5. Toque no botão à esquerda no canto inferior esquerdo da tela; repita o procedimento 3 e, explique o comportamento das agulhas de bússola que surgiram na tela.

6. Abra o aplicativo Física na escola no tópico **X – Campo magnético**, item 2: Ferromagnetismo;

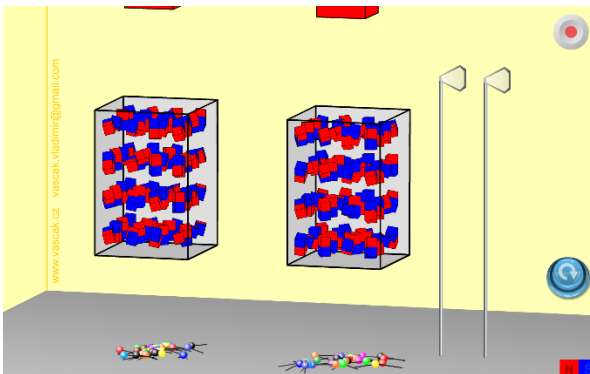


Figura 3: Tela antes da imantação.

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

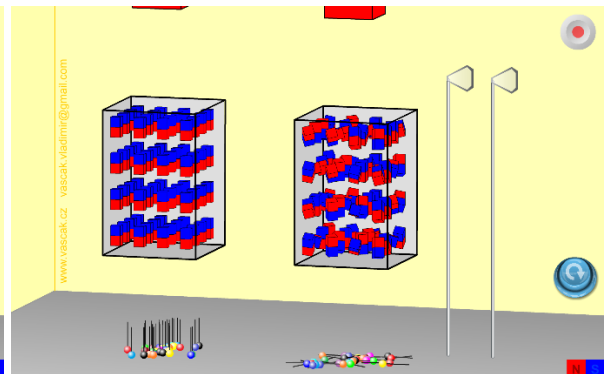


Figura 4: Tela após a imantação.

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

7. Deslize os dois cursores das barras à direita da tela para baixo, observe e descreva o que ocorre com as tachinhas na parte inferior da mesma e com os dipolos magnéticos;

8. Deslize os dois cursores das barras à direita da tela para cima, observe e descreva o que ocorre com as tachinhas na parte inferior da mesma e com os dipolos magnéticos;

QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO

1. Quais as propriedades dos ímãs que você observou nos procedimentos realizados?

2. É possível estabelecer diferenças entre as linhas de um campo elétrico e as de um campo magnético?

3. Em um ímã, a concentração de linhas de indução magnética é maior na região dos polos. Em relação ao campo magnético, o que essa afirmação significa?

4. Explique o comportamento dos dipolos magnéticos e das tachinhas no procedimento 7.

5. Explique o comportamento dos dipolos magnéticos e das tachinhas no procedimento 8.

6. Como se classificam os materiais aos quais pertencem os dipolos usados nessa simulação?

VÍDEO: *Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra*. Disponível no sitio: <https://www.youtube.com/watch?v=diMTrhgl5Es>. Acesso em 20/07/18.

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

1. (PUC-PR 2010) Biomagnetismo estuda a geração e interação de campos magnéticos com a matéria viva. Uma de suas mais recentes aplicações é o uso de partículas magnéticas – as nanopartículas, em especial – na administração de medicamentos. Em vez de deixar uma medicação circulando livremente pelo corpo humano, com o risco de efeitos colaterais prejudiciais à saúde, a ideia é “grudar” a medicação em partículas magnéticas, injetá-las na corrente sanguínea e guiá-las com um ímã até o local foco da doença.

Organizar esses materiais exige habilidades multidisciplinares para escolher e preparar as partículas magnéticas apropriadas; escolher e preparar o invólucro e o modo como os medicamentos serão absorvidos. Geralmente os farmacêuticos é que lidam com os materiais do invólucro, enquanto os médicos investigam a reação nos seres vivos. Aos físicos, químicos e engenheiros de materiais, cabe a preparação das partículas magnéticas.

Sobre os conceitos e aplicações da Eletricidade e do Magnetismo, é CORRETO afirmar que:

- a) As linhas de indução do campo magnético geradas pelo ímã são linhas contínuas que, fora do ímã, vão do polo norte para o polo sul.
- b) O medicamento associado à partícula magnética pode ser guiado até o local da doença através de um campo elétrico constante.
- c) Se o campo magnético orientador se formasse devido a uma corrente elétrica contínua, ele teria variação proporcional ao quadrado da distância entre o fio que conduz a corrente e as partículas magnéticas.
- d) Qualquer substância metálica pode ser utilizada como partícula magnética.

e) A única forma de se obter um campo magnético para orientar a medicação é através da utilização de ímãs permanentes.

2. (ENEM 2011) O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante.

Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon

- a) isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
- b) varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
- c) apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
- d) induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
- e) oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.

3. (UFPR 2011) Na segunda década do século XIX, Hans Christian Oersted demonstrou que um fio percorrido por uma corrente elétrica era capaz de causar uma perturbação na agulha de uma bússola. Mais tarde, André Marie Ampère obteve uma relação matemática para a intensidade do campo magnético produzido por uma corrente elétrica que circula em um fio condutor retilíneo. Ele mostrou que a intensidade do campo magnético depende da intensidade da corrente elétrica e da distância ao fio condutor.

Com relação a esse fenômeno, assinale a alternativa correta.

- a) As linhas do campo magnético estão orientadas paralelamente ao fio condutor.
- b) O sentido das linhas de campo magnético independe do sentido da corrente.
- c) Se a distância do ponto de observação ao fio condutor for diminuída pela metade, a intensidade do campo magnético será reduzida pela metade.

d) Se a intensidade da corrente elétrica for duplicada, a intensidade do campo magnético também será duplicada.

e) No Sistema Internacional de unidades (S.I.), a intensidade de campo magnético é A/m.

04. (UDESC) analise as proposições relacionadas às linhas de campo elétrico e às de campo magnético.

I. As linhas de força do campo elétrico se estendem apontando para fora de uma carga pontual positiva e para dentro de uma carga pontual negativa.

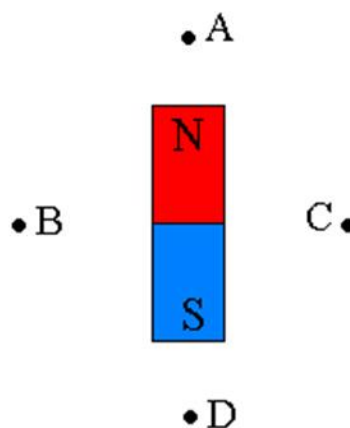
II. As linhas de campo magnético não nascem nem morrem nos ímãs, apenas os atravessam, ao contrário do que ocorre com os corpos condutores eletrizados que originam os campos elétricos.

III. A concentração das linhas de força do campo elétrico ou das linhas de campo magnético indica, qualitativamente, onde a intensidade do respectivo campo é maior.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- b) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- c) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

05. (UFRS) uma pequena bússola é colocada próxima de um ímã permanente. Em quais posições assinaladas na figura a extremidade norte da agulha apontará para o alto da página?



- a) somente em A ou D
- b) somente em B ou C
- c) somente em A, B ou D
- d) somente em B, C ou D
- e) em A, B, C ou D

AULAS 03 E 04: CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE

PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES.

Metodologia principal: POE – Predizer, observar, explicar.

Duração: 100 minutos.

Objetivos:

- Compreender que cargas elétricas em movimento dão origem a um campo magnético;
- Determinar as características do vetor campo magnético gerado por uma corrente elétrica;
- Calcular a intensidade do vetor campo magnético.

Conteúdos:

- Campo magnético gerado por corrente em um fio condutor retilíneo;
- Regra da mão direita;
- Campo magnético gerado por corrente em uma espira circular;
- Campo magnético gerado por corrente em uma bobina;
- Campo magnético gerado por corrente em um solenóide.

Plano de ação recomendado:

Dividimos as aulas da seguinte forma:

1. Resolução de um breve questionário diagnóstico, onde o professor(a) poderá averiguar os conhecimentos prévios de seus alunos. Duração – **10 minutos**;

De acordo com a principal metodologia aplicada nessas aulas, é preciso que os alunos exponham seus conhecimentos prévios acerca do conteúdo a ser estudado. Por isso iniciamos com dois exercícios conceituais abrangentes, para que

eles possam compartilhar suas ideias, e que possamos avaliar a evolução dos mesmos ao término das aulas.

Nessa etapa estamos realizando a fase do Predizer, onde os alunos irão expor seus conhecimentos prévios, já existentes ou imaginados nas soluções, e sobre os quais serão construídos novos conhecimentos, que os levarão à uma aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel.

2. Realização do procedimento experimental. Duração – **20 minutos**;

Mais uma vez aproximamos o procedimento experimental, o máximo possível aos praticados em laboratórios de física convencionais, pelos mesmos motivos expostos anteriormente (vide aulas 01 e 02).

Contudo, aconselhamos aos professores(as), que tentem deixá-los mais emancipados, que realizem menos intervenções, para que os alunos possam construir o seu conhecimento de forma mais independente, e assim, que eles mesmos possam descartar concepções prévias errôneas, e substituí-las por conhecimentos verdadeiramente científicos.

Essa é a fase do Observar, e novamente recomendamos que seja realizada em duplas ou pequenas equipes, para que a construção do conhecimento seja mais eficiente, de acordo com o Sócio-interacionismo de Vygotsky.

3. Resolução do questionário de fixação. Duração – **20 minutos**;

Nesta seção solicita-se aos alunos que refaçam o questionário diagnóstico. Para que possamos gerar, de imediato um choque de ideias, e que os mesmos possam descartar mais rapidamente possíveis conhecimentos errôneos adquiridos ao longo da vida. Acrescentamos mais um exercício conceitual, para reforçar o novo aprendizado.

Esta é a fase do Explicar, etapa final da construção do conhecimento segundo o método P.O.E.

4. Completação de conteúdo. Duração – **20 minutos**

Por motivos explicados nas **observações** abaixo, nesse momento o professor deve explicar para os alunos os outros casos de campo magnético criado por corrente elétrica, mais especificamente em uma espira circular, uma bobina chata

e um solenóide. Por acharmos que os mesmos são importantes para possíveis avaliações externas.

5. Visualização do vídeo. Duração – **10 minutos**;

Esse vídeo mostra como pode ser construído um eletroímã. O objetivo é além de ressignificar o conteúdo, aproximar o conteúdo ao cotidiano do aluno, sendo que o professor(a) deve intervir ao final do mesmo, expondo aplicações reais de um eletroímã.

O vídeo foi colocado nesse momento da aula, para dar uma amenizada no ritmo da aula, dando uma curta, porém importante descontraída nos alunos, para que os mesmos possam passar para a última parte da aula, que tende ser a mais rejeitada por eles: os exercícios avaliativos.

6. Resolução do questionário avaliativo. Duração – **20 minutos**.

Visa averiguar o se o aprendizado ocorreu de maneira satisfatória, se o nível pretendido pelo professor foi alcançado. Para isso colocamos cinco exercícios oriundos de vestibulares, com foco no ENEM, por entendermos que um dos principais focos dos alunos que cursam o ensino médio, é a aprovação para o curso superior almejado.

Colocamos apenas cinco questões, para que o professor(a) aplicador(a) possa ter a liberdade de complementar, ou não, os exercícios avaliativos, com questões que se alinhem com a sua realidade de sala de aula.

Observações:

- Nessa abordagem o professor(a) deverá focar na comparação entre as respostas obtidas no questionário diagnóstico, e as obtidas no questionário de fixação. Para que possa diagnosticar a evolução dos alunos, e optar por uma intervenção otimizada, focando nos conceitos ainda não satisfatoriamente atingidos.
- Acrescentamos tópicos após o questionário de fixação, para que os alunos não sejam prejudicados em possíveis avaliações externas. Uma vez que o aplicativo não contempla todos os casos.

AULA 03 E 04: CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

1. Em 1820, o físico dinamarquês H. Oersted realizou uma experiência, que leva seu nome, da seguinte forma. Utilizando-se inicialmente de um fio condutor retilíneo, por onde passava uma corrente elétrica, Oersted posicionou sobre esse fio uma agulha magnética, orientada livremente na direção norte-sul. Fazendo passar uma corrente no fio, observou que a agulha sofria um desvio em sua orientação, e que esse desvio era perpendicular a esse fio. Ao interromper a passagem de corrente elétrica, a agulha voltou a se orientar na direção norte-sul.

Explique o comportamento da agulha da bússola durante a experiência de Oersted.

2. As companhias de distribuição de energia elétrica, em suas campanhas de conscientização acerca dos riscos do mau uso da energia elétrica, desaconselham a população a ligar vários aparelhos elétricos em uma mesma tomada, fazendo uso de extensão T, régua, etc. Alegando que isso além de aumentar o consumo mensal de energia elétrica, ainda pode vir a causar curto-circuito e/ou incêndios.

Explique o que causa as consequências apontadas pelas distribuidoras de energia elétrica.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Abra o aplicativo Física na escola no tópico **X – Campo magnético**, item 3: A regra da mão direita;

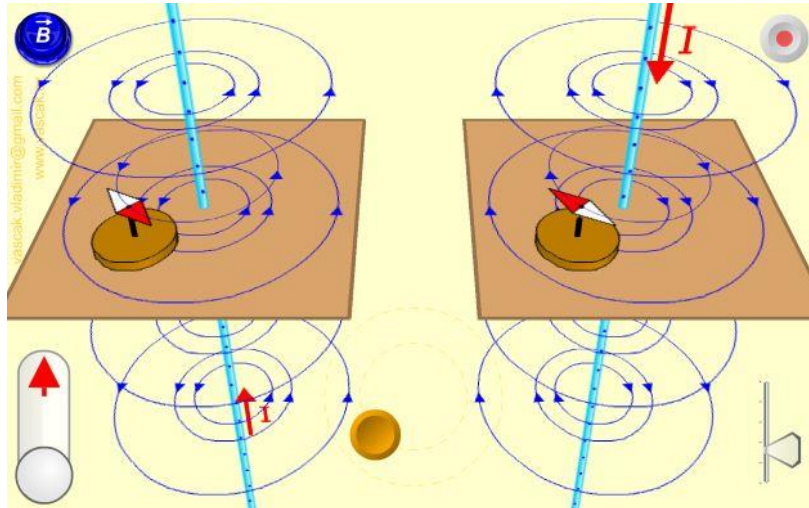


Figura 5: Tela inicial da simulação: A regra da mão direita

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

2. Desça o cursor do canto inferior direito, para alterar o campo de visão para “visto de cima”. Em seguida segurando o botão amarelo na parte inferior do centro da tela, mova as bússolas em volta dos fios. Observe e explique o comportamento das agulhas das bússolas;

3. Toque no centro da barra no canto inferior esquerdo da tela. Observe e explique o comportamento das agulhas das bússolas;

4. Toque na parte inferior da barra do canto inferior esquerdo para voltar a situação do procedimento 2, e em seguida toque na seta vermelha na parte superior da mesma barra. O que aconteceu com as agulhas das bússolas? Por quê?

5. Toque na seta vermelha para baixo da barra do conto inferior esquerdo da tela, e em seguida toque no botão azul no conto superior esquerdo. Agora segurando o botão amarelo manipule a posição da bússola aproximando e afastando do fio.

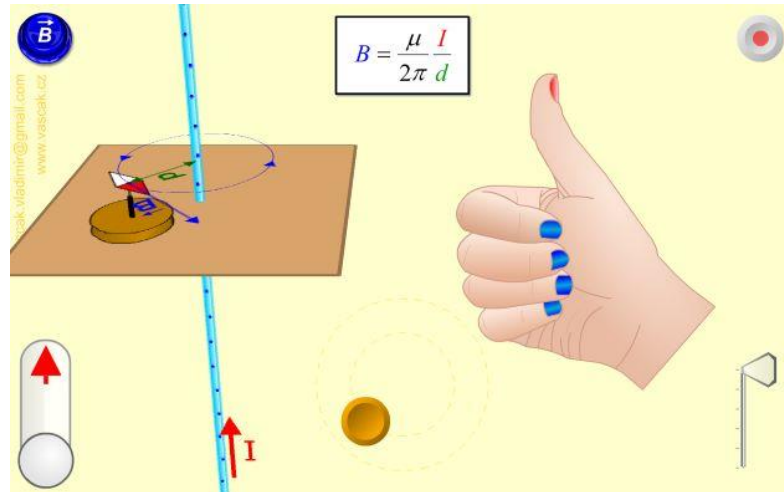


Figura 6: Tela da simulação após o procedimento 5

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

a) Qual o comportamento o vetor campo magnético? Esse comportamento é condizente com a fórmula para calculá-lo que surgiu no centro superior da tela?

b) Qual a relação entre a mão direita que surgiu na tela, com as características do vetor campo magnético?

6. Clique novamente no botão azul no canto superior esquerdo, e manipulando as bússolas através do botão amarelo, observe se a sua resposta do procedimento 5.b) está correta. Caso seja necessário, faça alterações na sua resposta nas linhas abaixo.

QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO:

1. Agora que você aprendeu um pouco mais sobre campo magnético gerado por corrente elétrica, responda novamente:

a) A questão 1 do questionário prévio.

b) A questão 2 do questionário prévio.

2. Durante todo o experimento virtual, percebemos que as setas que indicavam os sentidos das correntes elétricas nos fios, estavam em sentido contrário ao movimento dos elétrons (bolinhas azuis). Explique essa aparente incoerência.

COMPLEMENTAÇÃO DO CONTEUDO

Campo magnético no centro de uma espira circular

Se repetirmos o procedimento da regra da mão direita envolvente para um fio condutor retilíneo nas espiras circulares abaixo, perceberemos que o vetor campo magnético é perpendicular ao plano da espira.

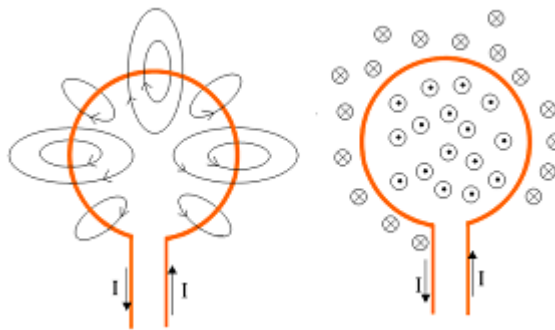


Figura 7: Campo magnético em uma espira circular

Fonte: <https://lqtecnologia.blogspot.com/2014/11/electrotecnia-campo-magnetico-creado.html>. Acesso em 20/07/18

A intensidade do vetor campo magnético no centro de uma espira circular é dada pela equação abaixo.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2R}$$

R = raio da espira.

μ_0 = permeabilidade magnética.

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$$

Campo magnético no interior de uma bobina chata

Para representar esse campo, precisamos ter em mente que uma bobina chata representa um conjunto de n espiras que estão justapostas. Lembrando que essas espiras são todas iguais, apresentando assim, o mesmo raio R, o vetor campo magnético em cada ponto correspondente delas, possuem a mesma característica.

Assim, temos:

$$\vec{B} = N \frac{\mu_0 i}{2R}$$

N = número de espiras

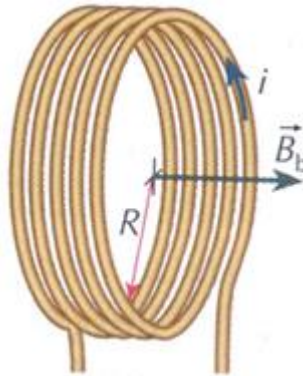


Figura 8: Campo magnético em uma bobina chata

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/8711006/>. Acesso em 20/07/18.

Campo magnético no interior de um solenóide

Chamamos de solenóide um fio condutor enrolado de forma espiral ao longo de um cilindro. Esse dispositivo é muito utilizado quando preenchido por um material que amplifique bastante o campo magnético gerado na bobina, quando esta é percorrida por uma corrente elétrica.

Assim, temos:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 N i}{L}$$

L = comprimento do solenóide

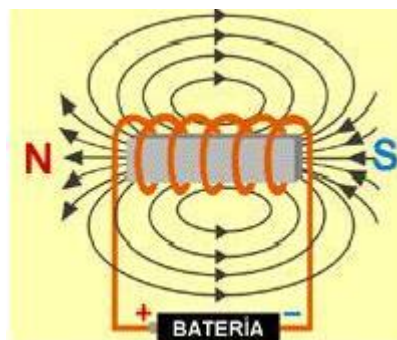


Figura 9: Campo magnético em um solenóide.

Fonte: <https://9albertoclavijo.wordpress.com/magnetismo-2/>. Acesso em 20/07/18.

VÍDEO: *Como fazer um ímã elétrico, o eletroímã.* Disponível no sitio: <https://www.youtube.com/watch?v=j2kHpzP7eIQ>. Acesso em 20/07/18.

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

1. (UECE 2018) O módulo do vetor campo magnético gerado por uma corrente elétrica constante passando por um fio retilíneo depende da distância do ponto de medição do campo ao fio. Assim, é correto afirmar que a direção desse vetor é

- a) perpendicular ao fio somente para um dos sentidos da corrente.
- b) perpendicular ao fio independente do sentido da corrente.
- c) paralela ao fio independente do sentido da corrente.
- d) paralela ao fio somente para um dos sentidos da corrente.

2. Para demonstrar o processo de transformação de energia mecânica em elétrica, um estudante constrói um pequeno gerador utilizando:

- Um fio de cobre de diâmetro D enrolado em N espiras circulares de área A ;
- Dois ímãs que criam no espaço entre eles um campo magnético uniforme de intensidade B ; e
- Um sistema de engrenagens que lhe permite girar as espiras em torno de um eixo com uma frequência f .

Ao fazer o gerador funcionar, o estudante obteve uma tensão máxima V e uma corrente de curto-circuito i .

Para dobrar o valor da tensão máxima V do gerador mantendo constante o valor da corrente de curto i , o estudante deve dobrar o(a)

- a) número de espiras.
- b) frequência de giro.
- c) intensidade do campo magnético.
- d) área das espiras.
- e) à diâmetro do fio.

3. (ENEM 2016) A magnetohipertermia é um procedimento terapêutico que se baseia na elevação da temperatura das células de uma região específica do corpo que estejam afetadas por um tumor. Nesse tipo de tratamento, nanopartículas magnéticas são fagocitadas pelas células tumorais, e um campo magnético alternado externo é

utilizado para promover a agitação das nanopartículas e consequente aquecimento da célula.

A elevação de temperatura descrita ocorre porque

- a) o campo magnético gerado pela oscilação das nanopartículas é absorvido pelo tumor.
- b) o campo magnético alternado faz as nanopartículas girarem, transferindo calor por atrito.
- c) as nanopartículas interagem magneticamente com as células do corpo, transferindo calor.
- d) o campo magnético alternado fornece calor para as nanopartículas que o transfere às células do corpo.
- e) as nanopartículas são aceleradas em um único sentido em razão da interação com o campo magnético, fazendo-as colidir com as células e transferir calor.

4. Vamos supor que uma corrente elétrica de intensidade igual a 5 A esteja percorrendo um fio condutor retilíneo. Calcule a intensidade do vetor indução magnética em um ponto localizado a 2 cm do fio. Adote $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$.

- a) $B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
- b) $B = 5 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- c) $B = 3 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- d) $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
- e) $B = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

5. (PUC-RS) Para uma espira circular condutora, percorrida por uma corrente elétrica de intensidade i , é registrado um campo magnético de intensidade B no seu centro. Alterando-se a intensidade da corrente elétrica na espira para um novo valor i_{final} , observa-se que o módulo do campo magnético, no mesmo ponto, assumirá o valor $5B$. Qual é a razão entre as intensidades das correntes elétricas final e inicial (i_{final} / i)?

- a) 1/5
- b) 1/25
- c) 5
- d) 10
- e) 25

AULAS 05 E 06: FORÇA MAGNÉTICA

PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES.

Metodologia principal: Ensino por investigação.

Duração: 100 minutos.

Objetivos:

- Determinar as características do vetor força magnética sobre uma carga elétrica em um campo magnético;
- Reconhecer as características do vetor força elétrica sobre um condutor retilíneo percorrido por uma corrente;

Conteúdos:

- Força magnética sobre um condutor retilíneo imerso em um campo elétrico;
- Força magnética sobre uma carga elétrica imersa em um campo magnético;
- Regra de Fleming (regra da mão esquerda).

Plano de ação recomendado:

Dividimos as aulas da seguinte forma:

1. Resolução de problemas conceituais. Duração – **20 minutos**;

Para introduzir o assunto da aula, solicitamos aos alunos que resolvam dois problemas conceituais. Assim os mesmos, começarão a ordenar e organizar os seus conhecimentos prévios, construindo o alicerce para uma aprendizagem significativa.

Mais uma vez nessa etapa inicial prepararemos o terreno fértil para a construção do conhecimento. Ou seja, atingiremos os conhecimentos prévios para darmos início, sobre estes, à uma aprendizagem significativa, segundo a teoria de Ausubel.

2. Realização do procedimento experimental. Duração – **20 minutos**;

Esse procedimento experimental foi criado apenas para nortear as ações dos alunos, para garantir que os mesmos possam usar todos os recursos das práticas virtuais disponíveis, e que assim, nenhum conhecimento importante deixará de ser experimentado.

Não solicitamos nenhuma observação a ser feita e anotada, os alunos devem ser instruídos a anotarem e pesquisarem tudo que julgarem importante, e que lhes despertar interesse. A ideia é que as interferências do professor(a), sejam apenas para coloca-los no trilho certo, caso algum aluno esteja criando conceitos errados, para os alunos construam uma aprendizagem absolutamente construtivista e independente.

O professor pode também, suprimir esse procedimento experimental, solicitando aos alunos que simplesmente manipulem o aplicativo. Ou seja, sem direcionar suas ações, caso os julgue capazes de atingirem o aprendizado almejado de forma ainda mais independentes.

Porém o ideal mais uma vez, é que esta etapa seja realizada em duplas ou pequenos grupos, para novamente priorizarmos o sócio-interacionismo de Vygotsky.

3. Resolução do questionário de fixação. Duração – **40 minutos**;

Esse é o momento em que os alunos irão colocar a prova o conhecimento construído. É nesse momento que as interferências do professor(a) podem ser mais recorrentes, para que dessa etapa, nenhum conceito errôneo seja mantido ou adquirido.

Para tornar o aprendizado ainda mais construtivista e investigativo, o professor(a) pode, ao invés de realizar várias interferências, permitir que os alunos consultem todos os meios disponíveis, como por exemplo, que façam pesquisas na rede mundial de computadores, uma vez que um dos objetivos principais desse trabalho, é incorporar os “inseparáveis” smartphones ao processo de ensino e aprendizagem.

4. Visualização do vídeo. Duração – **10 minutos**;

Esse vídeo mostra como fazer um motor elétrico usando os dispositivos e conhecimentos já estudados até aqui. O principal objetivo é reforçar um dos principais usos cotidianos da força magnética.

O vídeo foi colocado nesse momento da aula, para dar uma amenizada no ritmo da aula, dando uma curta, porém importante descontraída nos alunos, para que os mesmos possam passar para a última parte da aula, que tende ser a mais rejeitada por eles: os exercícios avaliativos.

5. Resolução do questionário avaliativo. Duração – **20 minutos**.

Visa averiguar o se o aprendizado ocorreu de maneira satisfatória, se o nível pretendido pelo professor foi alcançado. Para isso colocamos cinco exercícios oriundos de vestibulares, com foco no ENEM, por entendermos que um dos principais focos dos alunos que cursam o ensino médio, é a aprovação para o curso superior almejado.

Colocamos apenas cinco questões, para que o professor(a) aplicador(a) possa ter a liberdade de complementar, ou não, os exercícios avaliativos, com questões que se alinhem com a sua realidade de sala de aula.

Observação:

- Na metodologia de ensino por investigação, o ideal é que o professor realize o menor número de intervenções possível, que os alunos possam utilizar todos os recursos disponíveis livro didático, aplicativo Física na escola, pesquisa na internet por meio de seus smartphones à mão, etc. Contudo, essa metodologia não é de descanso para o professor(a), pelo contrário, talvez seja a mais desgastante, pois requer do mesmo uma atenção redobrada a cada aluno, dupla e/ou grupo de alunos quanto a construção do seu aprendizado, evitando que eles absorvam conceitos errados, ou simplesmente foçam cópias sem aprendizado significativo.

AULAS 05 E 06: FORÇA MAGNÉTICA

PROBLEMAS A SE SOLUCIONAR

1. O que causa a atração ou repulsão entre dois ímãs?

2. Que objetos e situações do nosso cotidiano envolvem atração e repulsão entre ímãs?

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Utilizando os ímãs disponibilizados, investigue o que acontece ao aproximá-los e afastá-los em diferentes posições;
2. Abra o aplicativo Física na escola no tópico **X – Campo magnético**, item 4: Regra de Fleming;

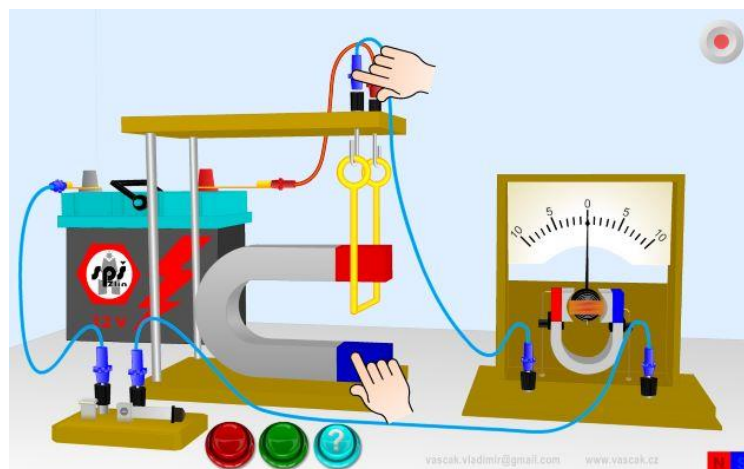


Figura 10: Tela inicial da simulação: A regra de Fleming.

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

3. Ligue o experimento, tocando no botão verde na parte inferior da tela;
4. Toque no botão azul com o ponto de interrogação, observe e em seguida toque no mesmo botão que estará rosa;
5. Toque no botão vermelho na parte inferior da tela, para desligar o experimento;
6. Toque nos plugues vermelho e azul na parte superior da tela, e em seguida ligue novamente o experimento;
7. Repita o procedimento 4.
8. Abra o aplicativo Física na escola no tópico **X – Campo magnético**, item 7: Bobina de Helmholtz;

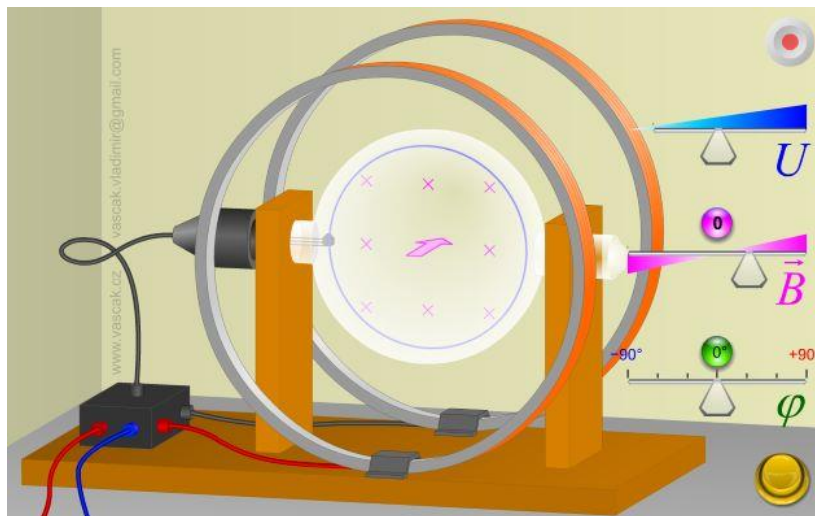


Figura 11: Tela inicial da simulação: Bobina de Helmholtz.

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

9. Deslize o cursor referente a velocidade (azul), aumentando-a e diminuindo-a, e observe;
10. Deslize o cursor referente ao campo magnético (rosa), aumentando-o e diminuindo-o, e observe.

Obs. O professor(a) deverá expor aos alunos, as equações que permite calcularmos a intensidade da força magnética, bem como o período e o raio do círculo descrito, nas situações visualizadas.

QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO

1. Por que no experimento a regra de Fleming, ao invertermos as posições dos plugues (procedimento 6), a espira retangular desloca-se para o lado oposto?

2. Que associação você pode estabelecer entre as grandezas físicas envolvidas, e a mão esquerda que surgiu no experimento a regra de Fleming?

3. Que equação nos permite calcular a força magnética em um fio condutor retilíneo percorrido por uma corrente?

4. No experimento a bobina de Helmholtz, a trajetória descrita pela partícula depende das grandezas manipuláveis. Explique como cada grandeza influencia nessa trajetória.

5. Que equação nos permite calcular a força magnética sobre uma partícula carregada em um campo magnético?

6. Qual a condição necessária para que uma partícula em movimento em um campo magnético adquira trajetória circular? E que equação nos permite calcular o período e o raio dessa trajetória?

VÍDEO: *Como fazer um motor elétrico com um ímã.* Disponível no site: <https://www.youtube.com/watch?v=3nbDBCg6thM>. Acesso em: 26/07/18.

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

1. (UECE 2008) A maior força de origem magnética (medida em newton) que pode atuar sobre um elétron (carga $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C) em um tubo de TV, onde existe um campo magnético de módulo $B = 83,0$ mT, quando sua velocidade é de $7,0 \times 10^6$ m/s, vale aproximadamente

- a) $9,3 \times 10^{-14}$
- b) $4,7 \times 10^{-16}$
- c) $13,3 \times 10^{-10}$
- d) $8,1 \times 10^{-10}$

2. Um elétron realiza um movimento circular uniforme (MCU) após penetrar numa região de campo magnético uniforme com velocidade perpendicular ao mesmo. Mantendo-se fixo o valor do campo magnético, repete-se o experimento, desta vez dobrando-se o valor da velocidade de entrada do elétron. Este elétron ainda realiza um MCU. Em relação ao raio da trajetória descrita pelo segundo elétron e ao período de seu movimento, podemos afirmar, corretamente, que

- a) o raio da trajetória dobra quando a velocidade dobra de valor, mas o período permanece inalterado.
- b) o raio da trajetória e o período dobram quando a velocidade dobra de valor.
- c) o raio da trajetória e o período diminuem pela metade quando a velocidade dobra de valor.
- d) o raio da trajetória permanece inalterado enquanto o período dobra de valor.

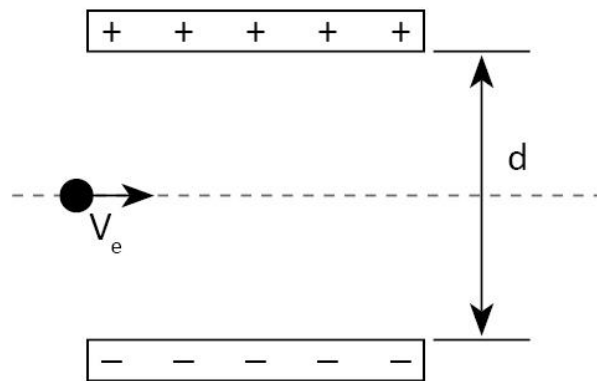
3. Um elétron é lançado, com velocidade de módulo $3,2 \cdot 10^4$ m/s, perpendicularmente às linhas de indução de um campo magnético uniforme e constante, de $9,1 \cdot 10^{-6}$ T. Sendo a massa do elétron igual a $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg e $1,6 \cdot 10^{-19}$ C o módulo de sua carga, caracterize a trajetória descrita por ele. Suponha que a força magnética seja a única atuante no elétron.

- a) $2 \cdot 10^1$ m
- b) $2 \cdot 10^2$ m
- c) $2 \cdot 10^{-1}$ m
- d) $2 \cdot 10^{-2}$ m
- e) $2 \cdot 10^0$ m

4. Uma força magnética de 20 N atua sobre um condutor elétrico retilíneo, num dado trecho. A corrente elétrica tem intensidade de 8 A. A direção do condutor é perpendicular à da do campo magnético, que tem a intensidade de 2 T. Determine o comprimento do referido trecho desse condutor.

- a) 1,25 m.
- b) 1,50 m.
- c) 1,75 m.
- d) 2,00 m.
- e) 2,25 m.

5. Um determinado aparelho seletor de velocidades foi construído utilizando-se duas placas metálicas paralelas submetidas a uma diferença de potencial de 1 200 V e imersas em um campo magnético uniforme \vec{B} perpendicular ao plano da página. A distância entre as placas é de 3 mm. Um elétron é projetado horizontalmente para direita, paralelamente às placas, com uma velocidade de $2 \cdot 10^6$ m/s e se move sem ser defletido entre elas, conforme explicitado na figura seguinte.



Sabendo que a carga elétrica do elétron é $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C, pode-se afirmar que a intensidade e o sentido do campo magnético na região entre as placas são, respectivamente,

- 0,1 T e para dentro do plano da página.
- 0,1 T e para fora do plano da página.
- 0,2 T e para dentro do plano da página.
- 0,2 T e para fora do plano da página.
- 0,3 T e para fora do plano da página.

AULAS 07 E 08: INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES.

Metodologia principal: Laboratório virtual

Duração: 100 minutos.

Objetivos:

- Determinar o fluxo do vetor indução magnética ou fluxo de indução;
- Relacionar uma variação do fluxo de indução à corrente elétrica induzida;
- Compreender a Lei de Lenz;
- Verificar os principais usos cotidianos da indução eletromagnética.

Conteúdos:

- Fluxo magnético;
- Lei de Faraday;
- Lei de Lenz.

Plano de ação recomendado:

Dividimos as aulas da seguinte forma:

1. Exposição dos conteúdos aos alunos. Duração – **30 minutos**;
2. Realização do procedimento experimental. Duração – **20 minutos**;
3. Resolução do questionário de fixação. Duração – **20 minutos**;
4. Visualização do vídeo. Duração – **10 minutos**;

Esse vídeo mostra a indução eletromagnética em diversas usinas de “produção” de energia elétrica. Para reforçarmos a compreensão do fenômeno em questão, e relembrarmos as principais formas pelas quais obtemos energia elétrica.

5. Resolução do questionário avaliativo. Duração – **20 minutos**.

Observações:

Os tópicos não comentados nessas aulas, podem ser lembrados nas aulas 01 e 02, uma vez que se trata da mesma metodologia principal empregada: Laboratório virtual.

O professor(a) poderá e deverá intervir sempre que achar necessário, pois ele é pleno conhecedor da sua sala de aula e, portanto, apto a otimizar as nossas recomendações.

AULAS 07 E 08: INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

FUNDAMENTOS

Fluxo magnético

Considere uma superfície plana de área A que é colocada na presença de um campo magnético uniforme e de indução magnética B . Seja \mathbf{n} normal à superfície e α o ângulo que \mathbf{n} faz com a direção da indução magnética, veja:

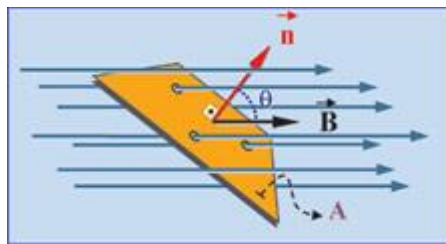


Figura 12: Representação do fluxo magnético.

Fonte: <https://www.resumoescolar.com.br/fisica/fluxo-magnetico/>. Acesso em: 20/07/2018

Assim o fluxo magnético é dado por:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

No SI, a unidade de medida do fluxo magnético é $T \cdot m^2$, também chamada de weber (Wb).

Lei de Faraday

Michael Faraday percebeu que em um circuito fechado, a variação do fluxo magnético faz surgir uma corrente elétrica induzida, e que a intensidade da f.e.m induzida é diretamente proporcional a variação do fluxo magnético. Assim, temos:

$$|\varepsilon| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

O aparecimento da força eletromotriz foi denominado de indução eletromagnética e a expressão descrita acima ficou conhecida como a Lei de Faraday da indução eletromagnética.

Lei de Lenz

Lenz contribuiu para a compreensão do fenômeno da indução magnética, ao complementar a lei de Faraday introduzindo um sinal de menos a equação inicial. Lenz concluiu que a corrente elétrica induzida é criada de modo que seu efeito compense a variação do campo magnético gerado por essa corrente.

Desse modo, qualquer variação no campo magnético original, a corrente elétrica induzida fará surgir um campo magnético em sentido oposto, tentando anular essa variação.

Assim temos:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Abra o aplicativo Física na escola no tópico **X – Campo magnético**, item 5: Indução eletromagnética;

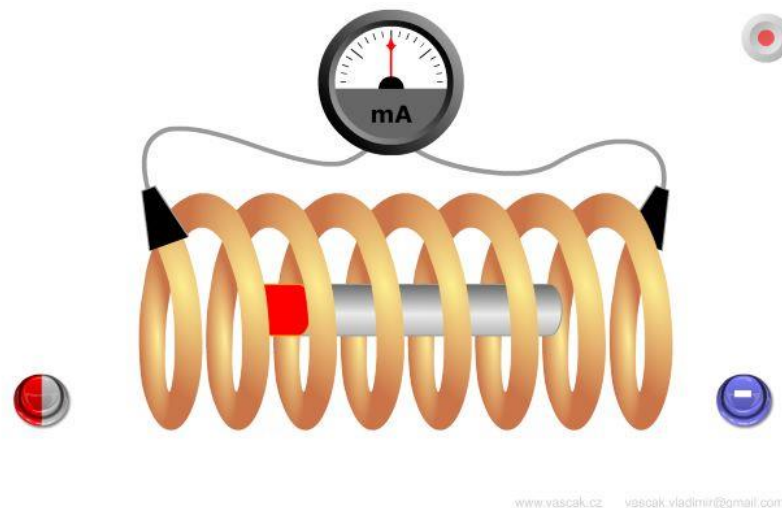


Figura 13: Tela de inicial da simulação: Indução eletromagnética.

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

2. Toque no botão azul no canto inferior direito. Observe e descreva o movimento dos elétrons;

3. Toque no botão vermelho e cinza no canto inferior esquerdo. Observe e descreva o movimento dos elétrons;

4. Abra o aplicativo Física na escola no tópico **X – Campo magnético**, item 6: Lei de Lenz;

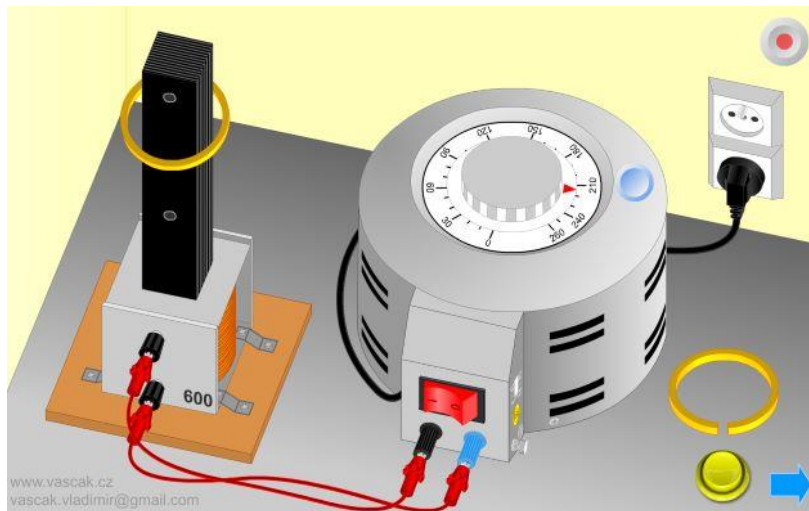


Figura 14: Tela inicial 1 da simulação: Lei de Lenz.

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

5. Segurando o botão azul sobre a fonte de alimentação, alterne a tensão de saída, observe e descreva o comportamento do anel que oscila nas placas sobre a bobina;

6. Toque no botão amarelo no canto inferior direito da tela, observe e descreva o comportamento do anel que oscila nas placas sobre a bobina;

7. Toque na seta azul no canto inferior direito da tela. Na nova tela arraste o botão azul na parte central inferior da tela, observe e explique a movimentação dos anéis pendurados nos suportes;

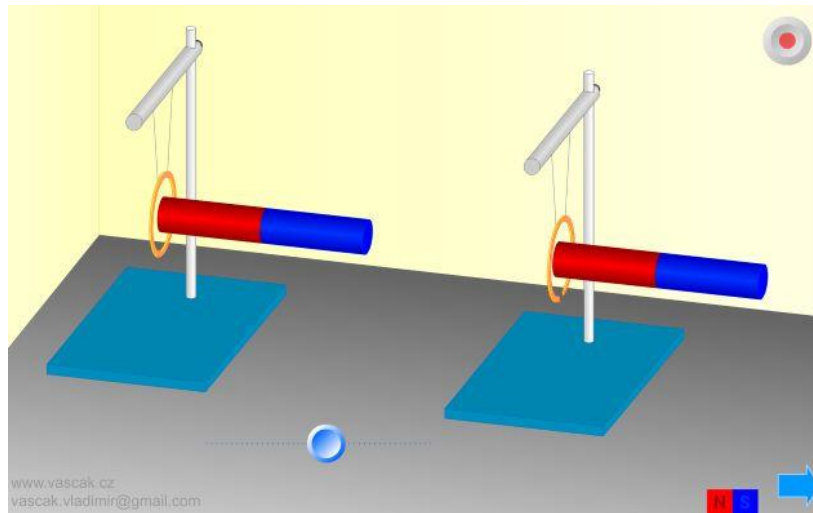


Figura 15: Tela inicial 2 da simulação: Lei de Lenz.

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO

1. O que causa o movimento dos elétrons nos procedimentos 2 e 3? Explique o sentido do movimento desses elétrons.

2. Explique o comportamento no anel oscilante no procedimento 5.

3. Explique o comportamento dos anéis nos procedimentos 6 e 7.

4. Um condutor retilíneo, de comprimento L , é imerso num campo magnético uniforme. Qual é a condição para que uma corrente elétrica seja induzida nesse condutor? Suponha que o condutor seja parte de um circuito fechado.

5. Assinale **V** para verdadeiro e **F** para falso nas afirmativas abaixo:

() A variação do fluxo magnético pode ser obtida através da variação da intensidade do campo magnético produzida por movimento relativo entre a fonte do campo e o circuito.

() A variação do fluxo magnético pode ser obtida através da variação da área da superfície delimitada pelo circuito.

() A variação do fluxo magnético também pode ser obtida através da variação do ângulo entre as linhas de força magnética e a linha normal à superfície delimitada pelo circuito.

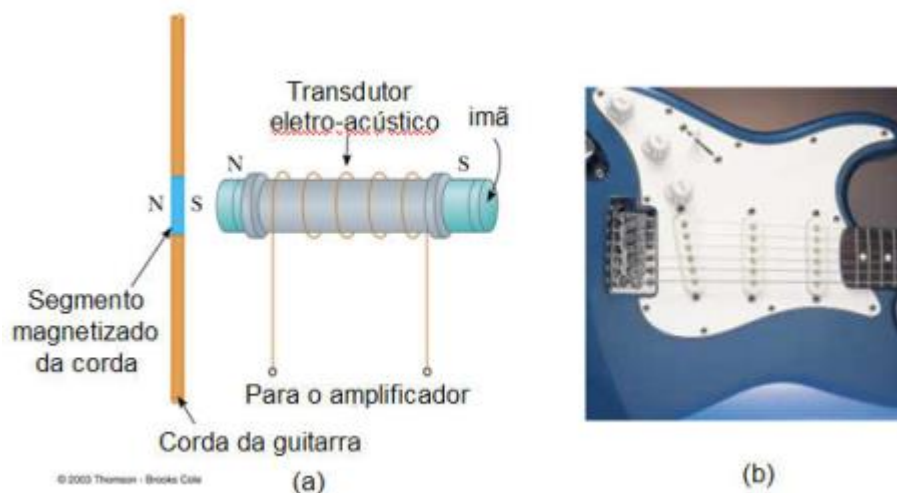
VÍDEO: *Novo telecurso – Ciências – Aula 53.* Disponível no site: <https://www.youtube.com/watch?v=f9aaCCH0MKk>. Acesso em: 26/07/18.

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

1.

Como funciona uma guitarra elétrica?

“Nesta aplicação, uma corda vibrante induz uma força eletromotriz em um transdutor eletroacústico, que é um dispositivo que converte oscilações elétricas em oscilações acústicas. Basicamente, este dispositivo é constituído de uma bobina enrolada sobre um ímã permanente para intensificar o fluxo magnético, que por sua vez magnetiza um segmento da corda da guitarra (veja figura A). Como a corda vibra a uma dada frequência, seus segmentos magnetizados produzem um fluxo variável através do transdutor eletroacústico. A variação do fluxo produz uma força eletromotriz enviada a um amplificador de sinal.”



Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>>. Acesso em: 12 maio 2013. (adaptado).

O eletromagnetismo consegue explicar o funcionamento de muitas tecnologias cotidianas como a guitarra elétrica e os alto-falantes. As cordas da guitarra são de aço, e não de náilon, como algumas das cordas de um violão. Qual o fenômeno em que se baseia o funcionamento de uma guitarra elétrica e por que suas cordas têm que ser metálicas?

a) Indução eletromagnética – Será essencial que se utilize uma corda metálica por ser magnetizada mais facilmente, fato que não ocorre com uma de náilon.

- b) Blindagem eletrostática – As cordas metálicas se eletrizam mais facilmente, gerando um campo magnético para o transdutor eletroacústico.
- c) Ressonância magnética – As cordas de metal são mais resistentes à tração que as de náilon.
- d) Interferência de ondas – Ondas estacionárias só podem ser geradas em cordas metálicas, jamais nas de náilon.
- e) Repulsão e atração magnética – As cordas metálicas funcionam como ímãs permanentes gerando campos magnéticos constantes, já as de náilon não são magnéticas.

2.

Lanternas sem pilhas

Qual é o segredo dessas lanternas maravilhosas?

Um ímã, ao mover-se próximo de um circuito, gera uma corrente. Existem múltiplos aparelhos baseados nesse princípio, sendo um deles a lanterna sem pilhas. Esse aparelho é, em termos, de forma semelhante a uma lanterna normal, não usando, no entanto, pilhas e nem bateria! Possui um enrolamento de fio de cobre em volta de um cilindro de plástico, que forma uma bobina cujos terminais se ligam a uma fonte luminosa. No interior do cilindro, existe um ímã que não está estático em relação à bobina podendo mover-se ao longo do cilindro. Assim, ao pegar nessa lanterna e agitá-la, o ímã move-se em relação à bobina, fazendo variar, no tempo, o fluxo que a atravessa. Isso gera uma força eletromotriz que origina uma corrente elétrica no circuito que vai fazer com que a fonte luminosa acenda. Este aparelho é bastante prático por não precisar de pilhas e nem de bateria, estando disponível a qualquer momento com uma simples agitação. Por ser tão funcional, já é produzida e comercializada por várias empresas. Claro que, se o seu princípio de funcionamento fosse apenas este, sem qualquer outra alteração, após parar de a agitar, a lanterna se apagaria, porque o fluxo deixaria de variar. Os modelos comerciais são melhorados com uma bateria interna que é recarregada com esse movimento ou então possuem um dispositivo que, sinteticamente, é um armazenador de cargas elétricas permitindo que, após se parar de agitar a lanterna, esta se mantenha acesa.

Disponível em: <<http://quark-esfhp.blogspot.com.br>>. Acesso em 31 jul. 2012 . (adaptado)

A cada dia, são desenvolvidas engenhosas invenções e, muitas delas, com o grande propósito de utilizar, da melhor forma possível, a energia. O texto anterior descreve, resumidamente, o princípio de funcionamento das chamadas lanternas sem pilhas. Ao final do texto, ressalta-se, no entanto, a importância de a lanterna se manter acesa mesmo depois de se parar de a agitar. Quais são, respectivamente, os nomes do princípio físico envolvido no funcionamento da lanterna descrita e do dispositivo de armazenamento de cargas elétricas citado ao final do texto? Em que outras possíveis aplicações cotidianas poderíamos constatar esse princípio?

- a) Efeito fotoelétrico – gerador elétrico / Aplicação cotidiana: pilhas ou baterias elétricas.
- b) Eletrização por indução – resistor / Aplicação cotidiana: chuveiros e ferros elétricos.
- c) Indução eletromagnética – capacitor / Aplicação cotidiana: microfones e alto-falantes.
- d) Eletrização por magnetismo – transformador / Aplicação cotidiana: estabilizadores de computador.
- e) Efeito termoelétrico – receptor / Aplicação cotidiana: ventiladores e lâmpadas.

3.

Saiba como funciona o sistema de carregamento sem fios de *smartphones*

Carregar a bateria do *smartphone* sem ficar escravo da tomada mais próxima é uma medida cada vez mais viável aos usuários. Modelos como Nexus 4, Galaxy S4 e os Lumia 920 e Lumia 820 têm suporte para esse recurso de fábrica, basta adquirir a estação de carregamento, repousar o aparelho sobre ela e o processo de recarga já se inicia [...].

Para fazer com que a energia seja transmitida por aproximação é usado um princípio físico, cuja característica é a criação de corrente elétrica por meio de campos magnéticos. Nos *smartphones* que suportam esse recurso, há uma bobina sensível a esse campo, criado pela estação de carregamento. Dessa forma, ao aproximar o aparelho do carregador, o campo cria uma corrente na bobina, que está ligada diretamente à bateria, carregando-a. Para que o sistema funcione, portanto, o

smartphone deve estar equipado com a bobina e outros elementos de *hardware* que garantam a transferência de energia do campo magnético para a bateria.

Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br>>. Acesso em: 1^o jun. 2014. (adaptado)

As tecnologias *wireless* (sem fio) a cada dia estão fazendo mais parte das nossas vidas e muitas delas se baseiam em princípios físicos relativamente simples, como é o caso dos carregadores sem fio de *smartphones*, sobre os quais trata o artigo. Após a leitura do texto, como pode ser explicado o mecanismo de transferência de energia entre esses carregadores sem fio e os celulares que os utilizam?

a) Esses dispositivos baseiam-se no Princípio da Indução Eletrostática, segundo a qual o carregador fica eletrizado e induz cargas de sinais opostos na bobina do celular, transmitindo assim energia elétrica.

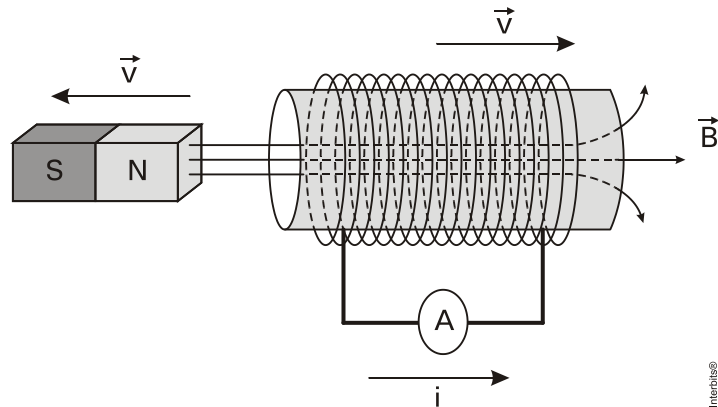
b) Esses dispositivos baseiam-se no Princípio da Atração Magnética, no qual polos magnéticos opostos (norte e sul) são confrontados pelo contato do *smartphone* com o carregador e, conseqüentemente, o campo magnético criado acaba transmitindo energia elétrica, por meio da movimentação de cargas elétricas na bobina.

c) Esses dispositivos baseiam-se na geração de ondas mecânicas por ressonância entre a bobina do *smartphone* e o campo magnético do carregador.

d) Esses dispositivos baseiam-se no Princípio da Indução Eletromagnética, no qual o campo magnético gerado no carregador induz a movimentação de cargas elétricas na bobina do *smartphone*, transmitindo assim energia elétrica.

e) Esses dispositivos baseiam-se no Princípio da Eletrização por Contato, na qual ocorre uma troca direta de cargas elétricas entre o carregador e o *smartphone* em contato com ele. O campo magnético é quem faz a conexão entre os dois dispositivos, como se fosse um fio condutor de energia elétrica.

4. (Enem 2014) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a v , induzindo uma corrente elétrica de intensidade i , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a

- esquerda e o imã para a direita com polaridade invertida.
- direita e o imã para a esquerda com polaridade invertida.
- esquerda e o imã para a esquerda com mesma polaridade.
- direita e manter o imã em repouso com polaridade invertida.
- esquerda e manter o imã em repouso com mesma polaridade.

5. (Enem 2ª aplicação 2010) Há vários tipos de tratamentos de doenças cerebrais que requerem a estimulação de partes do cérebro por correntes elétricas. Os eletrodos são introduzidos no cérebro para gerar pequenas correntes em áreas específicas. Para se eliminar a necessidade de introduzir eletrodos no cérebro, uma alternativa é usar bobinas que, colocadas fora da cabeça, sejam capazes de induzir correntes elétricas no tecido cerebral.

Para que o tratamento de patologias cerebrais com bobinas seja realizado satisfatoriamente, é necessário que

- haja um grande número de espiras nas bobinas, o que diminui a voltagem induzida.
- o campo magnético criado pelas bobinas seja constante, de forma a haver indução eletromagnética.
- se observe que a intensidade das correntes induzidas depende da intensidade da corrente nas bobinas.
- a corrente nas bobinas seja contínua, para que o campo magnético possa ser de grande intensidade.
- o campo magnético dirija a corrente elétrica das bobinas para dentro do cérebro do paciente.

AULAS 09 E 10: GERADOR E TRANSFORMADOR

PLANO DE AULA, COM INSTRUÇÕES.

Metodologia principal: Laboratório virtual

Duração: 100 minutos.

Objetivos:

- Conhecer o funcionamento de um gerador;
- Diferenciar os tipos de geradores;
- Compreender o funcionamento e as utilidades de um transformador.

Conteúdos:

- Gerador;
- Alternador;
- Transformador.

Plano de ação recomendado:

Dividimos as aulas da seguinte forma:

1. Exposição dos conteúdos aos alunos. Duração – **30 minutos**;
2. Realização do procedimento experimental. Duração – **20 minutos**;
3. Resolução do questionário de fixação. Duração – **20 minutos**;
4. Visualização do vídeo. Duração – **10 minutos**;

Esse vídeo traz imagens e animações que aprofundam o aprendizado sobre o princípio de funcionamento de um transformador de tensão. Reforçando mais uma vez, as inúmeras aplicações cotidianas de tais dispositivos.

5. Resolução do questionário avaliativo. Duração – **20 minutos**.

Observações:

Os tópicos não comentados nessas aulas, podem ser lembrados nas aulas 01 e 02, uma vez que se trata da mesma metodologia principal empregada: Laboratório virtual.

O professor(a) poderá e deverá intervir sempre que achar necessário, pois ele é pleno conhecedor da sua sala de aula e, portanto, apto a otimizar as nossas recomendações.

AULAS 09 E 10: GERADOR E TRANSFORMADOR

FUNDAMENTOS

Gerador

Um **gerador** elétrico é um dispositivo que transforma em energia elétrica qualquer outra forma de energia.

No nosso estudo, consideraremos os geradores mecânicos, que transformam energia mecânica em energia elétrica, através da indução eletromagnética.

Assim, um **dinamo** pode produzir dois tipos de corrente elétrica:

- Corrente alternada: alterna periodicamente a intensidade e o sentido de propagação.

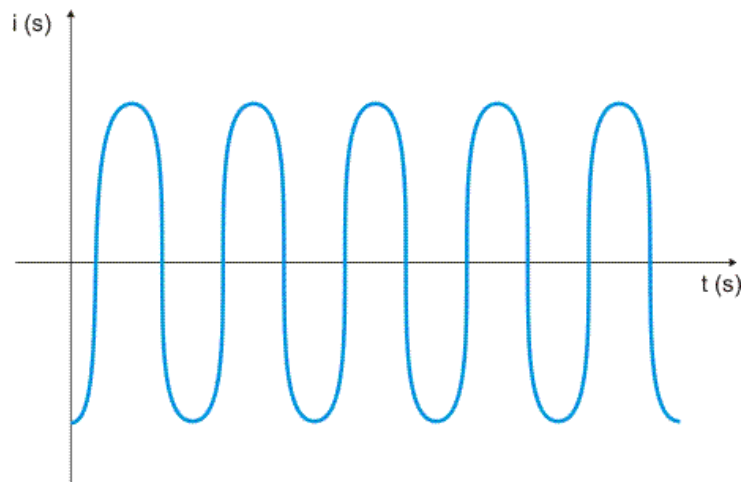


Figura 16: Corrente alternada.

Fonte: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/caecc.php>. Acesso em: 26/07/18.

- Corrente contínua pulsante: mantém constante o sentido de propagação, mas sofre variações periódicas em sua intensidade.

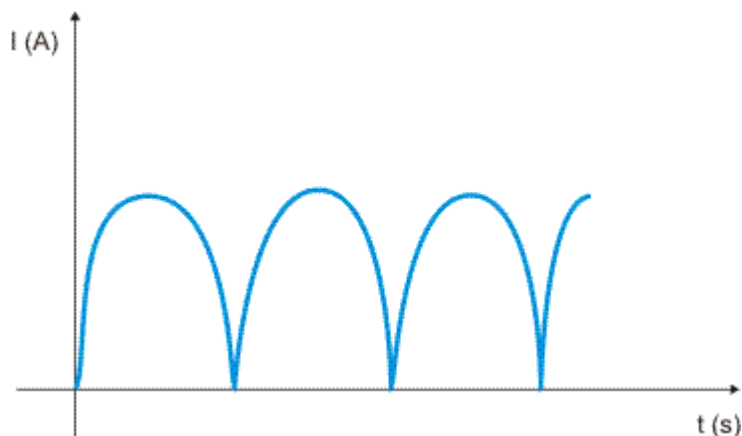


Figura 17: Corrente contínua pulsante.

Fonte: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/caecc.php>. Acesso em: 26/07/18.

Transformador

Um **transformador** é um dispositivo que trabalha com corrente alternada, e transmite de a energia elétrica de um circuito a outro, modificando a tensão, utilizando o princípio da indução eletromagnética.

Ele é composto basicamente por um núcleo de ferro, e duas bobinas com números de espiras diferentes: a primária e a secundária.

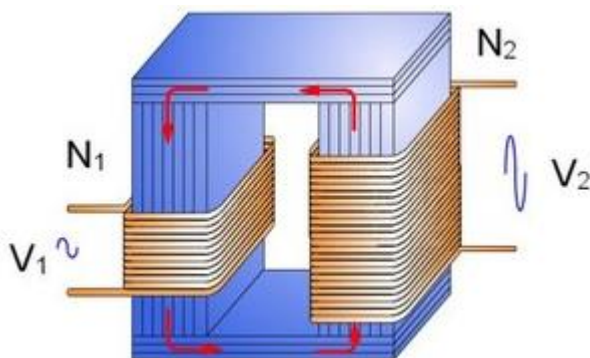


Figura 18: Transformador.

Fonte: www.educacao.globo.com/fisica/assunto/eletromagnetismo/inducaao.html. Acesso em: 26/07/18.

A tensão de entrada e de saída depende da relação entre os números de espiras das bobinas primária e secundária. Assim, temos:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Onde:

V_1 = tensão no enrolamento primário (entrada);

V_2 = tensão no enrolamento secundário (saída);

N_1 = número de espiras no enrolamento primário;

N_2 = número de espiras no enrolamento secundário.

Se considerarmos que não haverá perda de energia, as potências nos enrolamentos primário e secundário são iguais, assim, temos:

$$V_1 \cdot i_1 = V_2 \cdot i_2$$

Onde:

i_1 = corrente no enrolamento primário;

i_2 = corrente no enrolamento secundário.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Abra o aplicativo Física na escola no tópico **XI – Corrente alternada**, item 1: Alternador e dínamo;

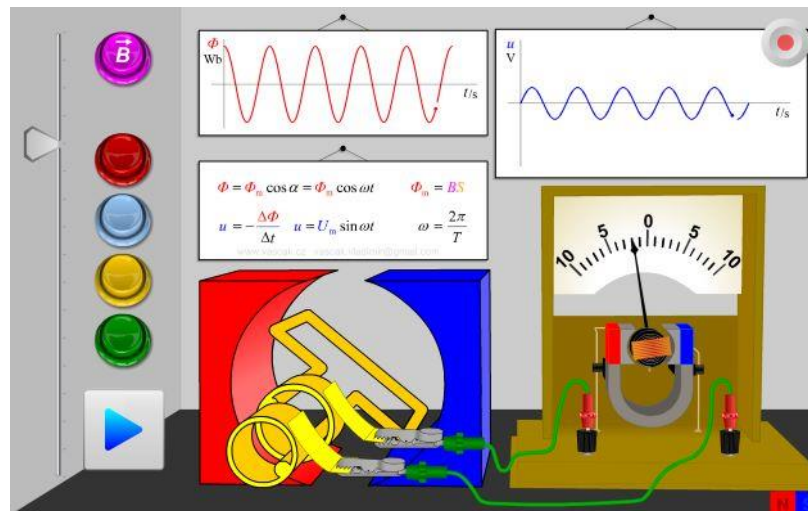


Figura 19: Tela inicial da simulação: Alternador e dínamo.

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

2. Toque no botão rosa no canto superior esquerdo, observe o campo magnético no gerador, e indique o tipo de corrente que está sendo produzida;

3. Toque na seta azul no canto inferior esquerdo, observe e indique todas as mudanças que ocorreram n simulação;

4. Abra o aplicativo Física na escola no tópico **XI – Corrente alternada**, item 5: Transformador;



Figura 20: Tela inicial da simulação: Transformador.

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor.

5. Segurando o botão azul sobre a fonte de alimentação, e tocando sobre as bobinas primárias e secundárias, respectivamente, nos cantos inferiores esquerdo e direito, ajuste os valores e preencha a tabela abaixo;

Tensão de entrada (V)	Número de espiras no enrolamento primário	Número de espiras no enrolamento secundário	Tensão de saída (V)
30	300	600	
220	300	1200	
100	12 000	600	
80	1 200		20
50		1 200	100

Tabela 1: Tensões de entrada e saída.

QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO

1. Quando qualquer aparelho é ligado em uma tomada, seja em 110 V ou 220 V, ele é alimentado com uma corrente alternada. Entretanto, o circuito do computador, por exemplo, funciona com corrente contínua. Como isso é possível?

2. As nossas residências são alimentadas com corrente alternada, que assumem valores positivos, negativos e nulos. Contudo, nos aparelhos elétricos não param de funcionar. Explique porque isso acontece.

3. Qual é a função dos transformadores elétricos? Em que situações do seu cotidiano, você faz uso dos mesmos?

4. Existe diferença entre alternador e dínamo? Explique.

5. Cite os três principais tipos de usinas geradoras de eletricidade na matriz energética brasileira. Quais os tipos de geradores, e quais as principais transformações de energia que ocorrem em cada uma delas?

VÍDEO: *Transformador – Princípio de funcionamento.* Disponível no sitio: https://www.google.com.br/search?q=transformador&source=lnms&tbn=vid&sa=X&ved=0ahUKEwji1trolr7cAhWCC5AKHeyvCVsQ_AUIDCgD. Acesso em: 26/07/18.

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

1. (Enem 2ª aplicação 2010) Os dinamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que a parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada energia elétrica para acender a lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um ímã e uma bobina.



Disponível em: <http://www.if.usp.br>. Acesso em: 1 maio 2010.

O princípio de funcionamento desse equipamento é explicado pelo fato de que a

- a) corrente elétrica no circuito fechado gera um campo magnético nessa região.
- b) bobina imersa no campo magnético em circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- c) bobina em atrito com o campo magnético no circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- d) corrente elétrica é gerada em circuito fechado por causa da presença do campo magnético.
- e) corrente elétrica é gerada em circuito fechado quando há variação do campo magnético.

2. (UFRGS) O primário de um transformador alimentado por uma corrente elétrica alternada tem mais espiras do que o secundário. Nesse caso, comparado com o primário, no secundário:

- a) a diferença de potencial é a mesma e a corrente elétrica é contínua
- b) a diferença de potencial é a mesma e a corrente elétrica é alternada
- c) a diferença de potencial é menor e a corrente elétrica é alternada
- d) a diferença de potencial é maior e a corrente elétrica é alternada
- e) a diferença de potencial é maior e a corrente elétrica é contínua

3. Uma máquina de solda elétrica precisa operar com uma corrente elétrica de 400 A para que haja potência dissipada suficiente para fundir as peças metálicas. A potência necessária é dada por $P = R \cdot i^2$, onde R é a resistência dos eletrodos de solda. Com a intenção de obter esse valor de corrente elétrica, utiliza-se um transformador, que está ligado a uma rede elétrica cuja tensão vale 110 V, e pode fornecer um máximo

de 40 A. Qual deve ser a razão do número de espiras entre o enrolamento primário e o secundário do transformador, e qual a tensão de saída?

- a) $N_1/N_2 = 5$; $V = 9$
- b) $N_1/N_2 = 10$; $V = 11$
- c) $N_1/N_2 = 15$; $V = 15$
- d) $N_1/N_2 = 20$; $V = 20$
- e) $N_1/N_2 = 25$; $V = 22$

4. Calcule a razão entre os números de espiras no primário e no secundário, de um transformador elétrico que reduz a tensão de 440 V para 110 V.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

5. (Unisinos-RS) As companhias de distribuição de energia elétrica utilizam transformadores nas linhas de transmissão. Um determinado transformador é utilizado para baixar a diferença de potencial de 3 800 V (rede urbana) para 115 V (uso residencial).

Nesse transformador:

- I. O número de espiras no primário é maior que no secundário;
- II. A corrente elétrica no primário é menor que no secundário;
- III. A diferença de potencial no secundário é contínua.

Das afirmações acima:

- a) Somente I é correta.
- b) Somente II é correta.
- c) Somente I e II são corretas.
- d) Somente I e III são corretas.
- e) I, II e III são corretas.

ANEXO B: QUESTIONÁRIO DA PESQUISA POSTERIOR A APLICAÇÃO.

1. Você já tinha usado smartphones durante os seus estudos?

2. Se respondeu sim. Quando e como?

3. Você achou que o uso do Smartphone lhe auxiliou na fixação dos conteúdos?
Explique.

4. Você já tinha estudado com laboratórios virtuais? Quando e como?

5. Os laboratórios virtuais usados durante a aplicação do produto, lhe ajudaram na fixação do conteúdo?

6. Você pretende continuar usando aplicativos para estudar? Por quê?
