



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

GERINALDO DA SILVA

**RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DE
ENSINO PROBLEMATIZADORA PARA A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

**CAMPINA GRANDE - PB
2022**

GERINALDO DA SILVA

**RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DE
ENSINO PROBLEMATIZADORA PARA A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

Trabalho de Dissertação apresentado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual da Paraíba e da Sociedade Brasileira de Física, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física na Educação Básica.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde

CAMPINA GRANDE - PB
2022

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586r Silva, Gerinaldo da.
Ressonância magnética no ensino de Física [manuscrito] : uma proposta de ensino problematizadora para a Educação de Jovens e Adultos / Gerinaldo da Silva. - 2022.
84 p.

Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2022.
"Orientação : Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde, Coordenação do Curso de Física - CCT."

1. Eletromagnetismo. 2. Ressonância Magnética. 3. Sequência de Ensino. 4. Educação de Jovens e Adultos - EJA. 5. Ensino de Física. I. Título

21. ed. CDD 530.7

GERINALDO DA SILVA

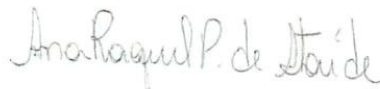
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DE
ENSINO PROBLEMATIZADORA PARA A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Trabalho de Dissertação apresentado ao
Mestrado Nacional Profissional em Ensino
de Física da Universidade Estadual da
Paraíba e da Sociedade Brasileira de
Física, como requisito parcial à obtenção
do título de mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física na Educação
Básica.

Aprovada em: 08 / 09 / 2022.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (DF-UEPB)



Profa. Dra. Morgana Lígia de Farias Freire
Universidade Estadual da Paraíba (DF-UEPB)



Profa. Dra. Elisabete Carlos do Vale
Universidade Estadual da Paraíba (DE-UEPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, toda a honra e toda glória a Ele seja dada, por ter me fortalecido, me guiado e me sustentado, por me proporcionar esse momento tão especial, sempre com fé e dedicação para superar as dificuldades que surgem em nossa caminhada.

À minha esposa, por sempre estar comigo, me apoiando, sofrendo comigo e me motivando para vencer os obstáculos surgidos.

Agradeço aos meus familiares, em especial aos meus irmãos, avó, tios, primos e amigos que sempre me apoiaram nas minhas decisões e compreenderam minhas ausências.

Agradeço, em especial, à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Ana Raquel Pereira de Ataíde, pelo apoio, dedicação e empenho dado a este trabalho de conclusão do Mestrado.

Aos professores do mestrado, por tanto conhecimento e contribuições na realização dessa pesquisa.

Agradeço a todos os meus colegas que fiz no mestrado, que caminharam junto comigo nesta etapa da vida, pela amizade e apoio nas dificuldades e alegrias. Agradeço também a Escola Estadual de Ensino Médio Iolanda Tereza Chaves Lima, aos meus colegas professores e alunos, pela dedicação para que a proposta de dissertação e conclusão fosse realizada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos, muito obrigado!

Ainda que eu distribuísse todos os meus bens aos famintos, ainda que entregasse o meu corpo às chamas, se não tivesse o amor, nada disso me adiantaria (1 Coríntios 13,3).

RESUMO

Diversos trabalhos de pesquisa sobre o ensino da Física na educação básica, e de modo particular, na educação de jovens e adultos (EJA) enquanto modalidade de ensino, apontam para as dificuldades dos alunos da EJA em compreender os conteúdos abordados na Física e, principalmente, de relacioná-los com os fenômenos naturais que ocorrem em seu cotidiano. Tal perspectiva está associada a práticas pedagógicas tradicionais que reproduzem na EJA as mesmas práticas do chamado “ensino regular” e não percebem os estudantes dessa modalidade de ensino em suas múltiplas dimensões. Na maioria das vezes, são elaborados planos que vão permeando as aulas com narrativas de ‘dono do saber’, com a exposição dos temas e preenchendo seus horários com resolução de atividades que pouco, ou quase nada, tem a acrescentar na formação do educando. Essas atividades devem servir de suporte para que o estudante integre com sua participação no processo de formação e resolução de problemas sociais, permitindo a ação direta do estudante e que o professor lhe apoie na elaboração de hipóteses, fazendo da sala de aula um espaço de diálogo mútuo, onde quem está aprendendo também aprende a ensinar. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta como objetivo explorar os conteúdos de Física, mais especificamente sobre eletromagnetismo, abordando o tema ressonância magnética, em uma perspectiva problematizadora com enfoque nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1990). O processo ocorrerá em três momentos distribuídos da seguinte maneira: problematização inicial, que busca extrair informações acerca dos saberes iniciais do aluno, em seguida, a organização do conhecimento no qual será apresentado o conteúdo de Física e, por último, a aplicação do conhecimento, que verificará os conhecimentos adquiridos pelo educando. Dessa forma, pretendemos oferecer ao professor de Física do Ensino Médio, mais especificamente das turmas do 3º ano do Ensino de Jovens e Adultos (EJA), uma proposta de ensino que tem no estudante a peça fundamental no processo de ensino e aprendizagem, uma sequência de ensino que traz o estudante para o centro do processo de formação do cidadão, permitindo ao professor uma didática em sala de aula que trabalhe com o cotidiano e vivências do estudante.

Palavras-Chave: Eletromagnetismo; Ressonância Magnética; Sequência de Ensino; EJA.

ABSTRACT

Several research works on the teaching of physics in basic education, and in particular Youth and Adult Education (EJA), as a teaching modality, point to the difficulties of EJA students in understanding the subjects covered in physics and, mainly to relate them to the natural phenomena that occur in their daily lives. This perspective is associated with traditional pedagogical practices that reproduce in EJA the same practices of the so-called "regular education" and do not perceive the students of this type of education in its multiple dimensions. Most of the time, plans are drawn up that permeate the classes with narratives of the 'owner of knowledge', with the exposure of themes and filling their schedules with resolution of activities that have little, or almost nothing, to add to the education of the student. These activities should serve as support for the student to integrate with his participation in the process of formation and resolution of social problems, allowing the student to act directly and for the teacher to support him in the elaboration of hypotheses, making the classroom a space for dialogue. mutual, where those who are learning also learn to teach. In this context, the present work aims to explore the contents of Physics, more specifically on electromagnetism, approaching the topic of magnetic resonance, in a problematizing perspective focusing on the three pedagogical moments proposed by Delizoicov (2001) and Angotti (1990). The process will take place in three moments distributed as follows: initial problematization, which seeks to extract information about the student's initial knowledge, then, the organization of knowledge in which the content of Physics will be presented and, finally, the application of knowledge, that will verify the knowledge acquired by the student. In this way, we intend to offer the High School Physics teacher, more specifically for the 3rd year classes of Youth and Adult Education (EJA), a teaching proposal that has the student as the fundamental piece in the teaching and learning process, a teaching sequence that brings the student to the center of the citizen's formation process, allowing the teacher a classroom didactic that works with the student's daily life and experiences.

KeyWords: Electromagnetism; Magnetic Resonance; Teaching Sequence; EJA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Percentual de água no corpo humano	30
Figura 2 - Alinhamento do núcleo de hidrogênio ao campo magnético e excitação por radiação.....	31
Figura 3 - Alinhamento dos spins.	32
Figura 4 - Configuração dos átomos quando exposto ao campo magnético.....	32
Figura 5 - Giroscópio do spin do núcleo.	33
Figura 6 - Exame por ressonância magnética.	34
Figura 7- Imagem do joelho por RM.	34
Figura 8 - Imagem do crânio por RM.....	35
Figura 9 - Escala de frequência do espectro eletromagnético.....	36
Figura 10 - Corrente elétrica em um fio.....	37
Figura 11 - Campo magnético espacial.....	38
Figura 12 - Apresentação da proposta de intervenção.....	41
Figura 13 - Alunos interagindo com os questionamentos.....	42
Figura 14 - Imagem por raio-x.	43
Figura 15 - Imagem por ressonância magnética e raio-x.	44
Figura 16 - Níveis de radiação.	45
Figura 17 - Percentual de água no corpo humano.	46
Figura 18 - Simulador PhET.....	48
Figura 19 - Exposição de vídeo sobre ressonância magnética.	49
Figura 20 - Órgãos do corpo humano.	50
Figura 21 - Imagem por raio-x.	51

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	09
2.	REFERENCIAL TEÓRICO EM ENSINO	13
2.1.	A Educação de Jovens e Adultos no Brasil: Aspectos históricos....	13
2.2.	Abordagem problematizadora.....	18
2.2.1.	<i>Os três momentos pedagógicos.....</i>	22
3.	REFERENCIAL TEÓRICO EM FÍSICA.....	28
3.1.	Campo Magnético.....	28
3.2.	Radiação Eletromagnética.....	29
3.3.	Ressonância Magnética.....	31
3.4.	Processo de Ressonância Magnética com o Átomo e Excitação.....	32
3.5.	Alinhamento do Spin do Átomo.....	32
3.6.	Excitação dos Átomos.....	33
3.7.	Procedimento do Exame por RM.....	34
3.8.	Imagens por Ressonância Magnética.....	35
3.9.	Campo Magnético Produzido por Corrente Elétrica	38
4.	PERCURSO METODOLÓGICO	40
4.1.	O Público Alvo.....	41
4.2.	Elaboração da Proposta de Intervenção.....	41
4.3.	Aplicação da Proposta.....	42
4.4.	Avaliação da Proposta.....	42
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.1.	Desenvolvimento da Atividade Proposta.....	42
5.1.1.	<i>Relato da Intervenção I.....</i>	42
5.1.2.	<i>Relato da Intervenção II.....</i>	48
5.1.3.	<i>Relato da Intervenção III.....</i>	51
5.2.	Considerações referentes à Sequência de Ensino aplicada e a aceitação dos alunos.....	55
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL	60

1. INTRODUÇÃO

Minha trajetória docente foi iniciada muito cedo. No segundo semestre do curso de graduação, eu já estava lecionando em turmas dos anos finais do Ensino Fundamental, mais especificamente, na disciplina de Matemática. No ano de 2013 comecei a trabalhar no Ensino Médio, com turma do ensino regular. Dois anos depois assumi turmas da modalidade de Educação de Jovens e Adultos - EJA¹, do Ensino Médio. Nessa ocasião, tive um grande choque de realidade, pois grandes eram os desafios para serem superados diante das dificuldades encontradas no processo de ensino para este público. Nessa nova etapa, um dos grandes desafios que enfrentei foi a grande rejeição que os alunos tinham ao ensino de Física, visto que, pela falta de uma formação para atuar nessa modalidade de ensino, terminava por reproduzir a mesma metodologia que utilizava no chamado ensino regular, e isso acarretou muita desistência, não somente por conta da Física, mas também por conta de outras metodologias utilizadas por colegas professores nesta mesma modalidade de Ensino. Dentro de formações oferecidas pelas instituições de ensino, pudemos sanar um pouco dessa dificuldade de trabalhar com esse público. Isso me levou a buscar esse mestrado profissional em Ensino de Física, bem como buscar temas que, tanto contribuam com a prática do professor em sala de aula, quanto levem aos educandos uma formação mais sólida na sua perspectiva de vida.

No contexto educacional, muitos jovens enfrentam dificuldades para concluir os anos finais da Educação Básica. Podemos destacar vários aspectos que levam esses jovens a uma desistência ou abandono escolar, tais como as desigualdades e exclusão social, trabalho, entre outros. Tudo isso acarreta problemas na formação do indivíduo enquanto agentes ativos e transformadores, levando muitos jovens e até mesmo adultos, a concluir o ensino médio em uma faixa etária fora do estabelecido (BRASIL, 1996).

A EJA enquanto modalidade de ensino da educação básica é um direito de todos os cidadãos e dever do Estado a sua oferta, conforme assegurado pela Constituição Federal do Brasil de 1988 e reafirmado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96). Nesse processo, a oferta da educação deveria ser, se não a melhor, mas que fosse dada a mínima atenção e zelo a esses jovens e adultos que, por diversos fatores, não tiveram a oportunidade, ou se tiveram, foram

¹ Ao mencionarmos a Educação de Jovens e Adultos apresentaremos também a sigla EJA no decorrer do presente trabalho.

condicionados ou impossibilitados de concluírem a Educação Básica com qualidade e tempo adequados.

Na modalidade de ensino EJA é preciso analisar a prática docente diante dos obstáculos que esse ensino traz. Poderíamos nos perguntar de qual forma podemos contribuir para uma melhoria na EJA? Nessa perspectiva não queremos questionar a prática do professor dentro de suas limitações, sejam elas no acervo de materiais de apoio ao professor ou no espaço físico da escola que, diga-se de passagem, são muito limitados. Mas, qual a nossa contribuição enquanto educador para esta modalidade de ensino? Será que estamos preocupados com essa classe de pessoas que, na maioria das vezes, voltam à sala de aula meramente para buscar um certificado que irá para uma gaveta alimentar as traças? São muitas as indagações a respeito da EJA no Brasil, em um país marcado por desigualdade econômica, social, em que uma minoria da sociedade está mergulhada em direitos e privilégios que eles mesmos criam e ditam as regras, oprimindo a classe que já é oprimida.

O educador que trabalha na modalidade de ensino EJA precisa estar inserido nesse universo de conhecimento a respeito das especificidades da EJA, tais como, o currículo que é diferenciado do Ensino Médio regular, o público e o tempo, esses são alguns fatores que diferem na metodologia do professor para esta modalidade de ensino, que precisa levar em conta os conhecimentos adquiridos pelo indivíduo em sua existência, bem como uma abordagem que valorize a troca de conhecimentos entre os estudantes, assim como entre estudantes e professores.

O ensino na EJA exige do professor uma metodologia que favoreça a aprendizagem do educando de um modo mais efetivo, que traga nos temas abordados, situações em que o indivíduo esteja inserido, valorizando o seu conhecimento prévio, para que ele possa compreender e modificar de forma ativa e consciente, de modo a encurtar esse distanciamento entre ele e a ciência. As dificuldades não param por aí, exigindo do educador uma criatividade que pode até mesmo ultrapassar sua formação acadêmica. Triste realidade em que muitos jovens e adultos, que estão inseridos nessa modalidade de ensino, seja devido à diferença de idade em relação aos alunos do regular, seja porque atrasaram a conclusão do Ensino Fundamental ou do Ensino Médio, chegam com uma grande dificuldade em assuntos simples, como por exemplo, não saber realizar uma operação simples da

matemática. É nessa perspectiva que precisamos buscar meios de alcançar essas pessoas, tendo em vista uma metodologia assertiva para um público diversificado.

Em familiaridade com o ensino na EJA podemos perceber que o ensino para esta modalidade deixa a desejar, tanto no ensino da Física, quanto nos demais componentes curriculares, frustrando as expectativas de muitos jovens que esperam uma aprendizagem que venha contribuir na sua vida profissional ou na perspectiva pessoal.

O professor do Ensino Médio na modalidade EJA, além de assumir uma responsabilidade imensa e desafiadora, vivencia um aumento nas dificuldades quando se ocupam do ensino na área de Ciências da Natureza, mais especificamente em Física. Muitos trazem um histórico não muito agradável, criando assim, uma grande resistência no processo de ensino e aprendizagem.

Nesta perspectiva, elaboramos uma proposta que busca problematizar o ensino, que possibilite a participação do estudante no processo de formação, que trará seus conhecimentos prévios para mais perto do tema que será estudado. A partir das considerações que vem sendo expostas no presente trabalho, formulamos como objetivo o seguinte: Construir uma sequência de ensino diferenciada que aborde o conteúdo de Eletromagnetismo, partindo do tema gerador Ressonância Magnética - RM, para turmas do Ensino Médio na modalidade de EJA.

A opção por esse tema para a presente dissertação se deu pelo fato de que, tendo uma experiência em sala de aula, principalmente com alunos do Ensino Médio, em especial da EJA, percebemos o quanto o professor tem dificuldade para trabalhar com alguns temas da Física nesta modalidade, tendo em vista métodos que cheguem de forma familiar, cotidiana ou que possam ser vivenciados em algum momento da vida do aluno. Nessa perspectiva, algumas perguntas se fazem necessária para este trabalho, tais como: Uma proposta didática, utilizando a abordagem problematizadora à metodologia dos três momentos pedagógicos é adequada para o ensino da Física na EJA? A utilização de temas geradores referentes à aplicações tecnológicas em sala de aula pode favorecer o processo de ensino e aprendizagem da Física na EJA? Em que medida essa “metodologia diferenciada” é aceita pelos estudantes e se, em suas visões ela favorece ou dificulta o processo de ensino e aprendizagem da Física na EJA? Essas indagações são válidas, pois nos remete fatores importantes para o ensino na modalidade EJA.

Dentro desta visão, resolvemos trabalhar com o tema “Ressonância Magnética no ensino de Física: uma proposta de ensino problematizadora para a Educação de Jovens e Adultos”, em uma perspectiva que gere um produto educacional para o professor, abordando temas relacionados à Física, tendo como foco a EJA.

Quando nos propomos a ensinar turmas de EJA, assumimos um compromisso que vai muito além de transmitir conteúdos e cumprir carga horária estabelecida já que, o professor fica na situação em que seus referenciais ou os materiais de apoio pedagógico - isso quando os têm - não condizem com a proposta do ensino para a EJA. Apresentamos como experiência essa realidade, na qual os alunos dessa modalidade são tratados com o mesmo ritmo que os do Ensino Médio regular, sem nenhuma metodologia diferenciada e, muitas vezes, a orientação é que se faça uma simplificação do conteúdo com o argumento que o estudante da EJA, encontra-se ali, na escola, apenas para terminar o ensino médio e conquistar seu certificado.

Nossa proposta é quebrar a ideia de um ensino centrado em práticas tradicionais, propondo possibilidades ou métodos de aproximação do conteúdo, no qual será trabalhado com o conhecimento trazido pelo educando e, a partir daí sejam inseridas estratégias de ensino em que o educando veja significado naquilo que ele está estudando.

2. REFERENCIAL TEÓRICO EM ENSINO

Neste capítulo, apresentamos o referencial teórico que embasa a estrutura deste trabalho com relação a EJA no Brasil e a abordagem problematizadora na perspectiva dos três momentos pedagógicos. Esses referenciais foram utilizados como apoio para a elaboração da sequência de ensino (produto educacional) que foi descrita nesta dissertação.

2.1. A Educação de Jovens e Adultos no Brasil: Aspectos históricos

A história da Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Brasil perpassa por vários cenários ao longo de décadas, o que contribuiu para o formato dessa modalidade de ensino na atualidade. Todas essas transformações foram recorrentes de vários fatores, sejam eles sociais, políticos, econômicos, fatores esses que foram determinantes em cada momento da história desse país, na qual tem na essência, vários pré-requisitos para a adoção dessa modalidade de ensino (LOPES e SOUSA, 2005).

Como podemos relatar, o processo de alfabetização nos tempos mais coloniais se deu pela necessidade de capacitar os colonos para que os mesmos aprendessem as regras e os costumes que seriam impostas pela corte, bem como obedecessem de forma direta às atividades do estado.

Inicialmente a alfabetização de adultos para os colonizadores, tinha como objetivo instrumentalizar a população, ensinando-a a ler e escrever. Essa concepção foi adotada para que os colonos pudessem ler o catecismo e seguir as ordens e instruções da corte, os índios pudessem ser catequizados e, mais tarde, para que os trabalhadores conseguissem cumprir as tarefas exigidas pelo Estado. (LOPES e SOUSA, 2005, p. 3)

Na década de 30, do século passado, foi criado um plano nacional de educação, o qual atribuía ao estado o dever de disponibilizar uma educação voltada para adultos, incluindo algumas modalidades que exigia uma formação integral de caráter formador direcionado especificamente para os adultos (LOPES e SOUSA, 2005).

A década de 40 trouxe muitas novidades no cenário da EJA, tais como:

A criação e a regulamentação do Fundo Nacional do Ensino Primário (FNEP); a criação do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP); o surgimento das primeiras obras dedicadas ao ensino supletivo; o lançamento da Campanha de Educação de Adolescentes e Adultos (CEAA), e outros. Este conjunto de iniciativa permitiu que a educação de adultos se firmasse como uma questão nacional. Ao mesmo tempo, os movimentos internacionais e organizações como a UNESCO, exerceram influência positiva, reconhecendo os trabalhos que vinham sendo realizados no Brasil e estimulando a criação de programas nacionais de educação de adultos analfabetos. (LOPES e SOUSA, 2005, p. 4)

Ainda na década de 40, no âmbito dos projetos nacionais, começou-se a implantar uma política de desenvolvimento urbano, visando uma mão de obra mais qualificada e que se estendesse até a zona urbana, deixando o modelo que era voltado ao agricultor e ao meio rural, assumindo modelos industriais voltados para o homem da zona urbana, os quais precisavam atingir pré-requisitos mínimos estabelecidos que atendessem a essa nova realidade, criando a necessidade de uma mão de obra qualificada e alfabetizada (LOPES e SOUSA, 2005).

Neste mesmo período, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) implantou campanhas que tinham como objetivo capacitar os adolescentes de modo a inseri-los no mercado de trabalho, como também alfabetizá-los, capacitando-os em diversas áreas, mas com objetivos em comum. Essa campanha que foi denominada de Campanha de Educação de Adolescentes e Adultos (CEAA), tinha como seu principal objetivo proporcionar a alfabetização em grande escala e a capacitação para o mercado de trabalho. No meio urbano, seria uma preparação para indústria e no meio rural, seria para a permanência do homem do campo no campo.

(...) A partir de 1947, houve inúmeras iniciativas governamentais para erradicação do analfabetismo, até então entendida como educação de jovens e adultos. Neste ano, atendendo aos apelos da UNESCO, o governo de Eurico Gaspar Dutra lança a Campanha de Educação de Adolescentes e Adultos - CEAA. (COSTA, 2009, p. 3).

Segundo Costa (2009), vários outros programas foram criados, no entanto, nenhum teve êxito.

Além da CEAA, várias campanhas foram realizadas, porém nenhuma delas logrou êxito. Entre essas campanhas, podemos destacar: Campanha Nacional de Erradicação do Analfabetismo (1958, Governo Juscelino Kubitschek); Movimento de Educação de Base (1961, Confederação Nacional de Bispos do Brasil – CNBB); Movimento Brasileiro de Alfabetização - (MOBRAL - Governos militares); Fundação Nacional de Educação de Jovens e Adultos - Educar (1985, Governo José Sarney); Programa Nacional de Alfabetização e Cidadania - PNAC (1990, Governo

Fernando Collor de Mello); Declaração Mundial de Educação para Todos (1993, assinada pelo Brasil em Jomtien, Tailândia); Plano Decenal de Educação para Todos (1993, Governo Fernando Itamar Franco); Programa Alfabetização Solidária (1997, governo Fernando Henrique Cardoso). (COSTA, 2009, p. 4)

Antes disso, vários outros planos e estratégias para a EJA foram realizados, porém, as dificuldades financeiras, entre outros problemas políticos, não permitiram uma continuidade desses projetos para a educação.

Podemos destacar um dos projetos que mais se aproximou de resultados positivos, mas que não foi bem aceito porque ia de encontro à classe burguesa, contrariando os interesses da elite, que manipulava a classe mais pobre e os mais marginalizados dentro de sua ignorância: o Programa Nacional de Alfabetização, que tinha como base o método proposto por Paulo Freire. Nesse método, o sujeito era convidado a ser ativo na sua formação, atuando como protagonista na sua formação, podendo criar e recriar a sua história, pautado em uma educação não “bancária”, e enxergando o estudante como ser que faz parte do contexto social. “A educação na visão freireana remetente ao processo de alfabetização é pautada na conscientização do indivíduo” (SILVA, 2019, p. 16).

A história da EJA no Brasil está muito ligada a Paulo Freire. O método Paulo Freire, desenvolvido na década de 60, teve sua aplicação na cidade de Angicos, no Rio Grande do Norte. E, com o sucesso da experiência, passou a ser conhecido em todo o país, sendo praticado por diversos grupos de cultura popular. (LOPES e SOUSA, 2005, p. 10)

As ideias de Paulo Freire e a forma de educar proposta por ele iam de encontro aos interesses das elites brasileiras, uma vez que a sua concepção de educação tinha a reflexão e conscientização como princípios básicos e isso colocava em risco a manutenção do status da elite, que se sustentava e se mantinha dominante a partir da ignorância das massas. Vendo seus interesses ameaçados, as elites impediram a continuidade do trabalho educativo/político, reflexivo/libertador, acusando seu propositor, Paulo Freire, de subversivo (COSTA, 2009, p. 6).

Na década de 70, deu-se início às ações do Movimento Brasileiro de Alfabetização - o MOBREAL, que foi planejado para acabar com o analfabetismo em um período de dez anos. É importante ressaltar que nesse período o país estava sendo comandado pelo regime militar. E como destaca Lopes e Sousa (2005), após

esse período de dez anos, os índices apontavam 25,5% de pessoas analfabetas para a população de 15 anos ou mais.

O objetivo do programa era fazer uma educação como adaptação aos padrões de vida modernos; preparar mão-de-obra para o mercado de trabalho e acabar com os focos de conscientização política presente nos programas executados no período de 1960 a 1964. (COSTA, 2009, p. 6)

Outro programa que foi implantado, por volta de 1971, o Supletivo, segundo Lopes e Sousa (2005), foi marco importante para a Educação de Jovens e Adultos no Brasil. “O objetivo era escolarizar um grande número de pessoas, mediante um baixo custo operacional, satisfazendo às necessidades de um mercado de trabalho competitivo, com exigência de escolarização cada vez maior” (LOPES e SOUSA, 2005, p. 7).

E por alguns fatores que não contribuíam para os índices como a necessidade de frequência e a interação com os colegas, isso porque o programa não exigia a presença do estudante, o programa perdeu força e investimentos e, possivelmente, não atingiu seus objetivos.

De acordo com Haddad (1991), “os centros de estudos supletivos não atingiram seus objetivos verdadeiros, pois, não receberam o apoio político nem os recursos financeiros suficientes para sua plena realização” (HADDAD, 1991 *apud* LOPES e SOUSA, 2005, p. 7).

Na década de 80, o país passou por transformações importantes, tanto sociais quanto políticas. Um dos marcos mais importantes foi o fim do governo militar. Também nessa mesma década o MOBREAL foi extinto dando lugar ao EDUCAR. Todo esse contexto favoreceu ao ensino da EJA, onde estudantes, professores e políticos lutaram por uma educação pública e para todos.

Com a constituição de 1988, vieram também grandes avanços para a EJA, trazendo essa modalidade para o Ensino Fundamental. Por volta de 1990, a EJA começou a perder seu espaço e o governo desta mesma época acabou com a Fundação EDUCAR e passou a atribuir as responsabilidades do ensino da EJA para os estados e municípios.

De modo geral, o governo federal transferiu suas responsabilidades de promover a universalização da educação de jovens e adultos aos estados e municípios, sem dar-lhes condições objetivas para cumprir este objetivo. Estes, por estarem impedidos legalmente de usar os recursos do FUNDEF

para esta finalidade, acabaram não priorizando a educação de jovens e adultos. (COSTA, 2009, p. 9)

Em 2003, o Governo Federal juntamente ao MEC assumiu novamente a prioridade com a EJA, criando secretarias responsáveis para erradicar o analfabetismo no Brasil. Segundo Lopes e Sousa (2005),

“... para cumprir essa meta foi lançado o Programa Brasil Alfabetizado, por meio do qual o MEC contribuirá com os órgãos públicos estaduais e municipais, instituições de ensino superior e organizações sem fins lucrativos que desenvolvam ações de alfabetização”.

Atualmente, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (BRASIL, 1996) diz que o dever do Estado com a Educação EJA será efetivado quando a:

Oferta de educação escolar regular para jovens e adultos, com características e modalidades adequadas às suas necessidades e disponibilidades, garantindo-se aos que forem trabalhadores as condições de acesso e permanência na escola. (BRASIL, 1996).

A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1996).

Como podemos observar, o estado está incumbido de propiciar uma Educação Básica aos jovens e adultos que não puderam concluir a sua educação escolar na idade apropriada, bem como de garantir uma educação de qualidade, adequando-se à realidade do aluno.

2.2. Abordagem Problematicadora

O termo problematização pode ser compreendido erroneamente como apenas resolução de problemas ou questões de caráter repetitivo, a fim de que se tenha uma repetição de processo mecânico de resolução de problemas como forma de adestrar o aluno em um método e que ele possa repetir, se por acaso for exigido, com os mesmos requisitos. Não podemos excluir o método de resolução de problemas, porém, a problematização ultrapassa apenas resolver questões, podendo fazer parte do processo, contudo, é preciso, dentro da perspectiva

problematizadora, haver a articulação e o planejamento para o desenvolvimento de atividades que não sejam confundidas com as dos métodos tradicionais.

No entanto, há outros sentidos para o termo problematização, [...] a ele se articulam e apontam para o planejamento e desenvolvimento de atividades que não se resumem aquelas que tradicionalmente balizam as atividades de resolução de problemas. (DELIZOICOV, 2001, p. 1)

No processo de ensino e aprendizagem diante da perspectiva problematizadora, se faz necessário uma apropriação dos conhecimentos prévios dos alunos por parte do professor, não simplesmente para saber que eles existem, mas para que eles sejam trabalhados dentro do processo de ensino. Nesse sentido, o professor será o sujeito que estará intermediando a formação de novos conceitos, partindo do conhecimento prévio do aluno, de maneira a problematizar aquilo que o aluno traz consigo, devido a sua existência enquanto ser social, e o educador passa a ser um instigador na transformação do pensamento puramente ingênuo para uma apreciação do conhecimento científico, a fim de que o aluno possa distanciar-se de forma crítica daquilo que ele traz consigo, ao mesmo tempo em que apropria-se de uma compreensão cientificamente mais aceita.

Com essa pedagogia que envolve a participação direta do aluno e a interação com o processo de formação, o professor deixa de ser o centro da formação e passa a ser um mediador entre aluno e conteúdo, possibilitando, dessa forma, uma aprendizagem pautada na realidade do educando e que tenha significado próximo a sua realidade. A aprendizagem deixa de ser meramente uma memorização de conteúdos, permitindo que a educação seja capaz de levar o sujeito a uma intervenção no mundo que ele vive. Sendo assim, o professor precisa plantar essa esperança nos jovens ou adultos, onde a educação perpassa muito além do que reproduzir conteúdos em forma de adestramento, ocultando o verdadeiro sentido do ensino e da aprendizagem.

Em outros termos: é para problematizar o conhecimento já construído pelo aluno que ele deve ser apreendido pelo professor; para aguçar as contradições e localizar as limitações desse conhecimento, quando cotejado com o conhecimento científico, com a finalidade de propiciar um distanciamento crítico do educando ao defrontar com o conhecimento que ele já possui e, ao mesmo tempo, propiciar a alternativa de apreensão do conhecimento científico. (DELIZOICOV, 2001, p. 5)

O educador precisa estar ciente que, ao entrar em uma sala de aula encontrará seres inacabados e que é preciso está aberto a questionamentos, dúvidas dos alunos, ao mesmo tempo em que precisa ser crítico e instigador, ciente da sua função enquanto educador: a de ensinar e não apenas transferir conhecimento.

Saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho - a de ensinar e não a de transferir conhecimento. (FREIRE, 1996, p. 21)

Segundo Delizoicov (2001), problematizar é “escolha a formulação adequada de problemas, que o aluno não se formula, de modo que permitam a introdução de um novo conhecimento (para o aluno)” (DELIZOICOV, 2001, p. 6). O autor enfatiza a necessidade de abordar problemas que sejam do contexto do aluno, de sua realidade, de modo a permitir uma aproximação a novos conceitos, leis que regem alguns fenômenos científicos e que possibilite ao educando uma aproximação do tema que está sendo estudado e que o problema formulado leve o aluno a buscar respostas para esse mesmo problema, levando-o a compreender que seu conhecimento prévio já não é suficiente para resolver tais problemas e que ele precisa buscar outros conhecimentos, que para ele é novo.

A interação do professor com o aluno é de suma importância para a aprendizagem do aluno, pois somente através desta interação verbal entre professor e aluno é possível despertar o senso crítico do estudante e somente assim, haverá uma educação transformadora. Portanto, o educador possui uma função muito importante nesse processo de formação, pois dele surgirá temas a serem trabalhados - e não somente temas já estabelecidos - bem como a proposta de temas geradores que possibilitem a criticidade do aluno como também o leve a uma compreensão do mundo que o rodeia. Por isso que a interação do professor com o aluno é importante, pois permite a esse professor conhecer os fatores históricos e sociais do educando, da sua realidade cotidiana, podendo dentro de suas observações, criar problemas que serão abordados no momento oportuno.

Um educador, na sua devida função, deve propiciar ao educando um pensar crítico, que o leve a descobrir e vencer seus limites, dando-lhes um pensamento autêntico, descobrindo a humanização que existe no ato de ser e de estar no

mundo. Nesse sentido, o educador precisa apresentar ao aluno possibilidades para que ele desempenhe seu senso criativo e não entregar tudo pronto, como se fosse uma doação do saber produzido, sem haver uma construção do saber ensinado, inibindo os conhecimentos prévios do aluno. O professor fazendo de suas atribuições um processo de construção de forma problematizadora, “Saber com os educandos, enquanto estes soubessem com ele, seria sua tarefa” (FREIRE, 1987, p. 40).

Segundo Freire (1987), dentro de uma educação problematizadora, a relação professor-aluno precisa estar em sintonia no que se diz respeito ao processo de construção do saber ensinado. A indiferença criada entre aluno e professor pelo processo de ensino “bancário” precisa ser superada, principalmente no diálogo entre os mesmos.

Em verdade, não seria possível à educação problematizadora, que rompe com os esquemas verticais característicos da educação bancária, realizar-se como prática da liberdade, sem superar a contradição entre o educador e os educandos. Como também não lhe seria possível fazê-lo fora do diálogo. (FREIRE, 1987, p. 44)

É nessa perspectiva problematizadora que surge uma nova visão de ensino, onde professor aprende ao ensinar e o aluno, ao ser ensinado, também educa dentro de suas possibilidades. Tudo perpassa pelo diálogo, variável essa, que necessita de sujeitos que tenham disponibilidade e desejo de, dentro de suas capacidades e motivações, de mudar, libertar-se do processo que impõe, que exige um retorno mecanicista e impossibilita a criatividade do aluno, deixando ao mesmo a fatigante tarefa de acumular conteúdo que, muitas vezes, não lhe traz significado algum para seu cotidiano e serve apenas para cumprir o currículo e adquirir um título, deixando ainda mais suas expectativas frustradas, tornando-o um sujeito refém de sua própria formação que lhe condicionou a um sistema bancário. “Desta maneira, o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa” (FREIRE, 1987, p. 44). Assim, tanto educador quanto educando, se tornam sujeitos ativos dentro do processo de formação, ou seja, professor que aprende ao ensinar e aluno que ensina ao aprender, desmitificando o autoritarismo no ensino onde o professor é detentor de todo conhecimento, cabendo somente a ele ditar o que e como será trabalhado.

Deste modo, o educador problematizador refaz, constantemente, seu ato cognoscente, na cognoscibilidade dos educandos. Estes, em lugar de serem recipientes dóceis de depósitos, são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico, também. Na medida em que o educador apresenta aos educandos, como objeto de sua “admiração”, o conteúdo, qualquer que ele seja, do estudo a ser feito, “re-admira” a “admiração” que antes fez, na “admiração” que fazem os educandos. (FREIRE, 1987, p. 45)

Em um ensino problematizador, o professor precisa estar constantemente revendo seu ato de ensinar, independente do conteúdo, dentro das possibilidades que o aluno possa aprender e contribuir com aquilo que eles já trazem de conhecimento de suas experiências vividas, e nesse cenário os educandos deixam de ser meros telespectadores e passam a fazer parte da construção e superação de seus limites, desbravando suas inquietações acerca de sua existência no mundo.

Nessa perspectiva, o aluno é inserido no mundo do qual faz parte, não somente no mundo, mas com ele, de forma que a problematização leve os educandos a uma reflexão, desafiando suas indagações, seu ponto de vista em relação ao tema trabalhado. Quando desafiados, eles necessitam de uma busca para solucionar aquilo que foi colocado como obstáculo, sabendo que na compreensão do problema ele já se sente desafiado e buscam criar possibilidades para suas inquietações acerca do desafio ao qual se colocou como expectativa para convergir nas suas indagações e ligações do seu mundo com o mundo que ele vivencia no contexto educacional, ou seja, nas situações de ensino. Assim, a sua compreensão de mundo e intervenção sobre ele esteja em um crescente exponencial, aumentando a sua criticidade e criatividade, possibilitando ao aluno uma desalienação, sendo ativo e reflexivo em suas atividades social, política e econômica, sendo um cidadão que transforma e é transformado por suas práticas enquanto ser crítico.

Nesse sentido, a busca pela problematização é um dos pontos importantes a serem analisados, pois requer habilidades e interações dos sujeitos envolvidos, respeitando os saberes do aluno, que é um dos principais elementos da educação libertadora. É justamente nessa interação que começa a aproximação da educação em uma perspectiva libertadora.

O momento deste buscar é o que inaugura o diálogo da educação como prática da liberdade. É o momento em que se realiza a investigação do que chamamos de universo temático do povo ou conjunto de seus temas

geradores. Esta investigação implica, necessariamente, numa metodologia que não pode contradizer a dialogicidade da educação libertadora. Daí que seja igualmente dialógica. Daí que, conscientizadora também, proporcione, ao mesmo tempo, a apreensão dos “temas geradores” e a tomada de consciência dos indivíduos em torno dos mesmos. (FREIRE, 1987, p. 56)

2.2.1. Os três momentos pedagógicos

Neste tópico serão abordados parâmetros importantes para a contextualização do ensino em sala de aula, de forma que se tenha rachaduras nos métodos tradicionais de se ver o ensino em sua estrutura engessada, mas que proporcione uma dinâmica dialógica, contextualizando o tema abordado em sala de aula, de forma que se tenha um processo de construção nos saberes ensinados. Essa perspectiva de problematizar o conteúdo vai muito além do que colocar o aluno diante de um problema e pedir para que eles respondam, é inserir o problema dentro do texto do aluno para que ele busque indagações a fim de expor suas visões acerca do tema trabalhado. “Não se restringe, portanto, apenas a apresentação de problemas a serem resolvidos com a conceituação abordada nas aulas, uma vez que esta ainda não foi desenvolvida” (DELIZOICOV, 2001, p. 6).

Em outros termos: é para problematizar o conhecimento já construído pelo aluno que ele deve ser apreendido pelo professor; para aguçar as contradições e localizar as limitações desse conhecimento, quando cotejado com o conhecimento científico com a finalidade de propiciar um distanciamento crítico do educando ao se defrontar com o conhecimento que ele já possui e, ao mesmo tempo, propiciar a alternativa de apreensão do conhecimento científico. (DELIZOICOV, 2001, p. 5)

Como bem diz Delizoicov (2001), o professor precisa conhecer os saberes iniciais do aluno, para que, dentro dos limites de conhecimento do aluno, entre os saberes que são construídos no seu dia a dia através da observação e do conhecimento puramente científico, ou seja, que possui uma credibilidade em seus argumentos, possa distanciá-lo de forma crítica do conhecimento que ele já possuía, propiciando ainda uma apreciação do conhecimento científico.

Nesse sentido, Delizoicov (2001) ratifica que, problematizar não se resume a resolver problemas com conceitos que foram apresentados em sala de aula, utilizando de definições já estabelecidas, ou seja, modelos que servem para resolver problemas que muito pouco tem a contribuir com a aprendizagem do aluno, mas é preciso, segundo o autor, que se crie “problemas que devem ter o potencial de gerar

no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor” (DELIZOICOV, 2001, p. 6). É preciso problematizar o conteúdo de forma que o aluno veja significado naquilo que ele está estudando dentro de sua realidade, como também deixar claro que o problema ao qual ele se deparou necessita de um conhecimento que vai além do que ele já sabe, ou seja, algo novo para ele. “É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito” (DELIZOICOV, 2001, p. 6).

Nesta perspectiva de ensino, o conhecimento precisa ser acima de tudo direcionado para uma melhor compreensão e atuação do indivíduo na sociedade em que está inserido, proporcionando mudanças em todos os seus aspectos sociais como também na sua formação profissional. Com essa proposta de ensino, os educadores precisam compreender que o conhecimento que será abordado em sala de aula precisa ser de caráter conscientizador, e, por conseguinte, um auxiliador na sua formação profissional. “O papel conscientizador que o conhecimento precisa ter ao ser abordado na educação escolar, tornando-se um instrumento para uma melhor compreensão e atuação na sociedade contemporânea” (DELIZOICOV, 2001, p. 7).

Com todas essas indagações a respeito de educação, é preciso deixar claro qual o sentido do ensino de Física para o Ensino Médio. Segundo Delizoicov e Angotti (1990), “os autores demonstram a preocupação em subsidiar um trabalho didático-pedagógico que permita tanto a apreensão dos conceitos, leis, relações da Física e sua utilização, assim como sua aproximação com fenômenos ligados a situações vividas pelos educandos” (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990 *apud* DELIZOICOV e MUENCHEN, 2014, p. 6).

Nesse contexto, Delizoicov e Angotti (1990) apresentam os três momentos pedagógicos - 3MP², sendo esses momentos classificados em: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Os autores destacam que os 3MP não são uma receita ou um modelo fechado, mas caracterizam-se como uma orientação pedagógica ao educador que se propõe a desenvolver um ensino pautado na abordagem problematizadora.

² Ao mencionarmos os três momentos pedagógicos apresentaremos também a sigla 3MP no decorrer do presente trabalho.

Podemos planejar as atividades de sala de aula de tal modo que as explicações dos alunos, o seu conhecimento prévio, sobre as situações envolvidas nos temas escolhidos possam ser obtidas e problematizadas pelo professor, direcionando o processo de problematização para a formulação do(s) problema(s) que geraria(m) a necessidade de se trabalhar um novo conhecimento para o aluno. Isto significa que a seleção do conteúdo programático e o planejamento a serem realizados têm como ponto de partida uma análise dos temas, com a qual o professor poderá localizar aqueles problemas mais relevantes de serem formulados e que se articulam tanto com as situações em pauta na problematização (envolvidas no particular tema); bem como com conhecimentos específicos da física, ou seja, permite explorar também a primeira dimensão da problematização. (DELIZOICOV, 2001, p. 8)

Como podemos observar, é importante estarmos atentos a ordem dos 3MP, tendo em vista que se trata de um estudo pautado na observação, organização e aplicação do conhecimento que está vinculado ao tema ao qual se propõe no trabalho. Nesse sentido, a problematização do tema em estudo proporciona um conhecimento que é novo na óptica do aluno e que se faz necessário.

Os três momentos pedagógicos - 3MP, na perspectiva de Delizoicov (2001, p. 12-16) e Muenchen e Delizoicov (2014, p. 7-8), estão expostos nos três próximos tópicos:

- Problematização inicial

Este primeiro momento caracteriza-se como o espaço de conhecimento das ideias e concepções dos estudantes e, ao mesmo tempo, como espaço de problematização. Delizoicov e Muenchen (2014) destacam que a problematização pode ocorrer, pelo menos, em dois sentidos: “De um lado, estão as concepções alternativas dos alunos, (...) de outro, um problema a ser resolvido” (DELIZOICOV e MUENCHEN, 2014, p. 6). É preciso estar atento aos conhecimentos prévios dos alunos, aquilo que eles trazem ou presenciam em seu dia a dia e que esteja de acordo com a proposta do trabalho sobre o determinado tema. O autor deixa claro nesses dois pontos, o de valorizar o conhecimento trazido pelo aluno em suas diversas experiências de vida, como também a necessidade de um conhecimento novo capaz de saciar suas curiosidades e anseios que estão contidos em suas dúvidas.

Os professores neste momento assumem a função de coordenar as atividades para uma discussão acerca do posicionamento do aluno, seja para questionar, lançar questionamentos, atribuir explicações que vão de mãos contrárias

ao posicionamento dos educandos para identificar suas possíveis limitações acerca do tema ou para enriquecer as aulas e, assim, propiciando uma aproximação entre o conhecimento prévio do estudante e conhecimento científico, relativo ao tema da Física ao qual se propõe discutir.

O ponto culminante desta problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da **aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém**, ou seja, procurar-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado (Grifos nossos). (DELIZOICOV, 2014, p. 13)

Dessa forma, podemos perceber que o foco do momento de problematização inicial é o aluno, aquilo que ele traz como inquietação a respeito das questões colocadas em pauta, ficando o educador como um orientador e apreciador das respostas e colocações mediante a proposta didático-pedagógica.

Neste primeiro momento, caracterizado pela apreensão e compreensão da posição dos alunos frente às questões em pauta, a função coordenadora do professor se volta mais para questionar posicionamentos, inclusive fomentando a discussão das distintas respostas dos alunos, e lançar dúvidas sobre o assunto, do que para responder ou fornecer explicações. Deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expressado, quando este é cortejado com o **conhecimento de física que já foi selecionado para ser abordado**. Em síntese a finalidade deste momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão (Grifos do autor). (DELIZOICOV, 2014, p.12-13)

- Organização do conhecimento

O segundo momento é onde ocorrerá o estudo dos conteúdos, este estudo deve fazer relação a aspectos trabalhados no momento da problematização inicial e o intuito é que a organização do conhecimento oportunize ao estudante responder os problemas iniciais propostos pelo professor. É neste momento que o professor utilizará as mais diversas formas de atividades, desde exposição de vídeos, questionamentos, textos que aborde os conteúdos, atividade extraclasse que explore tais conceitos até atividades experimentais, tudo com o intuito de desenvolver os conceitos físicos que serão de suma importância na compreensão dos fenômenos científicos do tema abordado. Delizoicov (2001) deixa claro que é possível desempenhar atividades de resolução de problemas com lápis e papel que

leve a desenvolver funções necessárias para a apropriação do conhecimento específico. Esse processo está atrelado ao segundo momento dos 3MP.

Do ponto de vista metodológico, para o desenvolvimento desse momento, o professor é aconselhado a utilizar as mais diversas atividades, como: exposição, formulações de questões, texto para discussões, trabalho extraclasse, revisão e destaque dos aspectos fundamentais, experiências. (MUENCHEN & DELIZOICOV, 2014, p.8)

- Aplicação do conhecimento

Neste momento são explorados os conhecimentos científicos adquiridos pelos estudantes, de forma que eles venham a interpretar os temas e situações que foram propostos na problematização inicial, como também que sejam capazes de resolver problemas similares com o mesmo conhecimento formulado nos 3MP. Nesse sentido, o objetivo desta etapa é de capacitar o educando, dando a eles a capacidade de associar os conhecimentos adquiridos, relacionando os fenômenos físicos envolvidos nas situações do dia a dia, não se resumindo apenas em encontrar soluções matemáticas ou aplicações, que podem ser facilmente distorcidas com uma falsa aprendizagem. O que deve-se frisar nesta etapa é que, os conceitos físicos envolvidos são os pontos a serem explorados.

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo, como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV, 2001, p.13)

Nesse processo de construção, é importante que o aluno perceba a acessibilidade do conhecimento, que é possível e necessário a aquisição do conhecimento para se fazer uso nas mais diversas circunstâncias de sua vida. É preciso que o educando compreenda que tudo ocorre de forma construtiva é acessível a todos para se fazer uso do conhecimento nos diferentes campos de interação social e individual: “com isso, pretende-se que, ‘dinâmica e evolutivamente’, o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, está acessível para qualquer cidadão e, por isso, deve ser apreendido, para que possa fazer uso dele” (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2014, p.8).

O papel do professor consiste em desenvolver diversas atividades para capacitar os alunos a utilizarem os conhecimentos científicos explorados na organização do conhecimento, com a perspectiva de formá-los, para articular constantemente a conceituação científica com situações que fazem parte de sua vivência (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012). Os autores afirmam a importância de abordar temas que sejam da realidade do aluno e o professor precisa conhecer seus alunos e suas realidades, isso pode ser feito com diversas atividades, investigando quais seus conhecimentos prévios, articulando assim uma formação de cunho científico com problemas reais que está no contexto de sua realidade, permitindo ao educando uma interpretação mais coerente e de acordo com o cientificamente aceito.

3. REFERENCIAL TEÓRICO EM FÍSICA

Quando falamos sobre o tema Eletromagnetismo, podemos associar a várias aplicações, mais especificamente na área da Medicina com Raios-x, Eletrocardiogramas, Ressonância Magnética, entre outras. Iremos nos atentar neste trabalho mais especificamente ao fenômeno físico da Ressonância Magnética e sua aplicação.

3.1. Campo Magnético

“Os campos magnéticos podem ser produzidos de duas formas” (HALLIDAY, 2010, p. 202).

- “A primeira forma é usar partículas eletricamente carregadas em movimento, como uma corrente elétrica em um fio, para fabricar um **eletroímã**” (HALLIDAY, 2010, p. 202);
- “A outra forma de produzir campos magnéticos é usar partículas elementares como elétrons, que possuem um campo magnético intrínseco” (HALLIDAY, 2010, p. 202).

O campo magnético, seja ele artificial ou natural, produz linhas de campos que se comportam de forma circular, ou seja, sai em um pólo geralmente denominado de pólo norte e chega ao outro pólo denominado de pólo sul. “As linhas de campo entram no ímã por uma das extremidades e saem pela outra. A extremidade pela qual as linhas saem é chamada de pólo norte do ímã; a outra extremidade, pela qual as linhas entram, recebe o nome de pólo sul” (HALLIDAY, 2010, p. 205).

Como já sabemos, um campo magnético pode surgir com o movimento de cargas elétricas em um fio retilíneo, em um solenoide e em um toróide. “Uma bobina percorrida por uma corrente ela se comporta como um dipolo magnético” (HALLIDAY, 2010, p. 247). Sabendo dessa polaridade, a bobina se comporta como um ímã de pólos opostos, ou seja, linhas de campo saem de um pólo e chega ao outro pólo.

“O campo magnético gerado no interior de uma bobina é intenso e uniforme em toda a região, enquanto o campo externo é muito mais fraco” (HALLIDAY, 2010, p. 245). O conceito de intensidade de campo magnético está relacionado com a

aproximação das linhas de campo, tendo em vista que as linhas estão mais próximas uma da outra dentro da bobina, por isso, mais intenso é o campo nessa região e uniforme. Um bom exemplo são os aparelhos utilizados para realizar exames por imagem, os quais utilizam dessas propriedades magnéticas para obter melhores resultados no procedimento de formação de imagem por Ressonância Magnética.

3.2. Radiação Eletromagnética

As ondas eletromagnéticas podem se propagar em diferentes frequências e comprimentos de ondas, caracterizando seus espectros quanto ao tipo de energia e suas intensidades. Na Tabela 1 são apresentados os tipos de energias que são emitidas e sua classificação quanto ao nível energético.

Tabela 1- Espectro eletromagnético.

Espectro eletromagnético		
Frequência (Hz)	Tipo	Comprimento de onda (m)
10^{22}		10^{-13}
10^{21}	Raios Gama	10^{-12}
10^{20}		10^{-11}
10^{19}		10^{-10}
10^{18}		10^{-9}
10^{17}	Raios X	10^{-8}
10^{16}		10^{-7}
10^{15}	Ultravioleta	10^{-6}
10^{15}	Visível	10^{-6}
10^{14}	Infravermelho	10^{-5}
10^{13}		10^{-4}
10^{12}		10^{-3}
10^{11}		10^{-2}
10^{10}	Micro-ondas	10^{-1}
10^9		1
10^8	TV, FM	10
10^7		10^2
10^6	AM	10^3
10^5		10^4
10^4	RF	10^5
10^3		10^6

Fonte: (GRIFFITHS, 2011, p. 263)

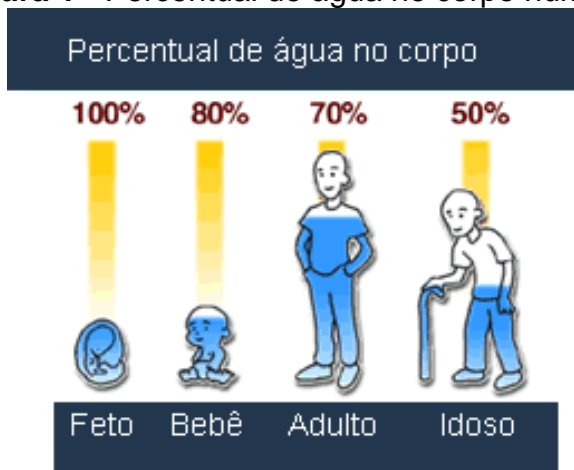
A radiação eletromagnética é uma propagação de energia “uma vez estabelecidas, as ondas eletromagnéticas no vácuo propagam-se ‘ao infinito’, transportando consigo energia; a assinatura de radiação é esse fluxo irreversível de energia que se afasta da fonte” (GRIFFITHS, 2011, p. 309).

3.3. Ressonância Magnética (RM)

O fenômeno da Ressonância Magnética (RM) consiste em reproduzir imagens dos corpos de pessoas ou parte delas, objetos, a fim de especificar mais detalhadamente a estrutura da matéria e suas propriedades. Esse tipo de procedimento ocorre devido ao fenômeno eletromagnético, ao qual o objeto fica exposto a um campo magnético muito intenso que é produzido por ímãs artificiais.

Podemos observar na Figura 1 que o corpo humano possui uma grande proporção de água na sua composição e, conseqüentemente, muito hidrogênio. São nas moléculas de hidrogênio que iniciam o processo de ressonância, isto é, os átomos tendem a se alinharem com o campo magnético na mesma direção, sejam paralelos ou antiparalelos a este. Ao mesmo tempo em que os átomos se alinham com o campo magnético, pulsos de ondas de radiofrequências são lançados contra essas partículas, algumas absorvem essa energia e posteriormente emitem, levando informações pertinentes que são captadas por sensores próximos ao aparelho que realiza o exame por imagem, levando até um computador essas informações, onde um profissional da área poderá fazer uma interpretação da imagem obtida.

Figura 1 - Percentual de água no corpo humano

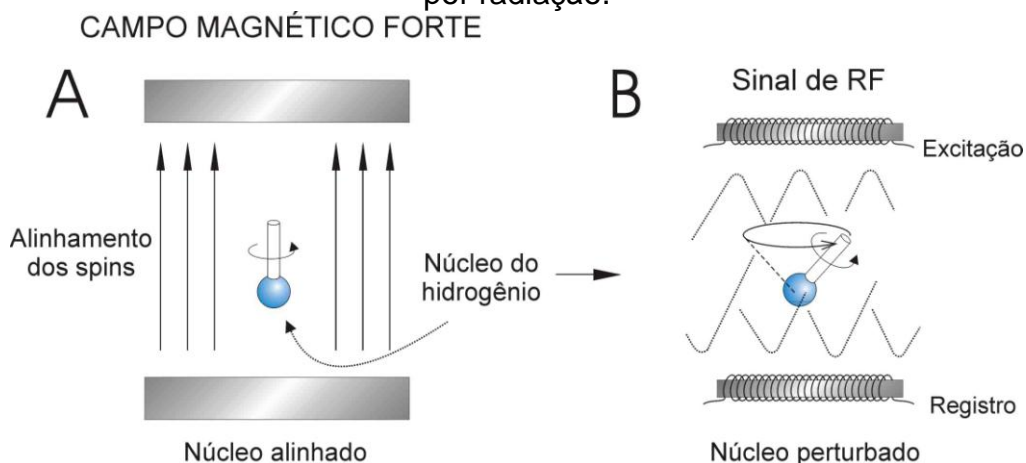


Fonte: <https://blogdoenem.com.br/agua-biologia-enem/>

3.4. Processo de Ressonância Magnética com o Átomo e Excitação

O processo de Ressonância Magnética e as características necessárias para que ocorra o exame por imagem está representado na Figura 2.

Figura 2 - Alinhamento do núcleo de hidrogênio ao campo magnético e excitação por radiação.

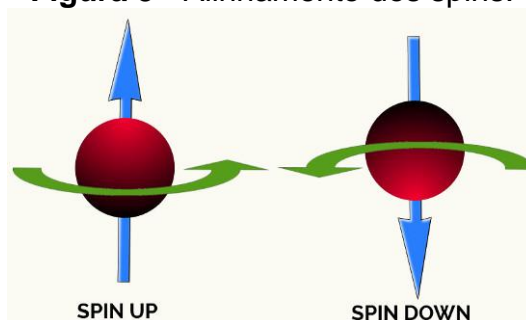


Fonte: <https://www.tecgraf.puc-rio.br/visualcortex/Fundam.htm>

A imagem A, na Figura 2, apresenta um átomo de hidrogênio exposto a um campo magnético de intensidade muito forte. Podemos perceber que esse átomo está alinhado com o campo, tendo em vista que as partículas atômicas estão em um estado cinético desordenado, isto é, não possuem um alinhamento padrão. Vale ressaltar que cada estrutura molecular possui suas características de organização. É nesse sentido que o campo magnético vai atuar e alinhar o spin do átomo na sua direção.

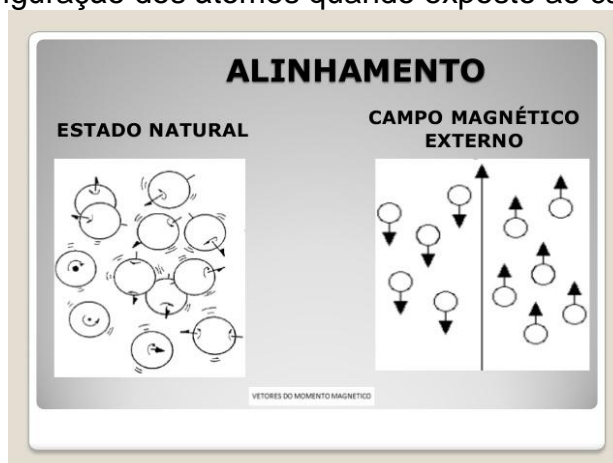
3.5. Alinhamento do Spin do Átomo

O spin do átomo, que é uma propriedade da matéria, tem apenas duas orientações estando alinhado, sendo que cada direção de rotação possui valor de spin igual a $\frac{1}{2}$, seja ela orientação UP ou DOWN. Na Figura 3, podemos observar que as duas configurações possíveis para os átomos, quando ele aponta para cima com módulo positivo é chamado spin UP, caso contrário, é chamado de spin DOWN.

Figura 3 - Alinhamento dos spins.

Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/spin.htm>

Na Figura 4 podemos observar a configuração dos átomos e o alinhamento quando expostos a um campo magnético externo, é justamente a partir desse alinhamento dos átomos, que inicia o processo de ressonância, como mostrado na imagem B, da Figura 2.

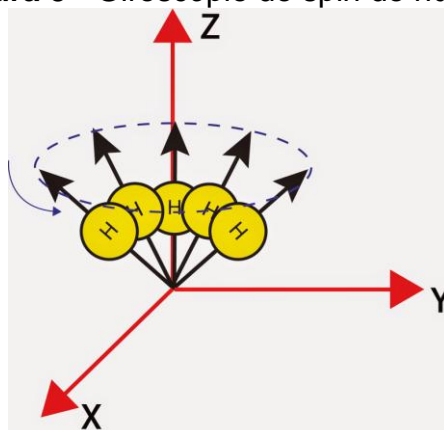
Figura 4 - Configuração dos átomos quando exposto ao campo magnético.

Fonte: <https://pt.slideshare.net/herculys/ressonancia-magnitica-27841993>

3.6. Excitação dos Átomos

Os átomos são atingidos por um pulso de ondas na frequência de ondas de rádio, suficientes para retirar os átomos da direção de alinhamento do campo magnético externo, deixando-os excitados, fazendo com que eles fiquem em movimento giroscópio dos spins dos núcleos, denominado precessão, esse movimento está representado na Figura 5.

Figura 5 - Giroscópio do spin do núcleo.



Fonte: <http://fisicadaressonanciamagnetica.blogspot.com/2015/02/bases-fisica-da-ressonancia-magnetica.html>

Essas moléculas tendem a voltar ao estado que estavam antes, ou seja, alinhados ao campo magnético, isso só acontece quando os pulsos de ondas de rádio são cessados, a partir desse momento essas moléculas começam a liberar energia na forma de ondas de rádio (RF), assim a energia liberada pelos átomos é captada por sensores que traz as configurações da matéria ao qual está emitindo essa radiação, tendo em vista que diferentes núcleos absorvem energias com frequências diferentes. Portanto, os núcleos ressonantes irão transmitir pulsos de ondas de rádio com frequências diferentes, revelando assim, as suas propriedades genéticas através dos sinais de radiofrequências (RF) emitidos pelos núcleos.

3.7. Procedimento do Exame por RM

Como já sabemos, o corpo humano é composto por uma grande quantidade de água (H_2O), ou seja, possui muito hidrogênio na sua composição. Mas como são feitos os exames por Ressonância Magnética?

Como podemos perceber pela imagem apresentada na Figura 6, o indivíduo é inserido dentro de um tubo, o qual produz um campo magnético muito intenso, o paciente fica por alguns minutos dentro da máquina e durante esse tempo os átomos de hidrogênio do paciente vão se alinhando com o campo magnético externo produzido pelo aparelho ao mesmo tempo em que são emitidas ondas eletromagnéticas na frequência de ondas de rádio, deixando os átomos de hidrogênio excitados por algum tempo, isso porque essas moléculas começam a emitir a irradiação que foi absorvida e é captada por um aparelho próximo ao tubo

que produz o campo magnético. Esta é levada a um computador que reproduz as informações trazidas durante a emissão de energia pelos átomos de hidrogênio.

Figura 6 - Exame por Ressonância Magnética.



Fonte: <https://www.simplifiqueocancer.com.br/ressonancia-nuclear-magnetica/>

3.8. Imagens por Ressonância Magnética

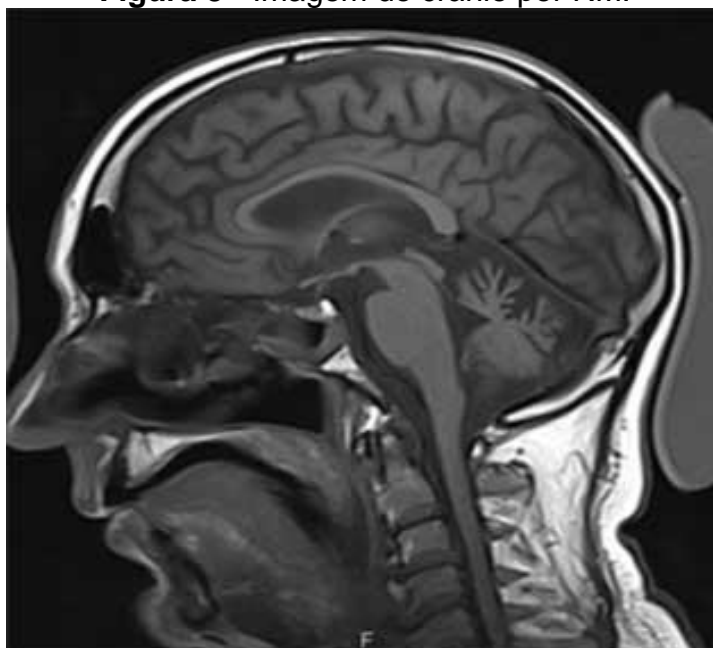
As imagens são captadas e transportadas a um computador, são reveladas como uma foto, porém, de uma forma mais intrínseca como podemos observar nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 - Imagem do joelho por RM.



Fonte: <https://www.saudebemestar.pt/pt/exame/imagiologia/ressonancia-magnetica-joelho/>

Figura 8 - Imagem do crânio por RM.



Fonte: <https://www.saudebemestar.pt/pt/exame/imagiologia/ressonancia-magnetica/>

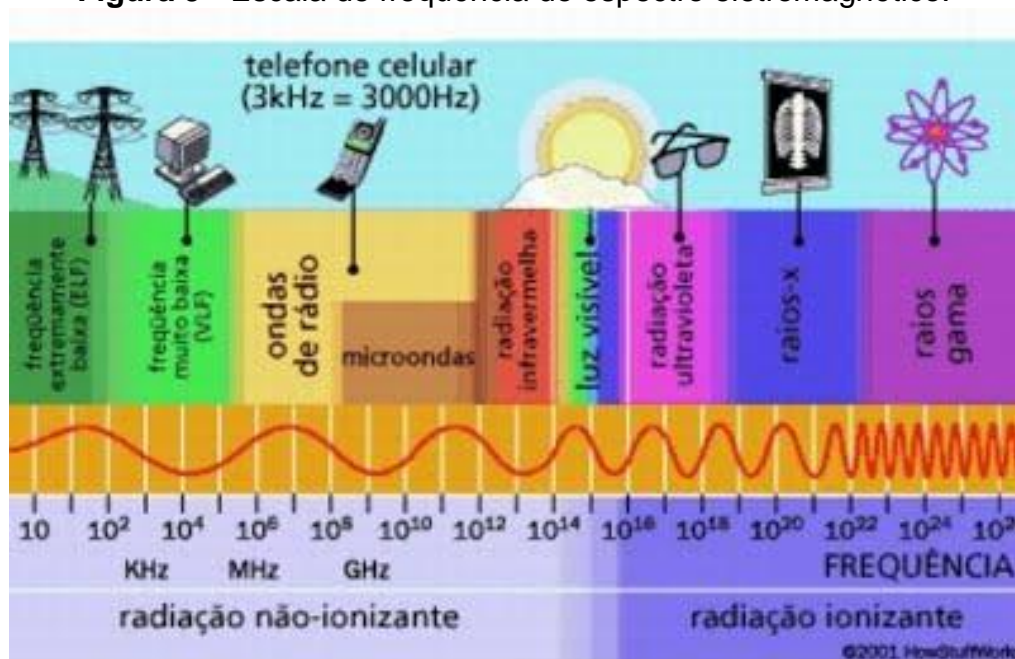
As imagens reproduzidas são avaliadas por profissionais capacitados, geralmente por médicos, para terem um diagnóstico mais preciso sobre o problema do paciente. Como eles identificam o problema no paciente? A resposta é que, cada estrutura do corpo possui uma organização molecular, ou seja, se um membro do corpo emitir ondas eletromagnéticas diferentes do normal, ali pode ser detectado uma anormalidade e, por conseguinte determinadas as propriedades do tecido doente. Em síntese, é isso que a imagem por ressonância magnética mostra, diferenciando o tecido normal do doente. Outro aspecto que pode ser verificado é quanto ao número de átomos de hidrogênio no tecido, diferenciando pontos nas imagens captadas pelo computador.

Vale ressaltar que o exame por Ressonância Magnética não se limita apenas a exames médicos, mas pode ser usado para diferenciar materiais ou desenvolver novos compostos, sendo sua aplicação utilizada por diversas áreas.

Na Física Moderna, os conceitos referentes à Ressonância Magnética e suas aplicações foram um grande avanço para a Medicina, em especial. Porém, ainda existem alguns receios por parte de algumas pessoas quando se fala nesse tipo de procedimento. Esse receio se dá pelo motivo do termo irradiação, o qual pode soar para alguns como algo perigoso para a saúde humana. É bem sabido que pessoas que utilizam algum tipo de metal dentro de seu corpo não podem realizar esse tipo

de exame, tendo em vista que pode alterar ou deslocar o metal para outro ponto, devido ao campo magnético ao qual fica exposto o paciente e como sabemos os campos magnéticos atraem metais. Vejamos na escala apresentada na Figura 9 a zona de frequência das ondas eletromagnéticas que são emitidas durante o procedimento:

Figura 9 - Escala de frequência do espectro eletromagnético.



Fonte: <https://sites.google.com/site/solitonsufg/radiacao-eletromagnetica-e-o-corpo-humano>

A radiação ionizante possui energia para quebrar ligações químicas por ionização, logo o material genético das células pode ser prejudicado, levando a doenças como o câncer, entre outras.

A radiação não-ionizante possui frequências baixas, incluindo as faixas de micro-ondas, onde as ondas eletromagnéticas não possuem energia suficiente para quebrar as ligações químicas, caso contrário das radiações ionizantes.

Como podemos observar na Figura 9, as ondas de rádio encontram-se em uma faixa de frequência na ordem de 10^6 a 10^{12} Hz, considerandas micro-ondas. Essa faixa se encontra na zona de radiação não-ionizante, com isso não possui energia suficiente para quebrar as ligações químicas moleculares, sendo uma zona de irradiação segura para a exposição das pessoas.

3.9. Campo Magnético Produzido por Corrente Elétrica

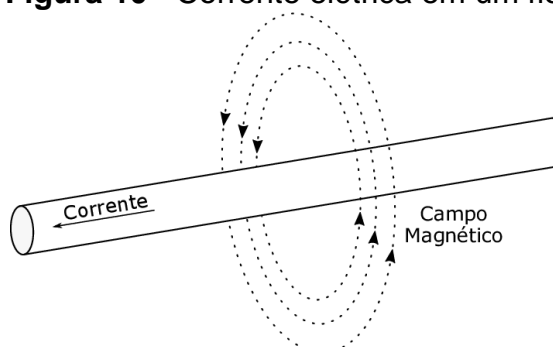
No eletromagnetismo, os fenômenos físicos são de suma importância para compreendermos como funciona a geração de um campo eletromagnético que é utilizado para se fazer um exame por ressonância magnética.

- Campo magnético em um fio retilíneo

Um fio exposto a uma corrente gera ao seu redor um campo magnético que se comporta com um movimento, assim como é mostrado na Figura 11. Para calcular a intensidade desse campo magnético B , no caso do fio retilíneo, temos:

$$F_B = iLB \text{ sen } \phi$$

Figura 10 - Corrente elétrica em um fio.



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-28-Campo-magnetico-em-torno-de-um-condutor-cilindrico_fig7_331074300

Na forma diferencial, temos:

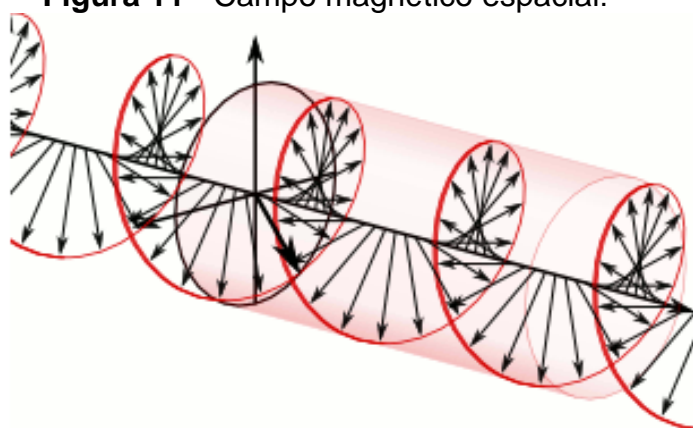
$$d\vec{F}_B = i d\vec{L} \times \vec{B}$$

Neste caso, consideramos uma infinitesimal, para calcular em um fio de comprimento L , basta integrar.

- Campo magnético espacial

No caso do campo magnético para o exame por ressonância magnética, o campo precisa ser orientado de forma espacial, ou seja, estar na direção das coordenadas x, y e z, onde três bobinas são responsáveis por emitir em cada direção uma variação linear do campo magnético, assim como podemos observar na representação exposta na Figura 11.

Figura 11 - Campo magnético espacial.



Fonte: <https://star.med.br/ressonancia-magnetica-conceito/#7>

Além de realizar um movimento circular, as linhas de campo se propagam realizando uma varredura nas três direções, permitindo a formação de imagem com mais precisão e melhor qualidade de captação.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, descreveremos a metodologia utilizada na presente pesquisa, a qual teve como objetivo apresentar uma proposta de ensino que auxilie o professor do Ensino Médio, em particular as turmas do terceiro ano da EJA, utilizando uma proposta problematizadora, com enfoque nos três momentos pedagógicos, com o intuito de abordar o conteúdo de Física de forma que o aluno seja ativo no processo de construção dos saberes adquiridos, como também compreenda como ocorre o fenômeno de Ressonância Magnética, suas aplicações e sua importância para diversas áreas do conhecimento, bem como compreender o processo de formação de imagem através da Ressonância Magnética. Todo processo ocorrerá mediante realização de aulas destinadas aos estudantes do terceiro ano do Ensino Médio na modalidade EJA.

Tendo por intuito atender aos objetivos da pesquisa, trilhamos pela chamada “pesquisa qualitativa”, tal como é caracterizada por vários autores (LUDKE e ANDRÉ, 1986; TRIVINOS, 1987). Baseados nas especificidades de nossos objetivos, entendermos que, a opção metodológica mais adequada ao nosso tipo de estudo seja a pesquisa-ação, segundo Thiollent (1986), “a pesquisa-ação além da participação, supõe uma ação planejada de caráter social, educacional, técnico ou outro” (THIOLLENT, 1986, p. 7).

O presente capítulo foi dividido em quatro seções, cada uma delas, descrevendo aspectos do percurso metodológico trilhado e tendo como base o referencial teórico da pesquisa.

4.1. O Público Alvo

Estudantes participantes: As aulas foram direcionadas a estudantes do terceiro ano do Ensino Médio na modalidade EJA da Escola Estadual Iolanda Tereza Chaves Lima. Os estudantes são habitantes da zona rural e urbana, com maioria da zona rural, da cidade de Cubati/ PB.

4.2. Elaboração da Proposta de Intervenção

Escolha do tema abordado no curso: A escolha do tema Ressonância Magnética se deu pela necessidade de se compreender como funciona o processo e sua importância para a Medicina bem como para a sociedade como um todo. Tendo em vista os constantes casos de pessoas que realizam exames por meio de ressonância e o receio da população de que esse tipo de procedimento pode causar outros problemas, como câncer. Resolvemos levar esses conhecimentos para a comunidade através de nossos alunos, ao mesmo tempo em que procuramos instigar os alunos a estudar Física, despertando o interesse deles por essa área.

Estruturação da Proposta de Intervenção: O Produto Educacional (Apêndice A) foi elaborado no formato de Sequência de Ensino, estruturada a partir dos pressupostos da metodologia dos três momentos pedagógicos e tem o papel de conduzir para uma construção dos conceitos referentes a compreensão do fenômeno da Ressonância Magnética.

4.3. Aplicação da Proposta

A proposta de intervenção didática foi desenvolvida para contemplar um total de 6 (seis) aulas, distribuídas em três encontros de 90 minutos cada.

4.4. Avaliação da Proposta

A avaliação da proposta será realizada a partir do acompanhamento dos estudantes durante as aulas (aplicação da Sequência de Ensino) e a forma de coleta destes dados se dará por meio de observação, relatório semanal e gravação de áudio, uma vez que as falas expostas pelos estudantes e pelo professor, no ato da investigação, são base para nossa análise. Os aspectos observados serão as dificuldades, interesses e posicionamentos mediante a abordagem utilizada, bem como a evolução apresentada pelos estudantes com relação aos conceitos abordados em sala, durante a aplicação do Sequência de Ensino.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, nos concentramos a responder nossas questões de pesquisa, que nos orienta para estarmos em consonância com a proposta do trabalho. Descrevemos os resultados obtidos durante a aplicação da Sequência de Ensino, resultados estes que foram observados através de questionamentos feitos durante a aplicação da mesma.

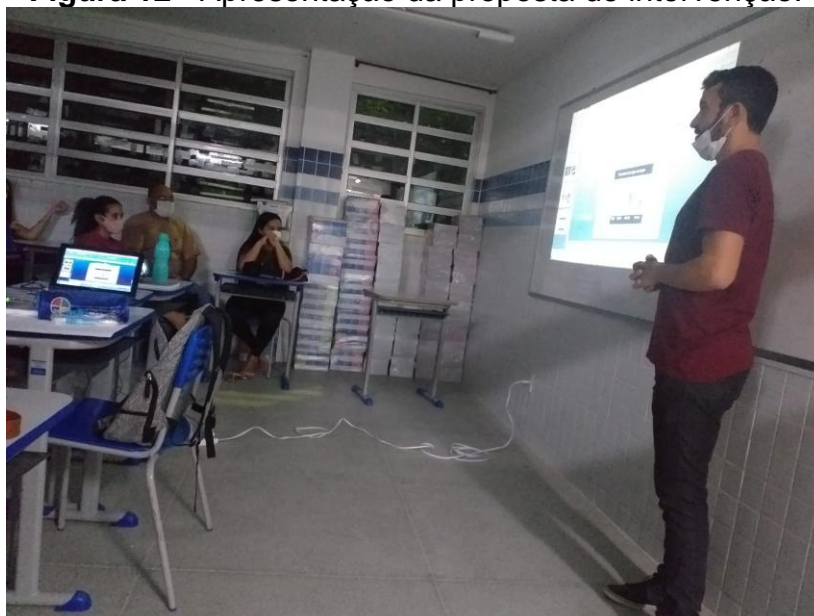
5.1. Desenvolvimento da Atividade Proposta

5.1.1. Relato da Intervenção I

Inicialmente os estudantes foram apresentados à proposta de estudo, as temáticas e como procederiam as aulas, momento mostrado na Figura 12. O professor deu início aos trabalhos com um experimento, utilizando uma vela e fósforo.

Com esse experimento, iniciou-se uma provocação acerca dos fenômenos envolvidos, tais como, a formação da sombra e o porquê da vela acesa; com isso o professor foi explorando os conhecimentos dos alunos, orientado por questionamentos norteadores para a discussão.

Figura 12 - Apresentação da proposta de intervenção.



Fonte: Acervo próprio.

O professor colocou uma vela acesa sobre uma carteira, como apresentada na imagem da Figura 13. Em seguida, desligou as luzes e, colocando parte de seu corpo próximo à vela, começou fazendo alguns questionamentos, como: **A sombra é legível?** Neste momento, as respostas foram bem diretas por parte dos alunos, eles responderam que sim, e falavam que se tratava da sombra de uma mão, um braço, cabeça e, à medida que o professor colocava uma parte de seu corpo próximo à vela, os alunos logo identificavam qual órgão se tratava. Logo em seguida, foram feitos mais questionamentos, como: **Por que na projeção da sombra não aparece, por exemplo, o coração, os vasos sanguíneos, os nervos, entre outros? O que será mais importante para a formação da sombra?** Neste momento os alunos não deram muitas respostas, alguns até arriscaram em dizer que a luz não entrava na pele, outros falavam que a luz estava fraca. Na segunda pergunta, a resposta foi quase que unânime: que seria a vela acesa. Também foi perguntado se: **É possível obter a sombra sem a luz da vela?** Eles responderam que não e citaram que, se apagarmos a vela, não haverá sombra. **É possível ver as propriedades internas na sombra?** Essa pergunta foi dirigida aos alunos e a resposta foi que não.

Figura 13 - Alunos interagindo com os questionamentos.

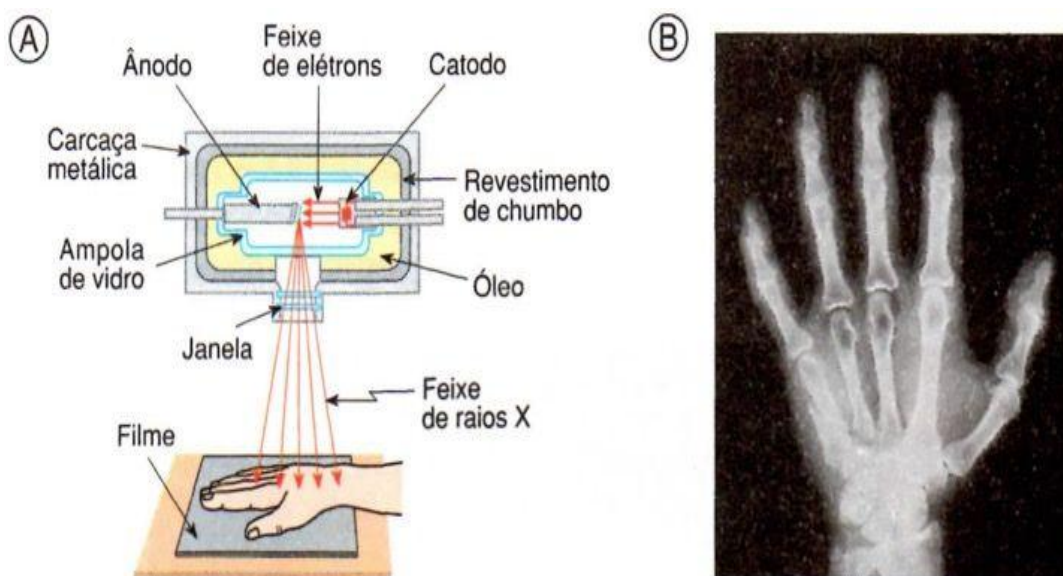


Fonte: Acervo próprio

Após o experimento, foram direcionados novos questionamentos com os alunos, de modo que eles pudessem falar como viam os fenômenos apresentados. Foram realizados os seguintes questionamentos: **Qual a diferença entre a imagem mostrada na Figura 14B, formada por raios-x, e a sombra formada no experimento?** Eles responderem de imediato que, um mostrava os ossos e o outro não. **O que podemos perceber de semelhanças nas duas imagens?** Eles não conseguiram dar muitas respostas, porém, alguns responderam que era uma parte do corpo humano. **Seria possível obter os mesmos resultados sem uma fonte de energia?** Eles responderam que não, porém, sem muitos argumentos nas respostas.

A imagem utilizada para auxiliar nos questionamentos encontra-se representada na Figura 14.

Figura 14 - Imagem por raios-x.



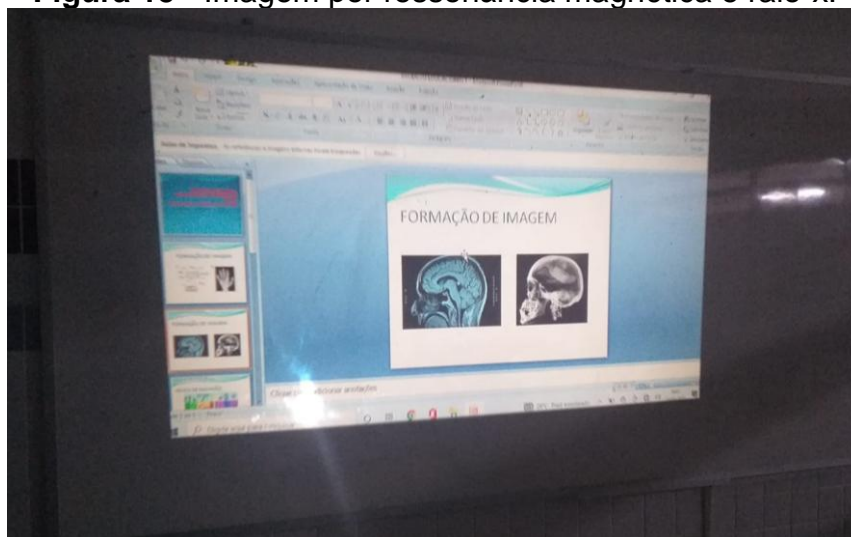
Fonte: <https://www.coladaweb.com/fisica/ondas/raios-x>

Com o auxílio da Figura 15, foram feitos alguns questionamentos aos alunos, tais como: **O que vocês estão vendo nas imagens? Qual parte do corpo que está em cada imagem?** Alguns alunos falaram que era um crânio, identificaram o cérebro, outros especificaram ainda o nariz e a parte dentária. **Além da cabeça, vocês conseguem visualizar mais alguma coisa?** Alguns alunos conseguiram visualizar o cérebro e a parte dentária. **No caso da sombra formada com o experimento da vela, o que podemos observar?** Não houve muitas respostas,

alguns até procuravam dar respostas, mas sem muito êxito. **Qual a diferença entre as imagens formadas? Existe diferença?** A grande maioria dos alunos não conseguiu enxergar muita diferença, eles relatavam partes específicas nas imagens, mas não chegavam a uma diferenciação nas imagens. Neste momento, o professor ajudou os alunos fazendo algumas observações, mostrando algumas particularidades em cada imagem, a fim de obter algumas respostas dos alunos. A partir daí, surgiram respostas como: em uma mostra o cérebro e na outra não. **O que foi utilizado para formar as imagens?** Alguns responderam que foi a parte do corpo, outros diziam que foi a luz. **A vela foi um fator importante na formação da sombra no experimento? Por quê?** A resposta da grande maioria foi que sim, mas não conseguiram explicar corretamente o porquê, apenas ficavam repetindo que se não fosse a luz da vela, não haveria a sombra. **Podemos obter os mesmos resultados das Figuras 4 com a luz da vela? Por quê?** A resposta foi que não, mas a justificativa da resposta não houve.

As imagens utilizadas no slide apresentado na Figura 15 foram norteadoras para os questionamentos feitos aos alunos durante a aula.

Figura 15 - Imagem por ressonância magnética e raio-x.



Fonte: Acervo próprio

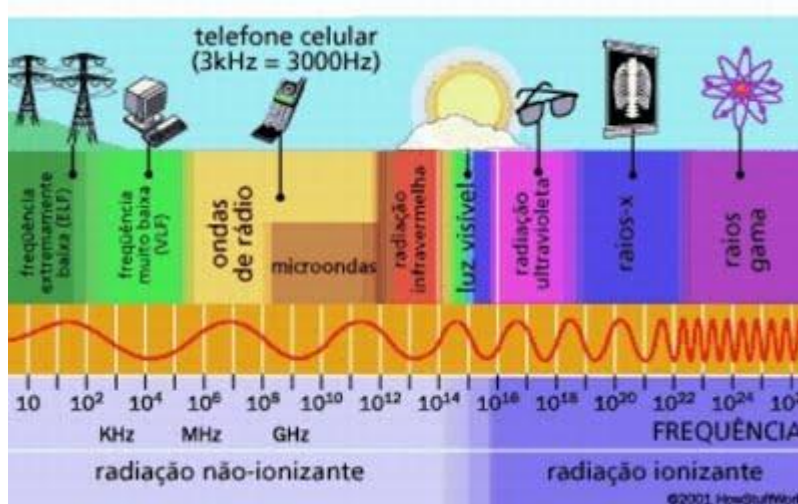
Com a apresentação da imagem exposta na Figura 16, os níveis de radiação foram trabalhados e a partir dos quais foram feitos questionamentos aos alunos a fim de saber qual o nível de familiaridade com a temática. Em um primeiro momento foi perguntado aos alunos a seguinte proposição: **O que vocês entendem por radiação?** Muitos foram dando respostas de maneira intuitiva, ou seja, viram a

imagem integrante da Figura 16 e citaram exemplos, como: no sol tem radiação, no raio-x, sinais de TV, nos celulares. Outros ainda fizeram colocações, falando que viviam rodeados de radiação.

Vocês poderiam citar algum exemplo de uma aplicação da radiação em nosso cotidiano? Esse questionamento foi feito a eles com o intuito de aproximar o termo radiação ao cotidiano deles. As respostas foram as mais diversas, mencionando o telefone, a TV, o rádio, o raio-x e o micro-ondas, surgindo até resposta como a fotossíntese.

Será que toda radiação é ruim para os seres vivos? Quais são os benefícios trazidos pelo uso da radiação para os seres humanos? Houveram muitas discordâncias nas respostas, alguns falaram que a radiação é muito perigosa, deram exemplos do aparelho de micro-ondas que causava câncer. Outros questionavam as respostas dos colegas, dizendo que a radiação é boa, dando exemplo do celular e da luz do sol. E eles mesmos chegaram ao consenso que tem radiação boa assim como algumas que podem prejudicar a saúde humana. Isso aconteceu com a ajuda da imagem exposta na Figura 16, bem como com o auxílio do professor, que foi apresentando cada nível de energia e comentando sobre suas aplicações, fazendo uma explicação a respeito do que seria uma radiação ionizante e não ionizante.

Figura 16 - Níveis de radiação.

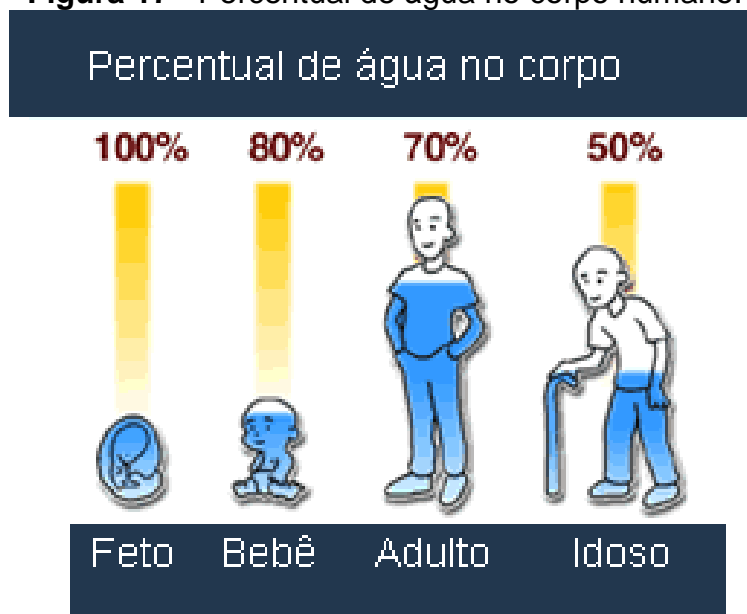


Fonte: <https://sites.google.com/site/solitonsufg/radiacao-eletromagnetica-e-o-corpo-humano>

Posteriormente, o professor apresentou a imagem exposta na Figura 17 em slide e, de forma verbal, apresentou o assunto, ou seja, discutiu o percentual de

água no corpo humano nas diferentes fases da vida, como também destacou ser esse um elemento essencial para alguns procedimentos médicos devido à presença do hidrogênio em sua composição. Na ocasião, o professor apresentou na lousa a estrutura molecular da água, H_2O , mostrando a presença do elemento hidrogênio na estrutura molecular da água e que é abundante no corpo humano, mostrando ser esse elemento umas das variáveis importantes no procedimento dos exames por Ressonância Magnética.

Figura 17 - Percentual de água no corpo humano.



Fonte: <https://blogdoenem.com.br/agua-biologia-enem/>

5.1.2. Relato da Intervenção II

Nesse primeiro momento do segundo encontro, os alunos assistiram a um vídeo³ que falava sobre Ressonância Magnética, suas funcionalidades e as precauções.

Após a exposição do vídeo, o professor apresentou a plataforma PhET⁴, e nela, uma simulação que reproduz a formação de imagem por Ressonância Magnética e também mostra os fenômenos físicos envolvidos.

³ RESSONÂNCIA MAGNÉTICA: Veja como é feito e para que serve. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gwtkEdd5YZk>. Acesso em: 12 de agosto de 2021.

Com a apresentação da simulação do exame por Ressonância Magnética utilizando o PhET, o professor foi conduzindo uma discussão através de algumas perguntas a respeito do procedimento utilizado para obter a imagem por RM.

O que é preciso para obter uma imagem por Ressonância Magnética?

Alguns falaram que precisam de uma radiação, outros de água no corpo, um profissional para conduzir os aparelhos, alguns até falaram de campo magnético, porém não sabiam explicar o que seria esse campo.

Como procede a formação da imagem? Alguns os alunos até tentaram explicar o procedimento, mas ainda não tinham em mente como ele acontecia na prática. Neste momento, o professor voltou para simulação e fez tudo novamente, detalhando cada etapa do procedimento, depois disso os alunos já conseguiam se expressar de maneira mais adequada a respeito de como ocorre a formação da imagem.

Qual a frequência utilizada no exame por RM? Nenhum aluno lembrou de início e logo se fez necessário voltar ao slide da aula anterior sobre radiação, mostrando novamente qual a frequência utilizada no exame por RM.

Qual a vantagem desse exame para a Medicina? Alguns responderam que servia para ver as doenças, outros falaram que dava para ter maior visão do problema, dava para ver o problema antes de fazer uma cirurgia.

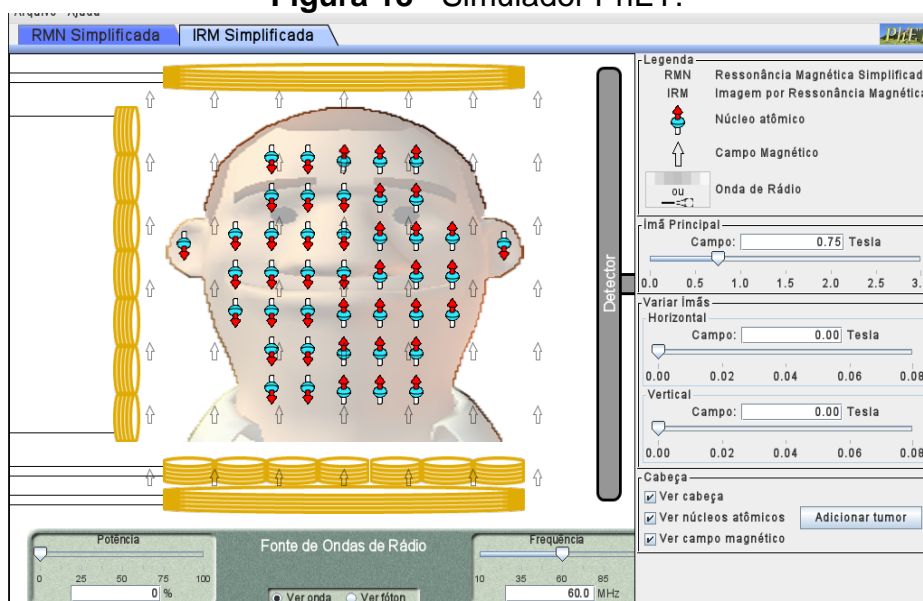
Qual a função principal do exame por RM? A grande maioria dos alunos respondeu que era para encontrar um problema de saúde.

Qual a vantagem de um exame por RM? As respostas foram as mais diversas, entre elas: tem um melhor diagnóstico do problema, a radiação utilizada não prejudica a saúde humana, permite ver o problema sem a necessidade de fazer uma cirurgia.

Na Figura 18 é retratado um pouco de como foi realizada a simulação no PhET, destacando algumas propriedades como os spins, campo magnético e radiação utilizada. É importante destacar que os questionamentos foram feitos aos alunos após a apresentação da simulação com o PhET.

⁴ IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA SIMPLIFICADA. PhET Colorado, 2021. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/mri/latest/mri.html?simulation=mri&locale=pt_BR. Acesso em: 13 de setembro de 2021.

Figura 18 - Simulador PhET.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/mri/latest/mri.html?simulation=mri&locale=pt_BR

Em um momento posterior, se fez necessário abordar os conteúdos de Física, ou seja, as temáticas curriculares abordadas no último ano do Ensino Médio, que se fazem necessários à compreensão dos fenômenos físicos para entender como procede a formação da imagem por Ressonância Magnética.

Os conteúdos abordados foram:

- Campo magnético;
- Pólos magnéticos;
- Linhas de campo magnético;
- Ímãs artificiais;
- Corrente elétrica;
- Campo magnético em um fio retilíneo, circular e espiral.

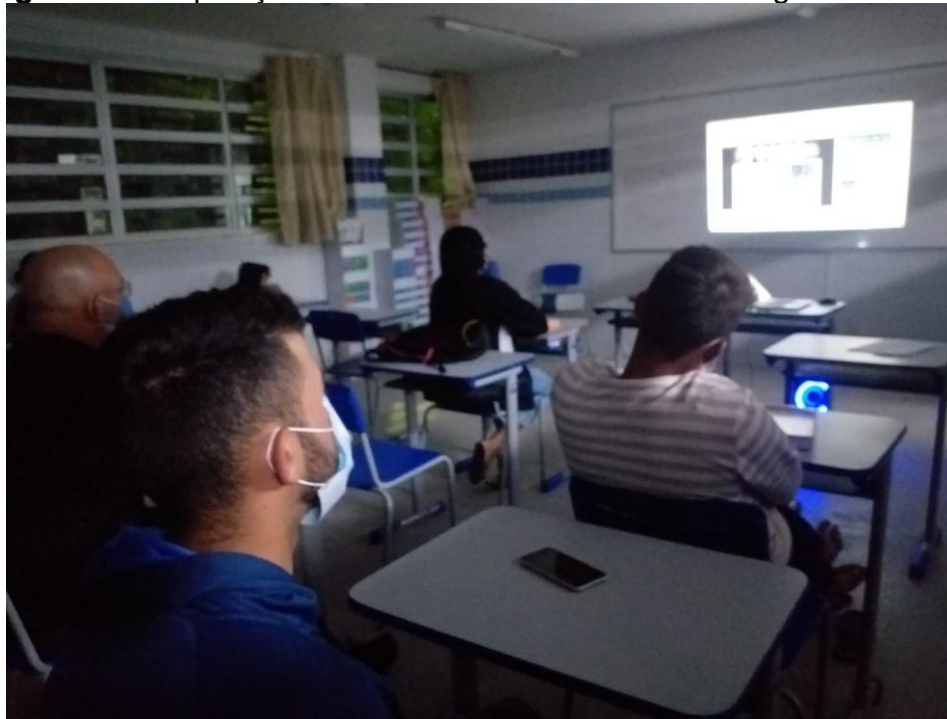
Todos esses conteúdos foram trabalhados de acordo com a proposta do trabalho, de forma que o aluno foi ativo no processo, contribuindo com a dinâmica da aula.

Para finalizar esse segundo encontro, o professor apresentou um vídeo⁵ em culminância com a temática trabalhada. Na Figura 19 é mostrada uma fotografia do momento de apresentação do vídeo que aborda o tema sobre Ressonância

⁵ RESSONÂNCIA MAGNÉTICA/ AULA 1 - Introdução e História. [S. l.;s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iqQIZ7UYsA>. Acesso em: 17 de agosto de 2021.

Magnética e alguns fatores históricos sobre a aplicação do Eletromagnetismo na Medicina, em particular na formação de imagem por Ressonância Magnética.

Figura 19 - Exposição de vídeo sobre Ressonância Magnética.



Fonte: Acervo próprio

5.1.3. Relato da Intervenção III

Na terceira intervenção feita em sala de aula, o professor iniciou com a exposição de uma imagem do corpo humano, seguida de questionamentos aos quais os alunos iriam respondendo à medida que o professor verbalizava os questionamentos acerca do tema trabalhado.

Tendo como base a imagem do corpo humano apresentada aos alunos através de um slide como exposto na Figura 20, o professor foi conduzindo a aula com os seguintes questionamentos e respostas dos alunos: **Qual a substância necessária para o procedimento por exame por RM?** A maioria dos alunos respondeu que era a água, porque possuía muito hidrogênio.

Qual a característica de um órgão para se gerar uma imagem por RM? Alguns responderam que seria um órgão que tivesse muita água, enquanto outros responderam que seria um que tivesse muito hidrogênio na sua composição.

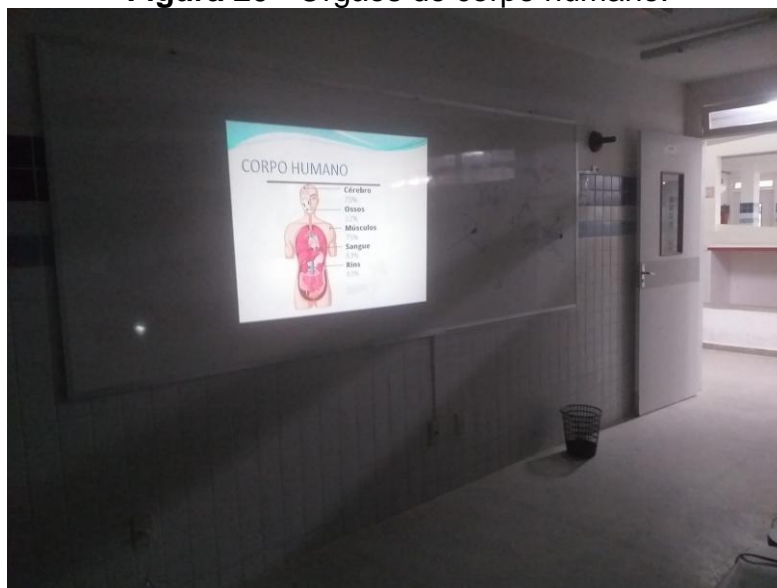
Qualquer estrutura do corpo humano permite gerar uma imagem de qualidade capaz de mostrar possíveis anormalidades em sua estrutura através

do exame por RM? Os alunos responderam que seriam os órgãos que possuem muita água em sua estrutura.

Quais problemas de saúde se fazem necessário o uso da RM? Foram surgindo várias respostas, como doença no cérebro, no coração, nos rins e nos pulmões.

Porque em estruturas ósseas é recomendado fazer outros procedimentos para gerar a imagem da região que está lesionada? Os alunos de imediato responderam que os ossos possuem pouco líquido e pouco hidrogênio, o que é necessário para se fazer o procedimento por Ressonância Magnética.

Figura 20 - Órgãos do corpo humano.



Fonte: Acervo próprio

Após a discussão provocada pelos questionamentos, o professor iniciou um momento de avaliação, de forma verbal, conduziu a discussão no sentido de entender como foi a aceitação dos alunos aos novos conceitos apresentados e, pelos questionamentos feitos, pôde-se verificar que os alunos compreenderam de forma clara e objetiva as metas lançadas na proposta de ensino.

No momento posterior foi apresentada a imagem exposta no slide que podemos observar na Figura 21, seguindo o mesmo processo de perguntas e respostas direcionadas aos alunos e, assim como foi feito anteriormente, a grande maioria dos alunos foram bem ativos nas respostas e na aceitação dos novos conceitos adquiridos no processo de ensino e aprendizagem dentro da proposta que estava sendo lançada.

O professor iniciou esse momento com os seguintes questionamentos aos alunos com a exposição da imagem da Figura 21:

O que podemos observar na imagem? Todos responderam que eram os ossos de uma pessoa.

Podemos tirar alguma conclusão por essa imagem de algum órgão? Todos responderam que não e apenas um observou que tinha um osso quebrado.

A estrutura visível na imagem da Figura 21 seria possível por RM? Por quê? Todos responderam que não, porque os ossos possuem pouca água e não seria possível obter essa imagem por RM.

Qual problema pode ser identificado por esse exame de imagem mostrado na Figura 21? Os alunos responderam que seria um osso quebrado, por exemplo.

De acordo com o que foi visto no primeiro encontro, qual a classificação da radiação que foi utilizada para obter essa imagem? Ela oferece algum risco à saúde? Essa pergunta não foi respondida pelos alunos, mas o professor voltou com o slide do primeiro encontro e mostrou que seria a radiação ionizante. A partir desse momento, eles perceberam que era uma energia muito forte e que pode causar alguns problemas para a saúde humana.

Figura 21 - Imagem por raios-x.



Fonte: Acervo próprio

Na Figura 21 é mostrada a apresentação de um slide a partir de uma imagem obtida por raios-x, bem antes do professor começar a fazer os questionamentos acerca desta imagem, os alunos foram logo respondendo qual era o tipo de procedimento usado para obter essa imagem. No decorrer das perguntas lançadas, os alunos foram identificando cada particularidade e comparando com o exame por Ressonância Magnética. À medida que o professor fazia os questionamentos, os alunos se mostravam empolgados nas respostas, muitas vezes até adiantando coisas que ainda seriam perguntadas. Com isso, foi notório que os alunos gostaram da dinâmica de como foi abordado o assunto e isso foi se tornando visível desde o início, no qual, muitas vezes, os alunos queriam responder coisas que eles ainda não compreendiam, porém, por estarem participando do processo, se sentiam importantes na formação. Pudemos notar que isso foi um fator importante nos encontros, pois a participação dos alunos é de suma importância dentro da proposta da dissertação deste trabalho.

5.2. Considerações referentes à Sequência de Ensino aplicada e a aceitação dos alunos.

Neste tópico serão relatados pontos importantes que foram observados durante a intervenção feita em sala de aula, destacando aquilo que culminou para a aplicação da Sequência de Ensino.

Na proposta de ensino aplicada aos alunos do Ensino Médio, mais especificamente do Ensino de Jovens e Adultos (EJA), pode-se observar que os estudantes tiveram uma maior participação nas atividades propostas. A Sequência de Ensino baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov (2001) culminou para que os estudantes tivessem uma maior participação nas aulas, os resultados alcançados acerca da proposta de ensino dos temas foram muito bons, tendo como base os questionamentos feitos durante todo o processo e a aceitação dos alunos na proposta lançada, como também tendo em vista algumas dificuldades encontradas no decorrer das aulas, como as condições sanitárias pelas quais o mundo estava passando.

Dentro desta perspectiva de ensino, concluímos que a experiência foi muito enriquecedora, mostrando que, a utilização desse modelo de ensino estimula o aluno a participar das aulas, deixando de ser apenas um ouvinte, tornando-se um

agente ativo nas atividades, promovendo uma interação do professor com o aluno. Notamos também que o uso de ferramentas diversas é de fundamental importância, como vídeos, simuladores e imagens, tudo isso promove um canal de discussão, despertando ainda mais a curiosidade dos alunos.

A aceitação dos alunos foi muito boa, pois os mesmos se sentiram elementos importantes para o desenvolvimento das aulas. Compreenderam que essas mesmas aulas precisavam deles para acontecer, não somente o estar, mas a participação direta. Alguns alunos relataram experiências vividas que culminavam com o tema da aula, relatando todo o processo de como era feito o exame por imagem, incitando ainda mais o desejo de abordarmos esse e outros temas que estejam diretamente ligados a vivências cotidianas dos alunos, assim como está no objetivo deste trabalho.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No primeiro capítulo dessa dissertação apresentamos um pouco da história do Ensino da EJA, apontamos as questões de pesquisas norteadoras, bem como as estratégias e direcionamentos para a execução da proposta lançada.

No capítulo dois discutimos os aportes teóricos, apresentando as ideias que culminavam com a proposta e o que era relevante ao nosso estudo, abordando temas como a Ressonância Magnética no ensino de Física com uma proposta de ensino problematizadora para a Educação de Jovens e Adultos e o Ensino de Física na EJA. Ainda dentro desse capítulo abordamos os fatores históricos do Ensino da EJA no Brasil. Explanamos ainda teorias como 'Os três momentos pedagógicos de Delizoicov em uma perspectiva problematizadora', utilizada, inclusive, como base para a execução da proposta de ensino. O terceiro capítulo se refere às explicações dos conceitos em Física envolvidos, no que diz respeito aos conteúdos apresentados durante a aplicação da Sequência de Ensino.

No quarto capítulo apresentamos o percurso metodológico, ao qual é de caráter qualitativo e que é apresentado em quatro seções, como será descrito a seguir. O primeiro momento foi a descrição do Público alvo, a quem seria apresentado a proposta de intervenção; no segundo momento foi a elaboração da proposta, ao qual apresenta a escolha do tema a ser abordada no curso e a estrutura da proposta de intervenção, que é o Produto Educacional. No terceiro momento apresentamos a Aplicação da Proposta, ao qual promovemos uma intervenção de três encontros de 90 minutos cada. E por último, a Avaliação da Proposta, que se dá dentro da aplicação da Sequência Didática.

A Proposta de Intervenção aconteceu durante os três encontros, assim como encontra-se descrito na Sequência de Ensino do referido trabalho. Durante todas as atividades propostas, percebemos a participação dos estudantes para alcançar respostas para os questionamentos apresentados em sala de aula, ao qual, dificilmente, é observado em aulas tradicionais. Em toda a execução da proposta, a atenção se voltou para as discussões em torno das problematizações feitas acerca do tema trabalhado e que se fez ponto primordial na execução da Sequência de Ensino. Em vista dos conceitos construídos, podemos afirmar que a realização da intervenção proporcionou resultados bons, percebendo assim a construção e aceitação desses conceitos trabalhados e o entendimento dos fenômenos físicos.

Com esse trabalho, o objetivo foi verificar se uma metodologia voltada a problematização com temas geradores seria adequada para alunos da EJA e se o ensino de Física dentro da perspectiva dos três momentos pedagógicos de Delizoicov (2001) proporcionaria uma formulação de novos saberes. Propomos uma construção conceitual a partir de experimentos básicos, que considerava os saberes do aluno e, assim, foi se construindo novos saberes. Com essa Sequência de Ensino, pretendemos disponibilizar aos professores uma metodologia que permita, junto ao aluno, uma construção daquilo que está sendo ensinado, permitindo uma maior participação do aluno nas aulas de Física.

Ao final da aplicação da Sequência de Ensino, podemos perceber que a grande maioria dos alunos participaram das aulas forma ativa e que os conceitos e aplicações da Física estavam bem próximas deles, assim como também pudemos observar na fala de alguns alunos ao término da intervenção didática. O professor pode observar também a dificuldade de alguns alunos em compreender determinados pontos e como, durante os encontros esses problemas foram sendo sanados.

Por fim, ciente dos resultados obtidos neste trabalho, e que foram animadores e satisfatórios, se faz necessário a realização de outros trabalhos nessa perspectiva, com o propósito de contribuir e expandir experiências através do uso de novas e diferenciadas metodologias voltadas para o Ensino de Física.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. V. B. **O ensino de Física na educação de jovens e adultos: da possibilidade à efetivação de uma prática problematizadora em óptica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba: Campina Grande/ PB, 2016.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996

COMO FUNCIONA a ressonância magnética. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bBpixeovj80>. Acesso em: 3 fev. 2021.

COSTA, A. C. M. **Educação de jovens e adultos no Brasil: novos programas, velhos problemas.** Cadernos de Pesquisa–Pensamento Educacional: Curitiba, v. 4, n. 8, p. 64-82, 2009.

COSTA, J. M. & PINHEIRO, N. A. M. **O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar.** Imagens da Educação, v. 3, n. 2, p. 37-44, 2013.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, D. e Angotti, J. A. (1990). **Física.** São Paulo: Cortez, 1990.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 25. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A. & DELIZOICOV, D. **Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências.** Ciência & Educação (Bauru), v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

GRIFFITHS, D. J. **Eletrodinâmica.** 3. ed. São Paulo: Pearson Edition, 2011.

HALLIDAY, D.; RESNICH, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física.** 8. Ed; Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., vol. 3, 2010.

KRUMMENAUER, W. L. & DARROZ, L. M. **O ensino de física na educação de jovens e adultos: O que pensam docentes e discentes.** Revista Thema, v. 17, n. 2, p. 437-448, 6 abr. 2020.

LOPES, S. P. e SOUSA, L. S. **EJA: Uma educação possível ou mera utopia.** Revista Alfabetização Solidária (Alfasol), v. 5, p. 75-80, 2005.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MUENCHEN, C & DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física"**. Ciência e Educação (Bauru), v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

MAGALHÃES, Rodrigo Silva. **Módulo didático para o ensino de física na EJA a partir do tema gerador: "o eletromagnetismo e o problema das ligações clandestinas de energia elétrica**. Dissertação (Mestre em Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília/ DF, 2015, p. 177.

NETO, Giovani Zanetti. **Delineamento de ações educativas para o ensino de física na educação de jovens e adultos**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ ES, 2016.

PIERRO, M. C. e HADDAD, S. **Transformações nas políticas de Educação de Jovens e Adultos no Brasil no início do terceiro milênio: uma análise das agendas nacional e internacional**. Cad. CEDES, Campinas, v. 35, n. 96, p. 197-217, 2015.

RAMOS, L. C. e SÁ, L. P. **Alfabetização Científica na educação de jovens e adultos em atividades baseadas no programa "Mão na massa"**. Programa Abc na educação científica: mão na massa, [s. l.], v. 15, n.2, p. 123-140, 2 set. 2012.

SILVA, A. C. e ALMEIDA, M. J. P. M. **Uma leitura de divulgação científica sobre ressonância magnética no ensino médio**. Revista EDICC, v.2, p. 4-14, 2014.

SILVA, C. C. **Eletricidade no cotidiano para a EJA a partir dos três momentos pedagógicos**. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Ensino de Ciência e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/ RS, 2019.

TORRES, J. M. **Utilização da ressonância magnética nuclear para o ensino de física**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Federal de Uberlândia/ MG, 2012.

TALMAG, J. M. A.; PORDEUS, M. P. e MENESES, M. V. C. **Educação De Jovens E Adultos (EJA): Trajetória Histórica no Brasil e os Desafios no Cotidiano**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 6, n. 12, p. 10, 2020. Disponível em: <https://www.periodicorease.pro.br/rease/article/view/331>. Acesso em: 18 abr. 2021.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez. 1986.

TRIVIÑOS, A. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. 1th ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 1987.

VILELA, K.S.F.R. **A utilização do forno de micro-ondas no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA)**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Ouro Preto/ MG, 2015, p. 85.

APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA: PROBLEMATIZANDO NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS.

Gerinaldo da Silva

Orientação: Prof^ª. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde

Produto Educacional

Instituição de Ensino: Universidade Estadual da Paraíba

Programa: Programa de Pós-graduação Profissional em Ensino de Física/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF

Nível: Mestrado

Área de Concentração: Física na Educação Básica.

Linha de Pesquisa: Física e Sociedade

Título da Dissertação: Ressonância Magnética no Ensino de Física: Uma Proposta de Ensino Problematizadora para a Educação de Jovens e Adultos

Produto Educacional: Ressonância Magnética: Problematizando na Educação de Jovens e Adultos.

Autor: Gerinaldo da Silva

Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde.

Ano: 2022

Apresentação

O ensino de Física por muitas vezes passa por um processo de apresentação de conteúdo e resolução de problemas sem nenhuma associação com a dinâmica do estudante, ocasionando pouco envolvimento deste no processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos. Essa proposta de ensino traz para o professor uma dinâmica de interação com os alunos, apresentando uma estratégia metodológica que auxilie no ensino de Física, especificamente para o Ensino Médio, na modalidade da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A proposta deste trabalho é disponibilizar uma Sequência de Ensino embasada em uma perspectiva problematizadora, com enfoque nos três momentos pedagógicos - 3MP na perspectiva de Delizoicov (2012) e Angotti (1990). Para implantar a Sequência de Ensino, as atividades serão desenvolvidas em três encontros com duração de 90 minutos cada encontro, ao qual cada encontro é abordado os conteúdos em conformidade com os 3MP.

O tema escolhido para o desenvolvimento da Sequência de Ensino foi a Ressonância Magnética, abordando os conteúdos de Radiação, Eletromagnetismo e suas aplicações e relações com o tema.

A Sequência foi elaborada com o intuito de favorecer uma dinâmica de sala de aula que se observam os saberes iniciais dos alunos de modo a problematizar esse conhecimento, passando por um processo de amadurecimento do conteúdo e, por fim, socializando os saberes adquiridos ou transformados. O propósito é que os alunos busquem subsídios para livrarem-se da ingenuidade e possam analisar de forma crítica aquilo que é de seu convívio, potencializando através do ensino de Física, sua convivência em comunidade, sua capacidade de ser transformado e de transformar sua história enquanto um ser que faz parte de uma sociedade e está inserido nela.

Sequência de Ensino

Abordagem teórica metodológica: abordagem problematizadora com enfoque nos três momentos pedagógicos.

Tema: Ressonância Magnética.

Número de aulas: 3 Aulas de 90 minutos cada

Conteúdos: Campo Magnético, Ressonância Magnética e Radiação.

Objetivos:

- Entender como procede a Ressonância Magnética;
- Compreender a aplicar a Ressonância Magnética na Medicina, mais especificamente no diagnóstico por imagem;
- Compreender o que é e quais as características de uma Radiação;
- Abordar o conteúdo sobre Campo Magnético e suas propriedades;
- Ler e interpretar (de forma superficial, sem a pretensão de diagnosticar) os exames por imagens.

Público Alvo: A proposta foi elaborada com um direcionamento para alunos que estejam cursando o terceiro ano do Ensino Médio na modalidade EJA.

PRIMEIRO ENCONTRO

Desenvolvimento da primeira aula

1º momento

No primeiro momento, o professor explicará aos alunos a proposta do projeto, como procederá às aulas, bem como instigará os alunos a participarem do projeto.

- Atividade experimental:

Inicialmente, apresentaremos um experimento (situação problema) em uma perspectiva problematizadora, ou seja, a condução de todos os passos dentro do experimento será feita mediante questionamentos verbais.

A situação problema tem como propósito mostrar a formação da sombra e a importância de uma fonte de radiação, nesse caso, a luz.

Após o diálogo inicial de socialização da proposta, é proposto o experimento (situação problema):

Experimento: Formação de sombras

Material utilizado:

- Uma vela;
- Fósforo.

Procedimento:

- Colocar a vela sobre uma superfície, de modo que ela fique na vertical;
- Acender a vela;
- Apagar as luzes da rede elétrica do ambiente de modo que fique parcialmente escuro e a vela seja a única fonte luminosa;
- Colocar a mão próxima à vela e observar a sombra formada na parede ou em qualquer outro obstáculo.

Neste primeiro momento dá-se início à sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos, procurando explorar as experiências já adquiridas, extraíndo os saberes

iniciais dos alunos de maneira que eles possam participar de forma ativa no processo de construção dos saberes, sendo co-atores de sua própria formação.

Assim como está na abordagem dos três momentos pedagógicos de Delizoicov (2001), é preciso fazer uma sondagem acerca dos conhecimentos prévios do aluno. Nesse primeiro momento, trabalharemos com uma atividade experimental, imagens associadas à questionamentos, buscando a participação do aluno na construção desse primeiro momento.

Atividade problematizadora

No primeiro momento do experimento se fará necessário perguntar aos alunos se **A sombra é legível?** É esperado como resposta que sim, que as características externas como dedo, mão, braço, cabeça, entre outros são bem visíveis.

Um segundo questionamento será feito a respeito dos órgãos internos - **Por que na projeção da sombra não aparece, por exemplo, o coração, os vasos sanguíneos, os nervos, entre outros?** Neste momento de interação e problematização com o aluno, as respostas podem vir ou não, tendo em vista que o processo de formação da imagem interna envolve um mecanismo mais sofisticado e que pode não ser algo acessível aos conhecimentos dos alunos ainda.

Observação 1: O intuito desse experimento é mostrar aos alunos a importância da radiação no processo de formação da sombra, no qual sem a luz não seria possível formar a mesma.

Observação 2: O professor pode usar outras partes do corpo no experimento como a cabeça ou o braço.

Questionamentos:

1 - O que será mais importante para a formação da sombra?

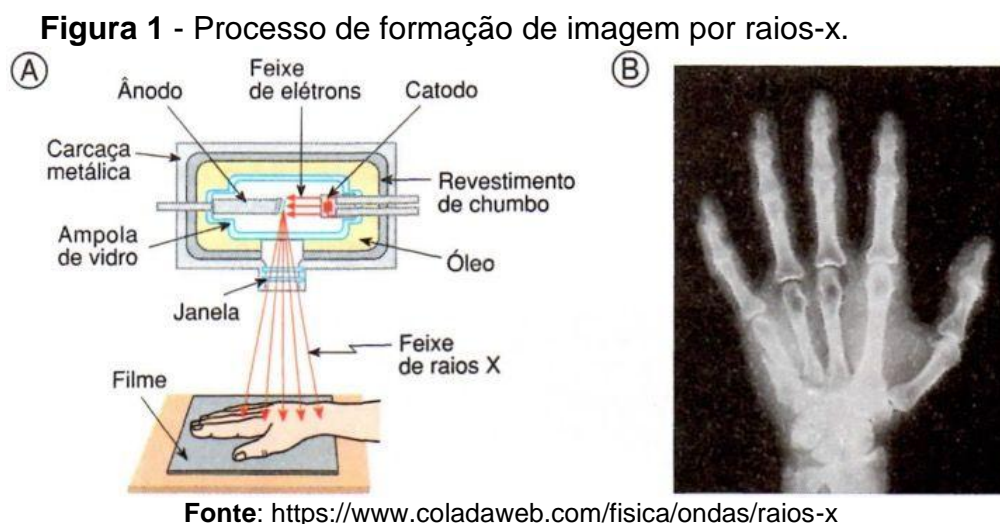
Com essa pergunta é esperado que surjam várias respostas, porém, com o objetivo de trazer a participação do aluno nas discussões.

2 - É possível obter a sombra sem a luz da vela?

Nesse momento, a resposta esperada é que não, mas é possível que alguns alunos tenham um posicionamento diferente, e isso o professor precisará estar atento.

3 - É possível ver as propriedades internas na sombra?

Com essa pergunta é esperado que os alunos respondam que não, no entanto, poderá surgir outras perguntas por parte do aluno, sendo isso o ideal, mas o professor não irá responder neste momento. Seguindo a aula, é projetada uma imagem obtida por Raios-X (Figura 1).



Essa imagem de uma mão exposta a uma radiação será colocada com o intuito de levar o aluno a comparar as duas situações: quando exposta a chama da vela e quando exposta a radiação por raios-x. Este momento será conduzido de maneira para que eles comecem a questionar o porquê das diferentes formas de obter imagens ou sombras, e o que provoca esse tipo de formação.

A Figura 1 será exposta e norteará os seguintes questionamentos:

1 - Qual a diferença entre a imagem mostrada na Figura 1B, formada por raio-x e a sombra formada no experimento?

Neste momento é esperado por parte dos alunos que eles apresentem características das duas situações.

2 - O que podemos perceber de semelhanças nas duas imagens?

O intuito desta pergunta é levar os alunos a compreender que ambas as situações precisam de uma energia para formar suas respectivas formas, seja sombra ou imagem, e necessita de uma radiação.

3 - Seria possível obter os mesmos resultados sem uma fonte de energia?

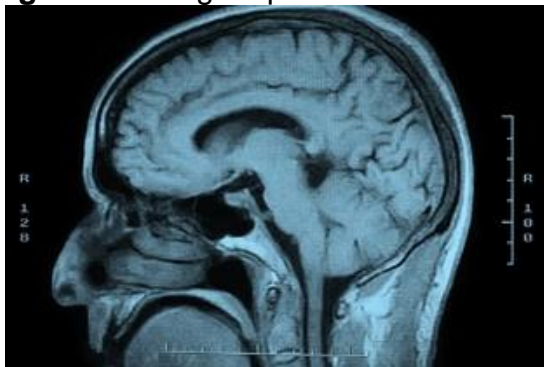
Pretendemos com esse questionamento consolidar a importância da radiação no processo de formação de imagem ou sombra.

Neste primeiro momento serão apresentadas as situações problema com o intuito de levar o aluno a uma discussão acerca dos problemas lançados, e é esperado que eles observem a importância de uma fonte de energia para a formação das sombras ou das imagens.

2º momento

Com o auxílio de data show e computador, apresentaremos as imagens expostas nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 - Imagem por RM do crânio humano.



Fonte: <https://www.tuasaude.com/ressonancia-magnetica/>

Figura 3 - Imagem do crânio por Raios-X



Fonte: http://fortaleza.tudotemos.com/market/humanaimagem_RaioXCranio_Saude 9159.

Neste momento daremos continuidade a problematização do conteúdo através das imagens. O professor lançará questionamento aos alunos, fazendo com que estes procurem dar significado de como foram obtidas as imagens, características particulares de cada uma e quais foram os processos para se chegar a elas.

Nessa perspectiva problematizadora, as imagens são colocadas como um meio de se chegar aos conhecimentos prévios do aluno, seja ele bem mais formulado ou simplesmente uma observação, permitindo ao educando analisar e tirar conclusões acerca do que ele está observando, para que mais tarde ele possa aguçar sua curiosidade com um conhecimento mais científico, saciando-as com um novo saber aprendido.

Perguntas dirigidas pelo professor (mediador) aos alunos referentes às imagens expostas nas Figuras 2 e 3:

1 - O que vocês estão vendo nas imagens?

Com esta pergunta pretendemos levar o aluno a identificar características nas imagens como crânio e cérebro, entre outras. Nessa perspectiva, é esperado que os alunos apresentem características das imagens expostas.

2 - Qual parte do corpo está apresentada em cada imagem?

Neste momento, o aluno será conduzido a fazer uma leitura das imagens.

3 - Além da cabeça, vocês conseguem visualizar mais alguma coisa?

Esse questionamento é importante porque já começa a explorar uma imagem mais detalhada, ou seja, uma prévia indireta do que será discutido ao serem apresentadas as imagens formadas por Ressonância Magnética, o que ocorrerá nos momentos posteriores.

4 - No caso da sombra formada com o experimento da vela, o que podemos observar?

Nessa perspectiva, é esperado que o aluno já tenha algumas informações e possa comparar o experimento com as imagens.

5 - Qual a diferença entre as imagens formadas? Existe diferença?

Neste momento o professor pode auxiliar o aluno com as imagens, podendo questionar e mostrar, de forma que eles demonstrem que já diferenciam as imagens, seja por raios-x ou RM, mesmo que de forma inconsciente.

6 - O que foi utilizado para formar as imagens?

A pergunta não será umas das mais fáceis, porém é importante que o aluno fale, pois ele já pode emitir sugestões e fazer analogias. Nessa perspectiva esperamos que, com esse questionamento, o posicionamento do aluno possa passar de conhecimento ingênuo, apropriando-se de um conhecimento mais científico.

7 - A vela foi um fator importante na formação da sombra no experimento? Por quê?

Podemos dizer que essa pergunta é um tanto pretenciosa, pois quer insistir na importância da radiação emitida pela fonte de luz e, assim, fazer com que o aluno compreenda que, no processo de formação de imagens ou sombras, a radiação e sua intensidade são elementos importantes.

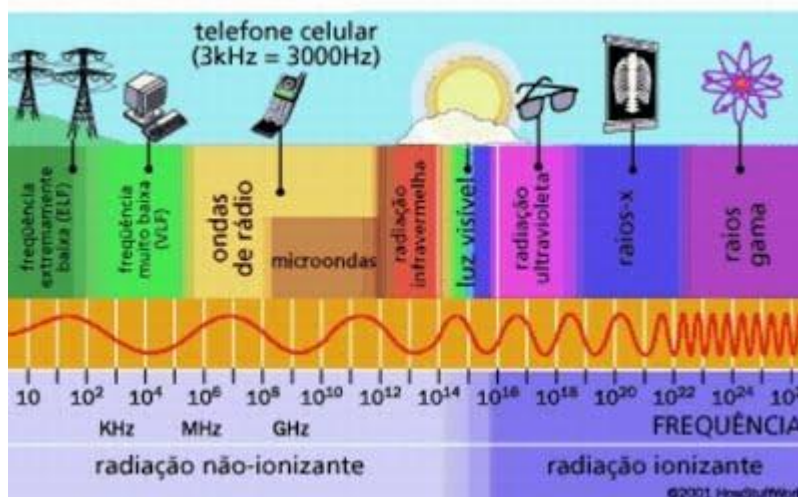
8 - Podemos obter os mesmos resultados das Figuras 2 e 3 com a luz da vela? Por quê?

É esperado por parte do aluno que a resposta seja não, porém, não esperamos obter essas respostas de maneira clara e direta, mas é aconselhável que o professor insista nesta última pergunta, a fim de obter algum posicionamento do aluno.

3º momento

Neste terceiro momento, será apresentada uma imagem mostrando a classificação da frequência das radiações (Figura 4).

Figura 4 - Escala de frequência do espectro eletromagnético e níveis energéticos



Fonte: <https://sites.google.com/site/solitonsufg/radiacao-eletromagnetica-e-o-corpo-humano>

O objetivo da apresentação da imagem exposta na Figura 4 é mostrar a distribuição das frequências e os tipos de radiações, como também a classificação de ionização, e ainda os tipos de radiação utilizados nos procedimentos de exames por imagem.

Perguntas dirigidas pelo professor no 3º momento da primeira aula:

1 - O que vocês entendem por radiação?

Essa pergunta é bem particular, pois o tema pode ser familiar para alguns e para outros, não. Esperamos com essa pergunta que sejam dadas respostas que conduzam a discussão e compreensão de que há vários tipos de radiação, as que são inofensivas e as ofensivas para a saúde humana.

2 - Vocês poderiam citar algum exemplo de uma aplicação da radiação em nosso cotidiano?

É esperado que eles já citem os exames por imagem, mas também outras aplicações, e assim, associando a radiação no procedimento. As respostas podem ser vastas, ficando a cargo do professor complementar algumas informações.

3 - Será que toda radiação é ruim para os seres vivos?

De acordo com a discussão anterior - e que foi explicado pelo professor - as respostas esperadas, provavelmente, serão uma só: não. Esse segundo momento é dedicado a expor os níveis de radiações, quais delas são utilizadas em determinados procedimentos e as suas classificações quanto à ionização.

4 - Quais são os benefícios trazidos pelo uso da radiação para os seres humanos?

Neste momento o professor questionará os alunos de forma a obter uma resposta, mas é possível que não venha. Assim, o professor deverá intervir mostrando a importância nos procedimentos médicos como o exame por Ressonância Magnética, o exame por Raios-x, os GPS e os sinais de telefone. É importante destacar que estamos rodeados por radiação, mas nem toda radiação é prejudicial à saúde humana.

Observação 1: É importante o professor ressaltar a importância desse tipo de energia para o procedimento de exames por imagens.

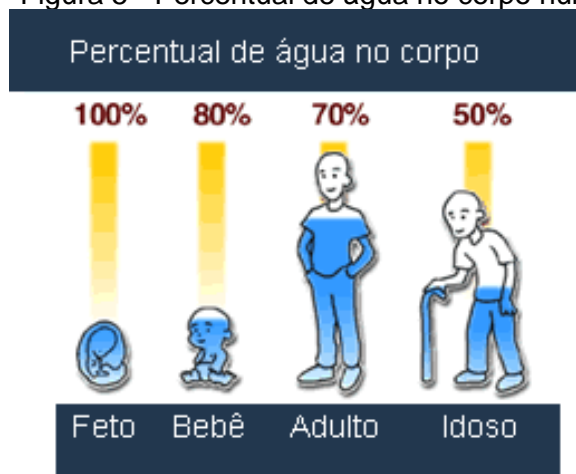
Observação 2: Nesse momento o professor não se prende em querer mostrar o que seria uma frequência, pode-se até falar, mas o que interessa é mostrar os limites de radiações e qual será utilizada no exame por Ressonância Magnética.

Observação 3: Em todos os momentos serão utilizados computador e data show para apresentação das imagens.

Corpo humano e seu percentual de líquido.

O corpo humano possui uma grande concentração de líquido em sua composição, como bem sabemos, isso remete a uma grande quantidade de hidrogênio, e esse é justamente um elemento essencial no procedimento de RM. Vejamos e apresentaremos a imagem em destaque na Figura 5 que nos dá uma estimativa de quanto temos de água em nosso corpo em diferentes idades.

Figura 5 - Percentual de água no corpo humano



Fonte: <https://blogdoenem.com.br/agua-biologia-enem/>

A discussão promovida a partir da imagem exposta na Figura 5 tem o objetivo de levar o aluno a compreender que o corpo humano possui uma grande quantidade de hidrogênio, elemento encontrado devido ao grande percentual de líquido presente no corpo humano. Com essa exposição e discussão é esperado que os alunos compreendam a existência do hidrogênio e que eles relembrem desse tópico quando for abordado o procedimento de Ressonância Magnética no segundo encontro.

SEGUNDO ENCONTRO

Desenvolvimento da segunda aula

1º momento: Iniciaremos a aula com exposição de um vídeo⁶ falando sobre Ressonância Magnética. O vídeo tem o seguinte tema: 'Ressonância Magnética: veja como é feito e para que serve'. Nesse vídeo será apresentado como se procede o exame por Ressonância Magnética, seu funcionamento, precauções quanto ao uso desse procedimento e os aspectos físicos envolvidos.

No segundo momento será apresentado o conteúdo, de acordo com os três momentos pedagógicos, etapa correspondente à organização do conhecimento, ou seja, os conhecimentos científicos - neste caso de Física - para que se tenha uma construção embasada em conceitos já estabelecidos e que possa dar uma representação contínua de saberes necessários para a aquisição de novos saberes. Em uma perspectiva problematizadora, esse segundo momento tratará o conteúdo de uma forma mais dinâmica com exposição de imagens, vídeos e simulação, para que os alunos possam ver, a partir de diferentes maneiras, o conteúdo e suas aplicações, relacionando os pontos trabalhados no primeiro momento, o qual irão responder aos problemas iniciais propostos pelo professor e tudo ocorrerá sob sua inspeção.

O vídeo será apresentado aos alunos com o objetivo de favorecer a compreensão de como funciona na prática o exame por Ressonância Magnética, bem como apresentar características importantes no processo de formação de imagem por RM.

2º momento: Utilização do simulador PhET.

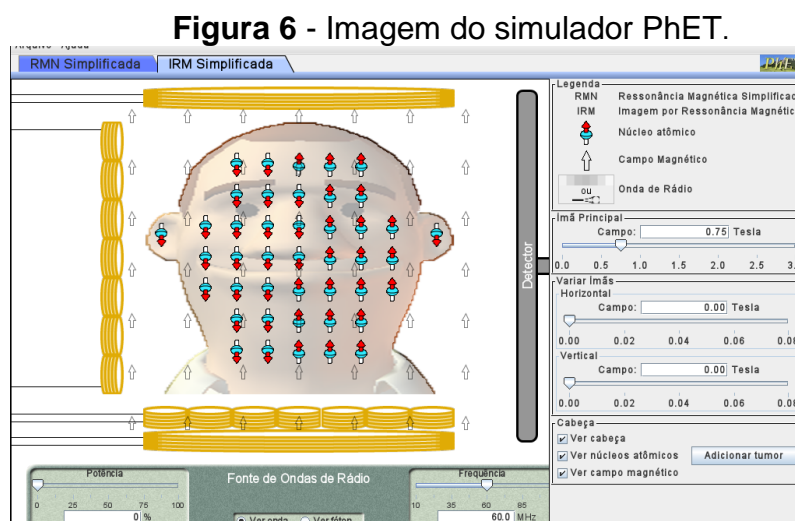
Neste momento o professor apresentará o programa PhET Colorado, utilizando data show e fará a projeção do programa com auxílio do computador. É importante apresentar aos alunos como funciona cada variável do simulador, assim na hora que fizermos a simulação, os alunos poderão acompanhar o processo.

⁶ RESSONÂNCIA MAGNÉTICA: Veja como é feito e para que serve. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gwtkEdd5YZk>. Acesso em: 12 de agosto de 2021.

Durante toda a apresentação do simulador PhET, a atividade do professor será orientada por um questionário (exposto posteriormente nesse texto), a fim de nortear os objetivos traçados para este momento.

Na apresentação deste programa⁷, será introduzido como se comporta o campo magnético e mostrando que ele pode variar a intensidade, as radiações emitidas também podem variar ajustando a potência e a frequência. O professor mostrará o alinhamento dos spins de cada átomo, quando exposto ao campo magnético. Por último é mostrado o processo de ressonância magnética, que será o ponto principal desse momento.

A imagem exposta na Figura 6 foi retirada do simulador PhET Colorado, que será utilizado para fazer as simulações sobre o processo de formação de imagem por RM.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/mri/latest/mri.html?simulation=mri&locale=pt_BR

O professor conduzirá a apresentação com os seguintes questionamentos:

Perguntas dirigidas pelo professor na apresentação do PhET:

1 - O que é preciso para obter uma imagem por Ressonância Magnética?

Com esse questionamento abordaremos, de forma direta, o que é o fenômeno da Ressonância Magnética e a obtenção de imagens. É importante que o professor conduza o momento de forma que o aluno possa acompanhar o raciocínio da aula,

⁷ IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA SIMPLIFICADA. PhET colorado, 2021. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/mri/latest/mri.html?simulation=mri&locale=pt_BR. Acesso em: 13 de setembro de 2021.

tendo em vista que eles já viram nas aulas anteriores algumas dicas e resultados obtidos em exame por imagem.

2 - Como procede a formação da imagem?

Este questionamento estará antecedendo a explicação do professor no processo de formação da imagem, explicando ao aluno a importância de cada termo para se chegar a resultados iguais aos das figuras mostradas no primeiro encontro.

3 - Qual a frequência utilizada no exame por RM?

Como já foi visto anteriormente a classificação dos tipos de radiação e seus níveis energéticos para cada procedimento, é esperado que o aluno já saiba a resposta adequada. Caso não se obtenha a resposta, o professor poderá enfatizar novamente que é na frequência de ondas de rádio, podendo até voltar à imagem da aula passada, expondo a tabela das frequências.

4 - Qual a vantagem desse exame para a Medicina?

Essa pergunta é direcionada à aplicação da RM na Medicina, dando uma aplicação mais concreta do conteúdo, explorando os conhecimentos de mundo dos alunos, apontando as vantagens desse tipo de exame para diagnósticos médicos.

5 - Qual a função principal do exame por RM?

O professor associará esta pergunta com os pontos abordados no primeiro encontro, explicando que esse tipo de exame permite aos médicos diagnósticos mais precisos, mostrando informações mais precisas do paciente e o seu estado clínico. O professor mostrará ao aluno que a Ressonância Magnética (RM) é um procedimento utilizado na Medicina e que seu principal objetivo é trazer informações internas do corpo humano sem a necessidade de fazer cirurgia.

6 - Qual a vantagem de um exame por RM?

Mostraremos aos alunos que esse procedimento não é prejudicial à saúde humana e que os diagnósticos são mais precisos, permitindo uma melhor avaliação clínica, detectando problemas sem a necessidade de cirurgias.

Abordando o conteúdo sobre Campo Magnético

Nesta etapa é importante abordar o tema sobre Campo Magnético, tendo em vista que o simulador traz esse conceito e que os alunos precisam conhecer essa variável que está dentro do processo de formação da imagem, já que também é conteúdo a ser abordado na disciplina de Física.

Começaremos esse momento com o seguinte questionamento: **O que é um Campo Magnético?** Essa é a pergunta introdutória ao conteúdo sobre Campo Magnético.

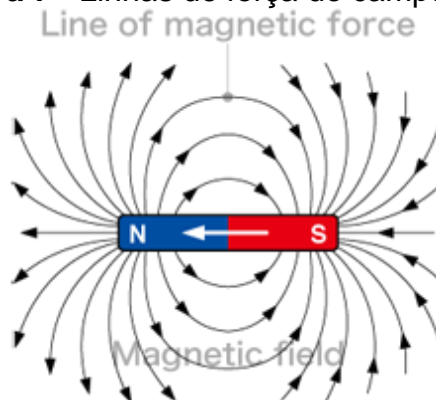
Observação: É importante que o professor chame a atenção do aluno para esse momento, pois é o momento de estruturação do conteúdo.

Os Campos Magnéticos podem ser produzidos de duas formas (HALLIDAY, 2010, p.202):

- A primeira forma é usar partículas eletricamente carregadas em movimento, como uma corrente elétrica em um fio, para fabricar um **eletroímã** (HALLIDAY, 2010, p.202);
- A outra forma de produzir campos magnéticos é usar partículas elementares como elétrons, que possuem um campo magnético intrínseco (HALLIDAY, 2010, p.202).

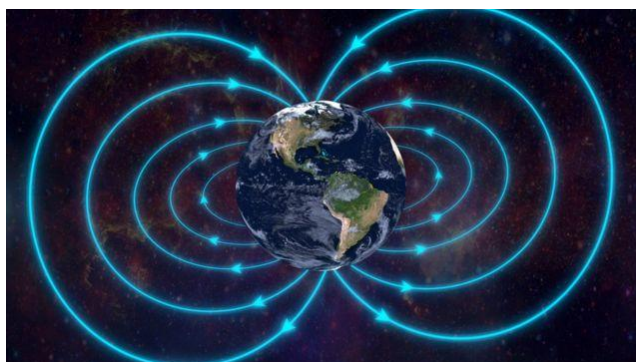
Observe as imagens expostas nas Figuras 7 e 8:

Figura 7 - Linhas de força do campo magnético



Fonte: <https://imadeneodimio.com.br/magnetismo/>

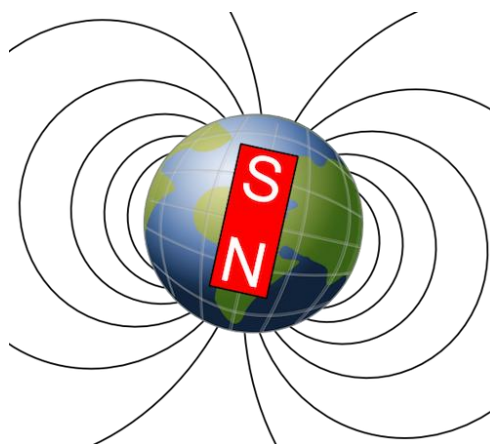
Figura 8 - Campo magnético da terra



Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-46825941>

Utilizaremos a imagem exposta na Figura 9 para mostrar a representação da relação entre dois campos magnéticos quando estão em contato, como se comportam e quais são suas aplicações. O professor explicará que, os pólos magnéticos de pólos opostos se atraem e iguais se repelem. É indicado ao professor que fale sobre os pólos geográficos da terra, mesmo que seja apenas um comentário breve.

Figura 9 - Bússola magnética.



Fonte: <https://saense.com.br/2016/08/quando-o-campo-magnetico-da-terra-gira/>

Neste momento o professor explicará o que é o magnetismo e suas propriedades, norteando a explicação através das seguintes indagações:

1 - O que é um ímã?

Com essa pergunta o professor apresentará as características de um ímã, sua forma natural e suas particularidades, como pólo e linhas de campo.

2 - O que são pólos magnéticos?

É importante explicar ao aluno o que são os pólos magnéticos, usando como exemplo os pólos da terra e a utilização desses pólos na orientação através de bússolas. Explicar ao aluno como se orientar pela bússola utilizando o campo magnético da terra, explorando a ideia de pólos opostos.

3 - Como se comporta as linhas do campo magnético?

Com essa pergunta é esperado que os alunos compreendam que linhas de campo magnético se comportam de forma circular, que os pólos magnéticos nascem

em pólo e chega até o pólo oposto, realizando um movimento circular que é característica desse tipo de campo.

4 - E os ímãs artificiais, como são formados?

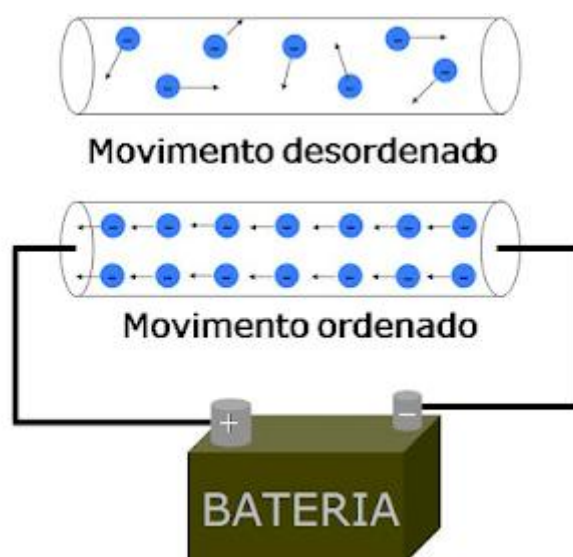
Nesse caso se faz necessário comentar que as cargas elétricas em movimento geram um campo magnético e esse movimento das partículas na superfície do fio ocorre devido a um fluxo elétrico que desloca as partículas livres do material em um dado sentido.

Observação: Se faz necessário uma explicação sobre o que é uma corrente elétrica, pois os alunos podem não lembrar ou não terem estudado sobre esse conceito ainda.

Se ligarmos as extremidades do fio a uma bateria, porém, o número de elétrons que atravessam o plano em um sentido se tornará ligeiramente maior que o número de elétrons que atravessam o plano em um sentido oposto; em consequência, haverá um fluxo líquido de cargas e, portanto, uma corrente elétrica no fio. (HALLIDAY, 2010, p.141)

Vale ressaltar neste momento que, de acordo com o exposto na Figura 10, as partículas elementares do material que conduz a corrente elétrica já existem, porém, de um modo desordenado e quando elas são organizadas de modo que se desloquem no mesmo sentido, aí existe uma corrente elétrica.

Figura 10 - Movimento das partículas elementares



Fonte: <http://www.fisicaresolvida.com.br/2015/05/eletrodinamica-corrente-eletrica-resistencia-eletrica-e-lei-de-ohm.html>

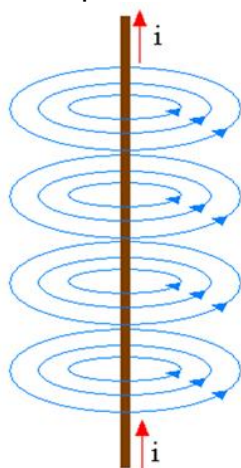
A partir dessa discussão, é esperado que o aluno compreenda como se comporta uma corrente elétrica.

FIO RETILÍNEO

Observe a Figura 11, um fio retilíneo conduzindo uma corrente elétrica, criando um campo magnético ao seu redor e, como podemos observar, as linhas de campo magnético se configuram de modo circular em torno do fio.

Neste momento o professor conduzirá a aula de forma verbal, explicando como a corrente elétrica está fluindo no fio e as consequências geradas, que são as linhas de campo magnético que são formadas em seu entorno.

Figura 11 - Campo magnético gerado por uma corrente elétrica em um fio retilíneo.



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/campo-magnetico-gerado-por-um-fio-condutor.htm>

Neste momento é importante enfatizar as linhas de campo magnético e que esse campo é produzido devido a uma corrente elétrica no fio. É esperado que o aluno ao final da exposição e discussão da imagem exposta na Figura 11 compreenda que, o campo magnético artificial é gerado por uma corrente elétrica e que suas linhas de campo se comportam de forma circular.

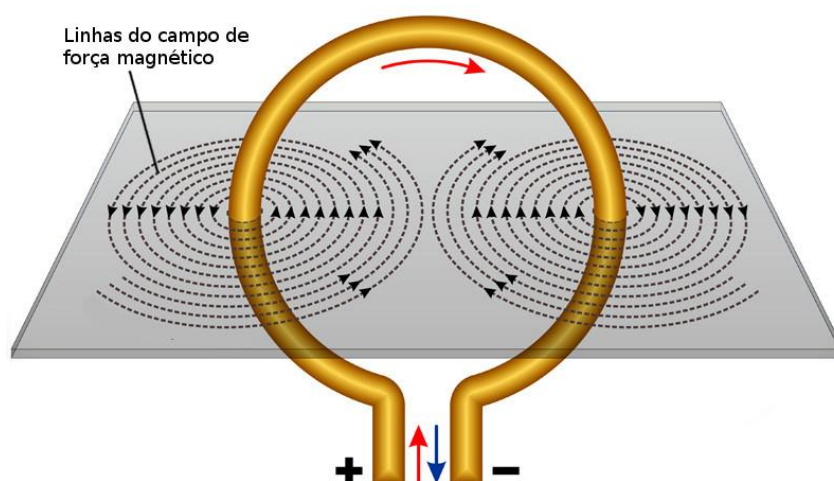
ESPIRA CIRCULAR

Imaginemos um fio curvo (espira circular) sendo percorrido por uma corrente elétrica e, como já sabemos, gera um campo magnético em torno do fio. Observe na Figura 12 que as linhas de campo se encontram dentro da circunferência formada

pelo fio, isto é, temos um ímã artificial, onde as linhas de campo entram em uma superfície e saem na outra, tendo a configuração do eletroímã.

O professor conduzirá a apresentação desta imagem explicando como se comporta as linhas de campo, como obter o sentido das linhas e explicar a existência dos pólos na espira.

Figura 12 - Espira percorrida por uma corrente elétrica.



Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/espiras/>

É esperado ao final da discussão que os alunos compreendam que, mesmo sendo um fio circular, o campo magnético será sempre circular e que as linhas de campo se interceptam no centro da espira.

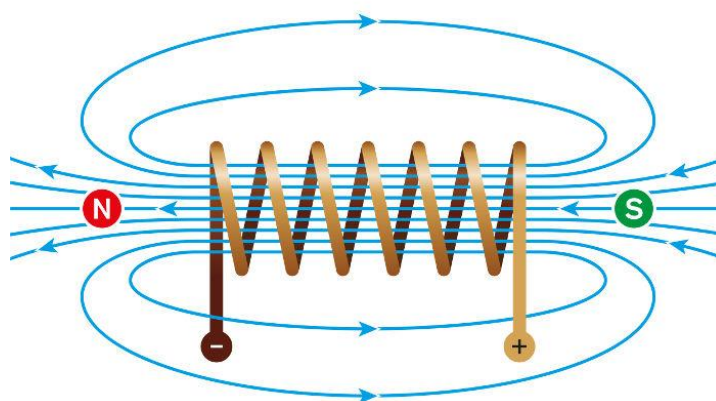
SOLENOÍDE

Tendo como base a imagem exposta na Figura 13 é importante destacar que o campo magnético formado no interior do solenóide é uniforme, muito intenso em comparação a pontos fora dele. A configuração do aparelho para formação de imagem por RM se assemelha com os campos magnéticos apresentados nas Figuras 13 e 14. O campo é intenso e uniforme nos pontos do interior do solenóide e muito fraco em pontos do lado de fora do solenóide (HALLIDAY, 2010, p.246).

O professor conduzirá a apresentação das imagens expostas nas Figuras 13 e 14 enfatizando que, esse solenóide é uma junção de várias espiras circulares e que o campo magnético de cada espira vai contribuir para formar esse ímã maior.

É importante que o professor enfatize os conceitos novamente de linhas de campo e pólos magnéticos para que fiquem bem claro na mente dos alunos esses conceitos.

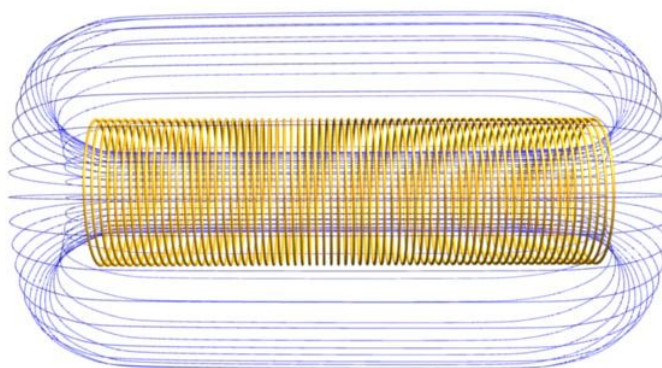
Figura 13 - Campo magnético produzido por uma bobina.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/campo-magnetico.htm>

Neste momento se faz necessário uma comparação do solenóide com a máquina que realiza o procedimento para o exame por RM, levando o aluno a observar essa relação de campo magnético envolvido no processo e sua importância para o procedimento. A imagem apresentada na Figura 14 demonstra uma ideia de como se comporta o campo magnético durante um procedimento por RM.

Figura 14 - Bobina gerando um campo magnético.



Fonte: <https://querobolsa.com.br/enem/fisica/campo-magnetico>

A discussão desenvolvida precisa conduzir o estudante para o entendimento de que o solenóide é uma bobina formada por várias espiras circulares e que o aparelho para realizar a RM tem a mesma estrutura.

Após essa discussão, é esperado que o aluno já entenda como é produzido o campo magnético por uma bobina.

3º momento: Para finalizar esse segundo encontro será apresentado um vídeo com o objetivo de trazer mais informações e aspectos históricos relacionados ao tema.

O título deste vídeo⁸ é 'RESSONÂNCIA MAGNÉTICA/ AULA 1 - Introdução e história'. Esse vídeo apresenta informações a respeito da Ressonância Magnética, de como é realizada, aborda os conceitos de átomos e suas características, enfatiza a ideia de magnetismo e seus aspectos históricos. Fala também sobre as frequências utilizadas no processo de ressonância magnética.

A utilização do vídeo funcionará como uma sumarização de tudo o que foi anteriormente abordado, fazendo uma síntese histórica e conceitual sobre Eletromagnetismo na Ressonância Magnética, contribuindo para o entendimento do aluno acerca da Ressonância Magnética, sua utilidade para a sociedade, permitindo, assim ao aluno, a capacidade de observar, tirar suas dúvidas e construir conclusões a respeito do tema.

TERCEIRO ENCONTRO

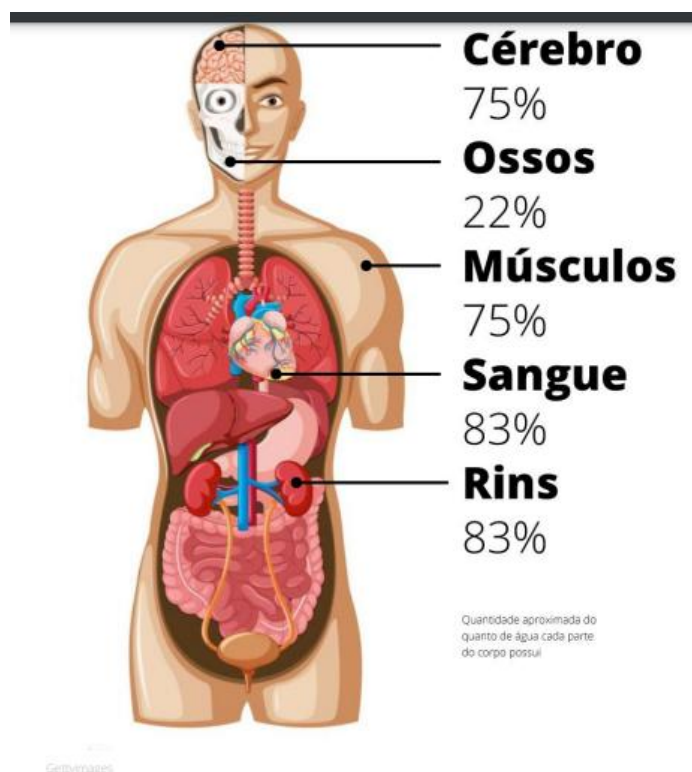
Desenvolvimento da terceira aula

1º momento: Neste primeiro momento será desenvolvida uma atividade escrita e verbal. Neste momento o aluno estará colocando em prática aquilo que vivenciou nos dois primeiros encontros, ou seja, compartilhar os saberes adquiridos e suas experiências vividas em sala de aula. Nesta etapa é hora de aplicar os conhecimentos adquiridos nos momentos anteriores.

⁸ RESSONÂNCIA MAGNÉTICA/ AULA 1 - Introdução e História. [S. l.;s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iqQIZI7UYsA>. Acesso em: 17 de agosto de 2021.

Nesse momento o professor apresentará a imagem exposta na Figura 15 e começa a questionar a respeito das condições favoráveis para se realizar os exames por RM.

Figura 15 - Corpo humano.



Fonte: <https://novaescolaproducao.s3.amazonaws.com/62MrzCYfKrUgRApBtJW4zaFNdwckWrRVyzmbWryS94BJpY7fUT47X84KtpB4/atividade-para-impressao-grupo-a-infografico-e-resumo-lpo4-04sqa03.pdf>

Quais órgãos são mais favoráveis ao exame por RM?

Com esse tipo de questionamento é esperado que o aluno já entenda que o hidrogênio presente na água (H₂O) é um fator primordial para a realização do exame.

Qual estrutura do corpo não terá um resultado favorável se exposto a uma Ressonância Magnética?

Esse questionamento é importante ser feito porque exige dos alunos uma resposta, já que eles compreendem como funciona o processo de formação de imagem por RM e que pela análise do exposto na Figura 15, eles conseguem fazer uma leitura e interpretar qualquer situação dessa natureza e tirar conclusões a partir do que eles vivenciaram nos encontros 1 e 2.

Questionamentos referentes à Figura 15:

1 - Qual a substância necessária para o procedimento por exame por RM?

O intuito dessa pergunta é obter a resposta mais simples: a água. O professor pode complementar a resposta do aluno falando que o hidrogênio presente na substância é o elemento essencial ou poderá conduzir o aluno para que ele mesmo dê essa resposta, expondo a composição molecular da água. Para essa segunda situação, o professor poderá formular uma segunda questão: **Qual a composição molecular da água?** Com essa pergunta, fica mais fácil chegar à resposta desejada.

2 - Qual a característica de um órgão para se gerar uma imagem por RM?

É esperado que eles dêem como resposta: órgãos compostos por muito líquido, ou seja, que possuam muito hidrogênio em sua composição.

3 - Qualquer estrutura do corpo humano permite gerar uma imagem de qualidade capaz de mostrar possíveis anormalidades em sua estrutura através do exame por RM?

Como foi mostrado em outros momentos, existe estrutura que não permite obter imagem por tal procedimento. É esperado que eles respondam que não e dêem exemplo de partes do corpo como os ossos, que só é obtido por raios-x, por ser uma estrutura rígida e possuir pouco líquido em sua composição.

4 - Quais problemas de saúde se fazem necessário o uso da RM?

Para essa pergunta esperamos que surjam várias respostas como doença no coração, nos pulmões, no cérebro, entre outros. O importante é que o aluno já tenha a compreensão, que esse tipo de exame traz um diagnóstico mais preciso e com mais qualidade para uma análise clínica.

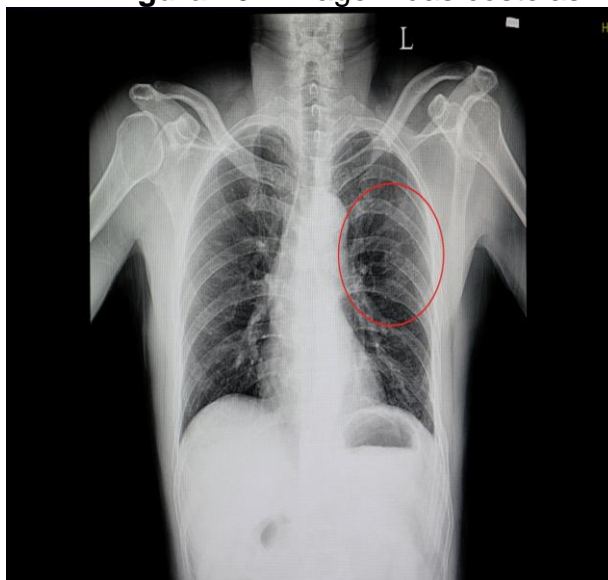
5 - Por que em estruturas ósseas é recomendado fazer outros procedimentos para gerar a imagem da região que está lesionada?

Essa pergunta parece ser repetitiva, porém se faz necessária para que o aluno faça um paralelo com a imagem apresentada e sua composição de água, que é um elemento indispensável para tal procedimento.

2º momento: Neste segundo momento, o professor conduzirá a aula explorando uma imagem que não foi obtida por RM. A ideia é que os alunos identifiquem isso e

aponte características que são de natureza da RM e que não aparece na imagem exposta na Figura 16.

Figura 16 - Imagem das costelas.



Fonte: <https://www.infoescola.com/traumatologia/fratura-de-costela/>

Com a exploração da imagem exposta na Figura 16 é esperado que o aluno já identifique que não se trata de um procedimento por RM - e esse é um dos objetivos desta atividade: diferenciar o que é uma imagem obtida por um exame por RM ou não. Nesse momento o professor pode pedir aos alunos que apontem características na imagem que a identifica como não sendo uma imagem obtida por RM.

Questionamentos referentes à Figura 16:

1 - O que podemos observar na imagem?

Esse momento é direcionado aos alunos, onde eles estarão fazendo um diagnóstico da imagem, classificando o tipo imagem e qual o problema de saúde. Caso os alunos não percebam algumas particularidades, o professor pode auxiliar, lembrando algumas características dessa imagem obtida por raios-x.

2 - Podemos tirar alguma conclusão por essa imagem de algum órgão?

O esperado é que eles digam que sim e mostrem que a estrutura óssea é bem legível, há uma fratura na costela e que as partes mais moles como coração e

fígado, entre outros órgãos, não estão sendo captados pelo exame. Logo, se trata de um exame de raios-x.

3 - A estrutura visível na imagem da Figura 16 seria possível por RM? Por quê?

Com base no que foi apresentado anteriormente é esperado como resposta que não. E a justificativa é que se trata de uma estrutura rígida e sem muito líquido em sua composição, ou seja, pouco hidrogênio.

4 - Qual problema pode ser identificado por esse exame de imagem mostrado na figura 16?

A resposta será bem simples: a fratura na costela. Contudo, esse não é o objetivo da pergunta, mas levar o aluno a entender a funcionalidade do procedimento.

5 - De acordo com o que foi visto no primeiro encontro, qual a classificação da radiação que foi utilizado para obter essa imagem? Ela oferece algum risco à saúde?

A resposta para esta pergunta pode não ser apresentada pelos estudantes, mas o intuito é mostrar que existem radiações que podem causar problemas para a saúde humana e outras não. Nesse caso, a resposta para esta questão vai muito mais além de um sim ou não, servirá para demonstrar para os alunos que a Ressonância Magnética (RM) pode ser feita sem nenhum problema. Já os exames por raios-x têm seus riscos devido ao alto nível energético no processo de obtenção da imagem.

Observação: Os pacientes que não podem passar por Ressonância Magnética são pessoas que possuem algum tipo de metal em seu corpo e que foram colocados para realizar a função de outro órgão, um exemplo é o marca passo. Pessoas que tem algum tipo de fobia, nesse caso, o paciente pode ter medo do tubo estreito ou escuro do aparelho que é utilizado no procedimento de RM, nesse caso pode-se até utilizar sedação, tendo em vista que o procedimento demora alguns minutos.

REFERÊNCIAS

COMO FUNCIONA a ressonância magnética. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bBpixeovj80>. Acesso em: 3 fev. 2021.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, D. e Angotti, J. A. (1990). **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. Ed. RIO DE JANEIRO: Paz e Terra, 1987.

HALLIDAY, D.; RESNICH, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 8. Ed; Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., vol. 3, 2010.

IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA SIMPLIFICADA. PHET colorado, 2021. Disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/mri/latest/mri.html?simulation=mri&locale=pt_BR. Acesso em: 13/09/2021.

SILVA, A. C. e ALMEIDA, M. J. P. M. **Uma leitura de divulgação científica sobre ressonância magnética no ensino médio**. Revista EDICC, v.2, p. 4-14, 2014.

MUENCHEN, C. e DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física"**. Ciência e Educação (Bauru), v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA/ AULA 1 - Introdução e História. [S. l.; s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iqQIZI7UYsA>. Acesso em: 17 de agosto, 2021.

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA: Veja como é feito e para que serve. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gwtkEdd5YZk>. Acesso em: 12 de agosto, 2021.