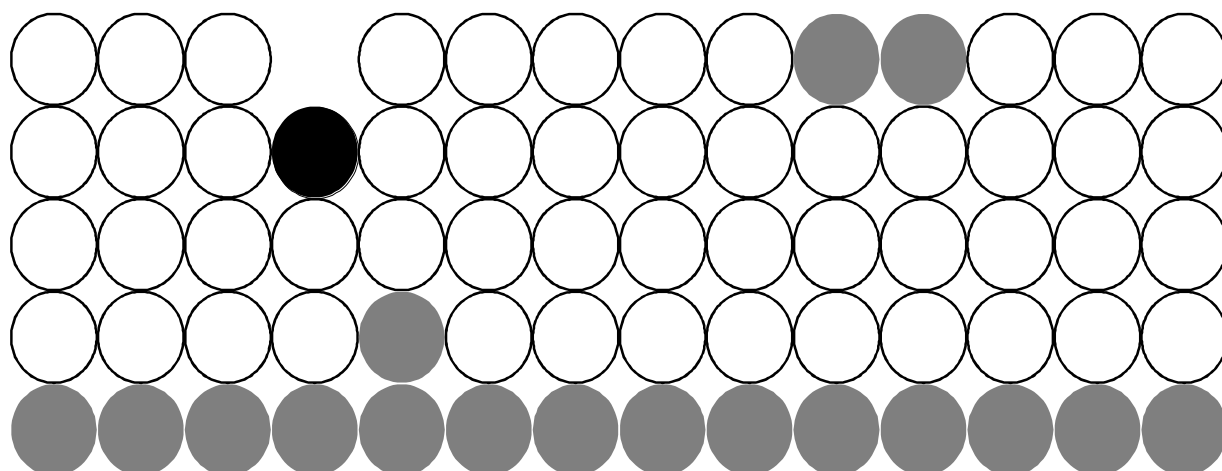


TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

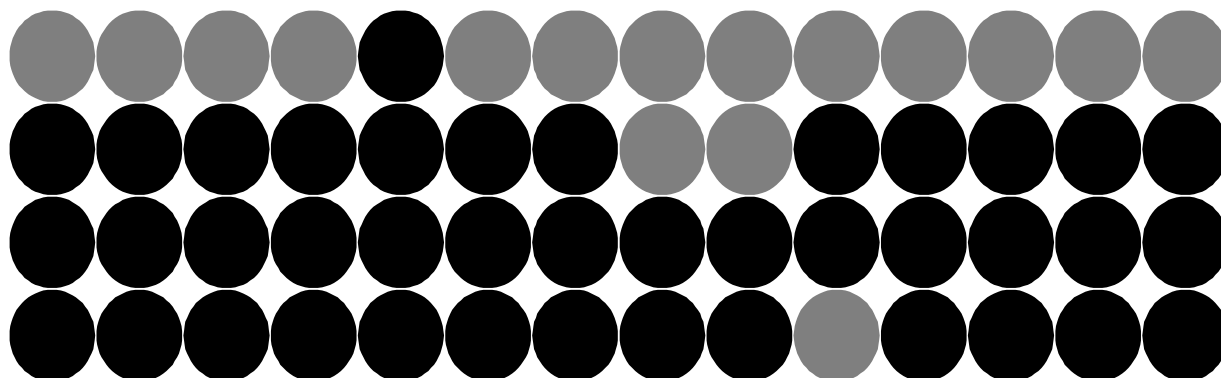
v. 29 n. 2 2018

ISSN 2448-0606



Uma abordagem do tema estruturante "Matéria e Radiação" na Educação Básica: a busca da criticidade na educação científica

Ghisiane Spinelli Vargas
Neusa Teresinha Massoni
Cilaine Verônica Teixeira



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Textos de Apoio ao Professor de Física, v.29, n.2, 2018.
Instituto de Física – UFRGS
Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Editores: Marco Antonio Moreira
Eliane Angela Veit

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Setor Técnico da Biblioteca Professora Ruth de Souza Schneider
Instituto de Física/UFRGS

V297a Vargas, Ghisiane Spinelli
Uma abordagem do tema estruturante "Matéria e
Radiação" na educação básica: a busca da criticidade na
educação científica [recurso eletrônico] / Ghisiane Spinelli
Vargas, Neusa Teresinha Massoni, Cilaine Verônica
Teixeira – Porto Alegre: UFRGS, 2018.
58 p. ; il. (Textos de apoio ao professor de física /
Marco Antonio Moreira e Eliane Angela Veit, ISSN
2448-0606; v. 29, n. 2)

1. Ensino de ciência 2. Ensino fundamental 3.
Formação de professores 4. Raio X I. Massoni, Neusa
Teresinha II. Teixeira, Cilaine Verônica III. Título IV. Série.

SUMÁRIO

Introdução	5
Referencial Teórico	7
<i>Pedagogia de Paulo Freire</i>	7
Planejamento da Sequência Didática	13
Estruturação das Aulas	15
<i>Encontro 1: O que tem na caixa?</i>	15
<i>Encontro 2: Artigo sobre Raios X (primeira leitura)</i>	19
<i>Encontro 3: Ondas, conceitos introdutórios</i>	23
<i>Encontro 4: Ondas, conceitos e relações matemáticas</i>	27
<i>Encontro 5: Formação dos Raios X</i>	31
<i>Encontro 6: Formação dos Raios X – continuação</i>	33
<i>Encontro 7: Retomada da formação dos Raios X (aprofundamento)</i>	35
<i>Encontro 8: Proteção Radiológica, formação da criticidade</i>	39
<i>Encontro 9: Dramatização sobre matéria e radiação</i>	43
<i>Encontro 10: Entrando em cena!</i>	47
Conclusão	49
Referências	51
TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA	53

Introdução

Prezado Professor:

Neste trabalho apresentamos uma estratégia didática baseada na pedagogia de Paulo Freire que foi pensada para o Curso Normal com o objetivo de promover uma aprendizagem significativa de um tópico de Física Moderna e Contemporânea e, também, com o propósito de tornar essa aprendizagem da Física um momento de reflexão e apreensão de conceitos científicos articulados, em boa medida, com o cotidiano das pessoas. A ideia é fazer com que os futuros professores das séries iniciais do Ensino Fundamental sintam-se preparados e motivados a discutir temas científicos com seus estudantes.

Boa parte da dinâmica de sala de aula discutida neste trabalho gira em torno de leituras, interpretações, aprofundamentos e discussões a respeito de conceitos científicos reunidos em um texto que foi escrito especialmente para a aplicação, na escola, desta proposta. Posteriormente o texto foi publicado em formato de artigo sob o título: Raios X: um tema instigante para a introdução da Física Moderna e Contemporânea na sala de aula do ensino básico. O artigo não é aqui reproduzido para não estender demais o texto, mas pode ser facilmente obtido a partir do site da revista em que se encontra publicado¹.

A dinâmica segue, em grandes linhas, uma estratégia que leva em conta elementos da pedagogia freireana, conhecida na literatura nacional como os “três momentos pedagógicos (3MP)” (DELIZOICOV, 2008), amplamente utilizados no ensino de ciências (por exemplo, ver CARAMELLO, ZANOTELLO, PIRES, 2014). Esses três momentos pedagógicos são: 1) problematização inicial; 2) organização do conhecimento e 3) aplicação do conhecimento.

Como problematização inicial sugerimos ao professor a utilização da atividade “o que tem na caixa?” que é descrita em detalhes no Plano de Aula 1 deste texto, que foi muito bem aceita pelos estudantes (em nossa aplicação) por afastar-se do rito tradicional de sala de aula, por despertar reflexões iniciais em grande grupo e por ter-se mostrado uma forma eficiente de fazê-los expressar seus conhecimentos, dúvidas e concepções sobre o tema proposto para estudo.

O segundo momento (Organização do conhecimento) começa com uma leitura inicial do artigo Raios X: um tema instigante para a introdução da Física Moderna e Contemporânea na sala de aula do ensino básico. Os estudantes são avisados, para evitar a angústia, que o objetivo é tomar contato com o texto, anotar palavras, expressões, conceitos desconhecidos e formular questões sempre que achem necessário. Na sequência de encontros esses conceitos e teorias científicas que embasam a produção de raios X são sistematizados e aprofundados pelo docente, assim como atividades diversificadas (por exemplo, releitura do artigo, construção de mapas conceituais,

¹ O artigo utilizado como base para a dinâmica aqui apresentada é de mesma autoria do presente Texto de Apoio ao Professor de Física e pode ser obtido a partir do site: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID349/v12_n2_a2017.pdf; TEIXEIRA, C. V.; MASSONI, N. T.; VARGAS, G. S. Raios X: um tema instigante para a introdução da Física Moderna e Contemporânea na sala de aula do Ensino Básico. *Experiências em Ensino de Ciências*, vol. 12, n. 2, p. 80-93, 2017.

trabalhos em grupos, etc.) são propostas com o intuito de facilitar o entendimento dos estudantes e trabalho de mediação do docente. Todo esse processo envolve várias aulas (encontros) e tudo isto é apresentado na sequência de Planos de Aula que constitui o cerne deste texto.

Por fim, o terceiro momento pedagógico chamado “Aplicação do conhecimento”, consiste em propor uma atividade que é desenvolvida e apresentada pelos estudantes com o objetivo de verificar a capacidade e a potencialidade de externalizarem o nível de conscientização dos conceitos e teorias científicas. Em nossa aplicação sugerimos que os grupos planejassem uma dramatização (uma peça teatral) que incluísse discussões sobre os perigos e os benefícios do emprego dos raios X na vida moderna. Em outras palavras a problematização inicial é retomada, agora com maior domínio dos conceitos científicos. Este também é um momento de complementar explicações ou aclarar entendimentos sempre que o docente detecta essa necessidade. Em nossa aplicação a dramatização mostrou ser uma estratégia muito útil para revisar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes, mas também como forma de repensar o cotidiano e sua relação com as tecnologias (que envolvem os raios X) e que estão, indubitavelmente, presentes na vida moderna. Esta atividade final é apresentada nos Planos de Aula 9 e 10, mas é importante destacar seu caráter flexível de forma que os professores podem utilizar e aprimorar seu uso. Acreditamos que é uma ferramenta com excelente potencial para gerar reflexões, consciência crítica e canaliza ações para uma transformação social.

Tudo o que aqui é apresentado alinha-se, como já mencionado, às ideias do educador e pensador brasileiro Paulo Freire. As ideias freireanas são tomadas como referencial teórico desta proposta e são apresentadas no item que se segue, de forma tão breve e tão clara quanto possível.

O material desenvolvido é fruto da aplicação do projeto de Mestrado Profissional em Ensino de Física em uma turma do primeiro ano do Curso Normal e o relato dessa experiência, bem como os materiais de apoio utilizados estão disponíveis na dissertação. Mas é importante esclarecer que embora a proposta tenha sido pensada para trabalhar alguns conceitos de Física Moderna e Contemporânea no Curso Normal, na esperança de preparar os futuros professores das séries iniciais a abordarem em suas próprias aulas alguns temas de Física articulados com a vida cotidiana, isto não obsta que esta mesma dinâmica, ou suas partes, seja utilizada em salas de aula do Ensino Médio regular e no Ensino Fundamental, adequando-se o nível de profundidade das discussões para atender aos diferentes contextos

Referencial Teórico

Pedagogia de Paulo Freire

O referencial teórico deste trabalho é a pedagogia de um dos mais influentes educadores do século passado e, certamente, o mais influente educador brasileiro, Paulo Freire. Marcada por uma visão humanista a Pedagogia de Paulo Freire, cujo livro mais conhecido é “Pedagogia do Oprimido” (FREIRE, 2000), coloca seu foco no aluno, no seu contexto vivencial e na transformação social através da conscientização e da criticidade.

Seu método de trabalho foi muito original, seus trabalhos com os Círculos de Cultura, nos anos 50, e de alfabetização de adultos repercutiram internacionalmente. Estando à frente do Programa Nacional de Alfabetização de Adultos, do Ministério da Educação, Freire e sua equipe da Universidade do Recife planejaram o funcionamento no Brasil de mais de vinte mil Círculos de Cultura na etapa de alfabetização, que alfabetizariam adultos em um curto espaço de tempo (em torno de dois meses). Na perspectiva de Freire, nessa época, a sociedade brasileira encontrava-se em uma fase de transição e era preciso repensar a educação, de forma que esta “tratasse de ajudar o homem brasileiro em sua emersão e o inserisse criticamente no seu processo histórico. Educação que por isso mesmo libertasse pela conscientização” (FREIRE, 2016, p.90).

Freire fomentou uma educação baseada na humanização e na conscientização do ser humano frente à sua realidade e seu papel de agente transformador da mesma. Com este intuito, segundo Freire, para formarmos educandos críticos e autônomos, devemos nos opor ao sistema de educação bancária, no qual o aluno desempenha um papel passivo, de mero receptor do conhecimento e valores transmitidos pelo professor. A educação bancária, que tem sido perpetuada por muito tempo em nossas escolas, foi altamente criticada por Freire por percebê-la como “o ato de depositar, de transferir, de transmitir valores e conhecimentos” (FREIRE, 2000, p.59).

Em tal sistema, o professor é quem desempenha um papel atuante, central e de detentor do conhecimento, “é o que educa, o que sabe, o que pensa, o que diz a palavra, o que disciplina e identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional” (Ibid., p.59). Ao educando, cabe apenas o papel de mero receptor e observador desse processo, “é aquele que não sabe, não escolhe, escuta docilmente, que segue a prescrição, que deve ser educado e disciplinado” (Ibid., p.59). Tal prática pedagógica não vê o educando como um ser integral, com sentimentos e história, e desvaloriza seus conhecimentos, sua cultura, sentimentos e capacidade de interagir com mundo.

Ao refletirmos sobre os métodos da educação tradicional, somos levados pensar em alternativas para que nossa prática pedagógica busque alcançar uma formação integral dos estudantes, através da organização reflexiva dos seus pensamentos e do desenvolvimento da sua criticidade. Freire sugere que pensemos “a. Num método ativo, dialógico, crítico e criticista. b. Na modificação do conteúdo programático da educação” (FREIRE, 2016, p. 93).

A partir das premissas “a” e “b” apresentadas anteriormente e da assunção do princípio de que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção

ou a sua construção” (FREIRE, 2007, p.47), pensamos uma estratégia que centrasse o ensino no educando, em que este pudesse se reconhecer como agente da sua educação, pois do contrário, “quanto mais lhes imponha passividade, tanto mais ingenuamente, em lugar de transformar, tendem a adaptar-se ao mundo, à realidade parcializada dos depósitos recebidos” (FREIRE, 2000, p.60).

Nessa linha, uma estratégia que leva em consideração elementos da perspectiva freireana é conhecida como os “três momentos pedagógicos (3MP)” (DELIZOICOV, 2008); contempla três etapas, ou momentos, assim denominados: 1) Problematização Inicial é o momento em que são apresentadas problematizações partindo de temas contextuais e significativos para os estudantes, que suscitem discussões e permitam que eles expressem seus conhecimentos, ideias, opiniões a respeito das problematizações lançadas. O objetivo é realizar um distanciamento crítico em relação às discussões propostas, fazendo com que percebam a necessidade de aquisição de novos conhecimentos. 2) Organização do conhecimento, é o momento em que o professor sistematiza e aprofunda os conteúdos e conceitos envolvidos e propõe atividades que julga pertinentes para facilitar seu trabalho de mediador dos conceitos científicos identificados como necessários para a interpretação científica das problematizações iniciais; 3) Aplicação do conhecimento, é o momento de verificar a capacidade e a potencialidade dos estudantes de externalizarem o nível de conscientização dos conceitos e teorias científicas; de corrigir e complementar ideias que não ficaram claras e de retomar as problematizações iniciais e propor diálogos e atividades que envolvam argumentação e expressem a capacidade crítica de tomar decisões que levam em conta o conhecimento adquirido.

Para Freire, o cerne do fazer pedagógico está na busca da conscientização em relação à sua realidade através da problematização da mesma. Ele assume que somos seres políticos e sociais, e que assim como o conhecimento, o momento histórico ao qual pertencemos é fruto das interações do ser humano com outros seres humanos e destes com o mundo. A necessidade dessa intervenção em nosso tempo surge devido às inúmeras injustiças e desigualdades presentes em nossa sociedade.

Ao trabalharmos com uma educação dialógica e problematizadora, estaremos ampliando as possibilidades de construção do conhecimento e valorizando os conhecimentos sociais e culturais do educando, especialmente quando partimos da problematização de temas ou palavras geradoras.

Os temas geradores, “...se chamam geradores porque, qualquer que seja a natureza de sua compreensão, como a ação por eles provocada, contêm em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas, que por sua vez, provocam novas tarefas que devem ser cumpridas” (FREIRE, 2000, p. 93).

Destacamos, entretanto, que nesta proposta o tema Raios X, matéria e radiação não surge de uma investigação temática autêntica dado que é proposto aos educandos, mas é inspirado na noção de “tema gerador freireano” porque há a preocupação de abri-lo em outros temas, implicações e usos dos raios X, bem como cuidados com a saúde, etc.

Para Freire (2000), partindo da situação concreta na qual estão inseridos, e que com frequência ingenuamente creem ser imutável, os oprimidos, ao desvelar e problematizar sua realidade, podem transformá-la.

O segundo momento pedagógico, conhecido na literatura nacional como “Organização do Conhecimento”, no qual pensamos o uso de diferentes abordagens está em sintonia com a noção freireana de inacabamento do ser humano. Devido às interações com o mundo e com outras pessoas, sempre que aprendemos algo, colocamos nossa visão de mundo, nossas crenças e atuamos sobre o que estamos aprendendo (e ensinando), modificando, reinterpretando e, assim, reconstruindo o nosso conhecimento como seres históricos e sociais que somos.

Freire afirma que:

Mulheres e homens, somos os únicos seres que, social e historicamente, nos tornamos capazes de apreender. Por isso, somos os únicos em quem aprender é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a *lição dada*. Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito (FREIRE, 2007, p. 69).

Quando assumimos em nossa prática a premissa que “Ensinar exige a convicção de que a mudança é possível”, alinhamo-nos às ideais Freire de que podemos desempenhar um projeto educacional libertador apenas se realmente acreditamos na educação como forma de mudança social.

Se, de um lado, não posso me adaptar ou me converter ao saber ingênuo dos grupos populares, de outro, não posso, se realmente progressista, impor-lhes arrogantemente o meu saber como verdadeiro. O diálogo em que se vai desafiando o grupo popular a pensar sua história social como a experiência igualmente social de seus membros, vai revelando a necessidade de superar certos saberes que, desnudados, vão mostrando sua “incompetência” para explicar os fatos. (Ibid., p.81).

Outro princípio freireano é que “Ensinar exige curiosidade”, a curiosidade é uma característica inata aos seres humanos, devemos, educandos e educadores, interagir de forma a permitir a curiosidade, a busca conjunta por perguntas e respostas. Para fomentá-la é essencial “estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou com aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor [...]” (Ibid., p.86).

Para que o ensinar-aprender não caia no simplismo da curiosidade ingênua, da pergunta pela pergunta devemos ser “epistemologicamente curiosos” (idem), isto é, ir além da pergunta ingênua é descobrir novos sentidos para as palavras cotidianas, sentidos que surgem no diálogo reflexivo. O professor é um dos agentes do processo de ensinar-aprender, e precisa procurar o equilíbrio entre a autoridade e a liberdade. Assim, uma consideração importante sobre a comunicação em sala de aula:

A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. (Ibid., p.86).

Em nossa prática didática, para vencermos prazos e conteúdos, muitas vezes esquecemos ou não nos permitimos experimentar o diálogo verdadeiro e perdemos a essência da comunicação. Por isso é importante internalizar o hábito de escutar ao outro, com a devida atenção, do respeito e humildade, pois, “o educador que escuta aprende a difícil lição de transformar o seu discurso, às vezes necessário, ao aluno, em uma fala com ele” (FREIRE, 2007, p.113). Para que ocorra a comunicação, devemos considerar as diferentes formas de linguagem.

Na abertura ao diálogo em suas diversas formas, estaremos vivenciando o “terceiro momento pedagógico” que se refere a aplicação do conhecimento; ao propormos diferentes atividades aos educandos capacitaremos os mesmos para que utilizem o conhecimento científico, voltando à problematização inicial, com um novo olhar. Um olhar agora pelo viés científico, mais consciente e crítico.

Freire nos leva a refletir sobre a importância do que ensinamos e sobre o papel do professor no “terceiro momento pedagógico”, aos escrever:

Na verdade, meu papel como professor ao ensinar o conteúdo a ou b, não é apenas o de me esforçar para, com clareza máxima, descrever a substantividade do conteúdo para que o aluno o fixe. Meu papel fundamental, ao falar com clareza sobre o objeto, é incitar o aluno a fim de que ele, com os materiais que ofereço, produza a compreensão do objeto em lugar de recebê-la, na íntegra, de mim. Ele precisa se apropriar da inteligência do conteúdo para que a verdadeira relação de comunicação entre mim, como professor, e ele, como aluno se estabeleça. (Ibid., p. 118).

A Pedagogia de Freire que embasa esta proposta é tomada como um aporte teórico adequado para o planejamento das aulas de Física no Curso Normal. Cremos que com base em suas ideias (sistematizadas na Figura 1) não apenas poderemos contribuir para a discussão e apreensão de conceitos científicos, mas principalmente, teremos oportunidade de alcançar uma formação integral desses(as) que são futuros(as) professores(as), aproximando o discurso da prática na busca de uma educação libertadora e humanizadora.

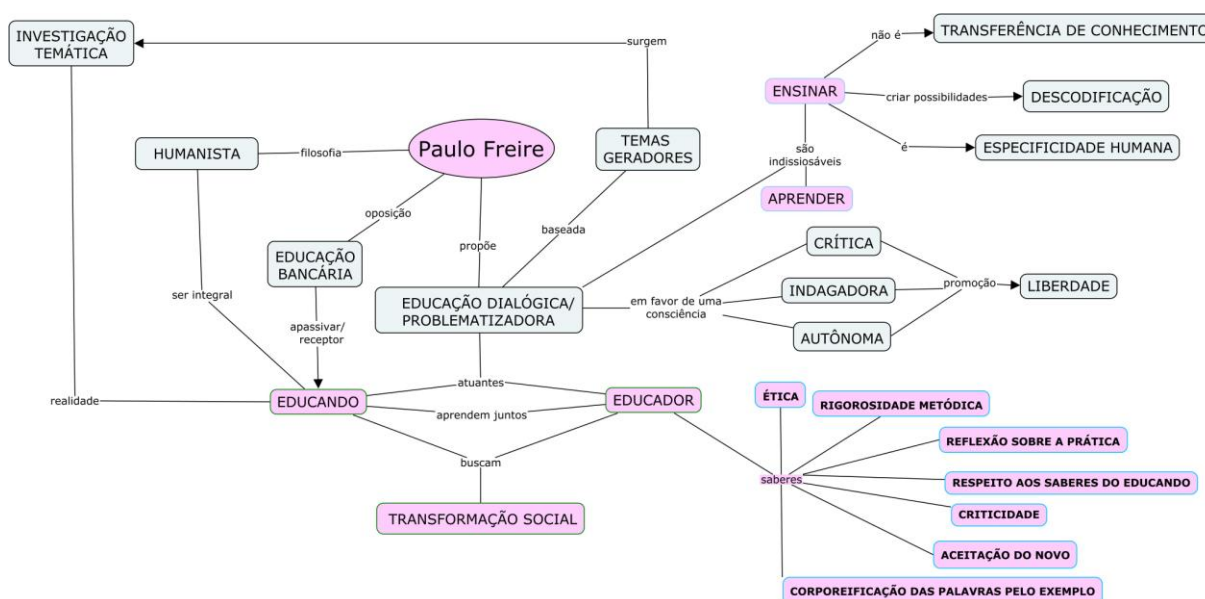


Figura 1: mapa conceitual das principais ideias de Paulo Freire, elaborado pela primeira autora.

Freire nos ensina que:

Educar e educar-se, na prática da liberdade, não é estender algo desde a “sede do saber”, até a “sede da ignorância” para “salvar”, com este saber, os que habitam nesta.

Ao contrário, educar e educar-se, na prática da liberdade, é tarefa daqueles que sabem que pouco sabem – por isto sabem que sabem algo e podem assim chegar a saber mais – em diálogo com aqueles que, quase sempre, pensam que nada

sabem, para que estes, transformando seu pensar que nada sabem em saber que pouco sabem, possam igualmente saber mais (FREIRE, 1985, p.25).

Em suma, a pedagogia de Freire remete-nos aos círculos de cultura, às discussões em grupos, à ideia de palavras e temas geradores e, desta forma, pretendemos que um tópico da Física Moderna e Contemporânea – Raios X, matéria e radiação – possa ser tomado como sendo relevante aos futuros professores no sentido de incentivá-los a abordarem, em suas próprias aulas, temas científicos de interesse social associados.

Paulo Freire na obra "Pedagogia do Oprimido" diz que se pode representar essa investigação em "círculos concêntricos". Os temas envolvem o que ele chama de "situações-limite" e estas implicam a existência do opressor, aquele a quem o oprimido "serve", "nega", "freia". A investigação temática resulta em temas que são "temas geradores" (qualquer que seja a natureza de sua compreensão) e, segundo o autor, "é importante enfatizar que o tema gerador não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homens-mundo" (Ibid., p. 98).

Assim, a ideia dos círculos concêntricos é que se parta do mais geral ao mais particular; nos círculos menores estão as situações-limite, as diversificações, as subáreas, as unidades específicas. Partindo, então, de situações cotidianas da vida do educando, baseadas no "mundo que impressiona e desafia a uns e a outros, originando visões ou pontos de vista sobre ele" (Ibid., p. 84), e as quais correspondem as bases para pensarmos os conteúdos programáticos para nos dirigimos às situações limites. Uma representação em círculos da proposta é apresentada na Figura 1, que é apresentada na sequência.

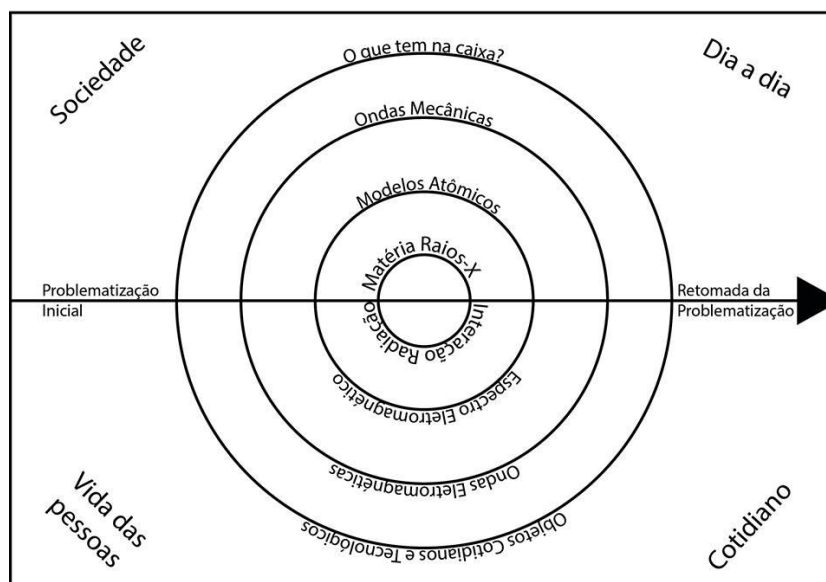


Figura 2: Representação em círculos do desenvolvimento da proposta pedagógica a partir da sugestão de Paulo Freire. Fonte: a primeira autora.

Para Freire, a compreensão crítica só vem quando o aprendiz é capaz de tomar os pedaços, as partes, as unidades, os conceitos específicos e reconhecer a interação que constitui o todo. A

ideia, então, é partir de uma visão geral para os elementos mais particulares e voltar à totalidade, agora com mais clareza. Assim ocorre o processo de “descodificação” que “promove o surgimento da nova percepção e o desenvolvimento de novo conhecimento” (Ibid., p. 110).

Por fim, é importante reafirmar que utilizamos elementos da pedagogia freireana sucintamente abordados no presente capítulo para planejarmos e uma sequência didática que é apresentada na sequência deste produto educacional.

Planejamento da Sequência Didática

A dinâmica desta sequência didática, como dito, inspira-se fortemente na pedagogia e no trabalho de Paulo Freire com os círculos de leitura, em que os temas eram debatidos e emergiam dessa interação com os grupos sociais. A proposta aqui apresentada, como já dito, não segue estritamente essa perspectiva porque o tema que serve de “fio condutor” para todo o módulo é proposto pelo educador. Mas isto está de acordo com a sugestão de Freire frente às dificuldades de realizar uma investigação temática prévia, pois o autor sugere que “com um mínimo de conhecimento da realidade, podem os educadores escolher alguns temas básicos que funcionariam como “codificações de investigação” (FREIRE, 2000, p.118). O objetivo aqui é introduzir a temática “matéria e radiação”, e a partir dela desenvolver o programa didático visando discutir conceitos científicos relacionados e refletir criticamente sobre suas implicações na vida social moderna.

No Quadro 1 que se segue, apresentamos uma visão geral da proposta de intervenção didática.

Quadro 1: mostra a sequência da intervenção didática proposta.

	Tempo	Tema	Objetivos de ensino
Encontro 1	2 h-a	O que tem na caixa?	<ul style="list-style-type: none"> - Propiciar um diálogo inicial para levantamento dos conhecimentos, dúvidas e interesses dos alunos a respeito do tema “Matéria e Radiação” e, assim, iniciar a problematização do tema; - Apresentar e introduzir a utilização da ferramenta mapas conceituais; - Construir um mapa conceitual coletivo dos conceitos iniciais acerca do tema “Matéria e Radiação” a partir de objetos do cotidiano e suas representações.
Encontro 2	2 h-a	Artigo sobre Raios X	<ul style="list-style-type: none"> - Propiciar um contato inicial com alguns conceitos de Ondulatória e Física Moderna (matéria e raios X); - Propiciar a aproximação do educando com a linguagem científica; - Fomentar a elaboração pelos alunos de questões sobre o tema como forma de subsidiar a discussão do texto de apoio sobre ondas utilizado na aula quatro.
Encontro 3	2 h-a	Ondas: conceitos introdutórios	<ul style="list-style-type: none"> - Subsidiar a formalização dos conceitos relativos ao estudo de ondas, tipos, características e classificação; - Propiciar aos estudantes a aproximação com a linguagem científica.
Encontro 4	2 h-a	Ondas: conceitos e relações matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> - Propiciar situações nas quais os estudantes pudessem relacionar e aplicar os conceitos sobre ondas abordados e debatidos; - Formalizar a relação matemática entre velocidade, frequência e comprimento de onda.
Encontro 5	2 h-a	Formação dos Raios X	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematizar e formalização dos conceitos referentes à produção dos raios X; - Fomentar a percepção e compreensão do caráter histórico e social na produção do conhecimento científico, bem como sua disseminação e utilização pela sociedade;

Encontro 6	2 h-a	Formação dos Raios X	<ul style="list-style-type: none"> - Fomentar a percepção e compreensão do caráter histórico e social na produção do conhecimento científico, bem como sua disseminação e utilização pela sociedade; - Incitar reflexões acerca da disponibilização e acesso da população em geral aos benefícios advindos da utilização dos raios X na área médica; - Construir um mapa conceitual acerca do tema “Raios X” a partir da leitura do texto de apoio oferecido aos estudantes (artigo) e dos debates promovidos em aula.
Encontro 7	2 h-a	Retomada da formação dos Raios X	<ul style="list-style-type: none"> - Propiciar uma análise dialógica e problematizada dos mapas conceituais elaborados pelos estudantes e dos conceitos relativos à formação dos raios X; - Oferecer situações nas quais os estudantes pudessem relacionar e aplicar os conceitos sobre ondas, bem como as relações matemáticas envolvidas no seu estudo; - Incentivar a autonomia e a criticidade através da apropriação e discussão dos conhecimentos científicos relativos ao tema Matéria e Radiação para a elaboração da dramatização.
Encontro 8	2 h-a	Proteção Radiológica	<ul style="list-style-type: none"> - Promover um debate crítico sobre os riscos e benefícios da exposição à radiação, seus efeitos biológicos, bem como as medidas de proteção; - Oferecer aos estudantes um momento de reflexão sobre os raios X, sua formação, seus riscos e benefícios e os aspectos sociais e culturais relacionados a sua utilização.
Encontro 9	2 h-a	Dramatização: matéria e radiação: conclusão da elaboração	<ul style="list-style-type: none"> - Retomar a reflexão sobre os raios X, sua formação, seus riscos e benefícios e os aspectos sociais e culturais relacionados a sua utilização; - Subsidiar a preparação de uma dramatização que envolvesse os conceitos estudados e também aspectos históricos associados à “descoberta”, avanço e uso dos raios X; - Incentivar a autonomia e a criticidade através da apropriação e discussão dos conhecimentos científicos.
Encontro 10	2 h-a	Apresentação das Dramatizações: Entrando em cena!	<ul style="list-style-type: none"> - Envolver os educandos em um momento de reflexão sobre os raios X, sua formação, seus riscos e benefícios e os aspectos sociais e culturais relacionados a sua utilização, através da apropriação pelos educandos dos conhecimentos científicos, enfatizando os aspectos históricos e sociais na sua construção; - Auxiliar os educandos (futuros professores) a compreenderem seu papel como mediadores do conhecimento e agentes transformadores da realidade.

Na sequência, são apresentadas com mais detalhes as dinâmicas de cada encontro, e são sugeridos os materiais de apoio a serem utilizados, como textos e vídeos.

Estruturação das Aulas

Nesta seção descrevemos um a um os dez encontros através de uma arquitetura muito próxima de planos de aula e indicamos materiais, atividades, exercícios e discussões que tornam as aulas atrativas, dinâmicas e proveitosas para o aprendizado dos educandos e também permitem discussões críticas e reflexivas.

Encontro 1: O que tem na caixa?

Plano de Aula do Encontro 1: Tempo previsto: 100 minutos

Conteúdo:

- Matéria, radiação e suas interações.

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Refletir seus conhecimentos e crenças a respeito do tema “matéria e radiação e suas interações”;
- Reconhecer conceitos fundamentais associados ao tema em estudo;
- Traçar mapa conceitual a partir da discussão dos objetos retirados da caixa (relacionados ao tema);
- Compartilhar ideias;
- Negociar argumentos sobre um tópico da Física de interesse social.

Recursos:

- Papel pardo;
- Uma caixa grande;
- Material de uso comum (canetinhas coloridas e/ou pincel atômico, fita para fixar o cartaz);
- *Objetos da caixa:* uma radiografia, um protetor solar, uma miniatura de um aparelho de micro-ondas, um boneco de uma pessoa, um animal de pelúcia, um aparelho de celular, um aparelho de rádio, um controle remoto, um par de óculos de sol, uma lâmpada incandescente, uma lâmpada fluorescente e uma representação do sol.

Referências:

Para saber mais a respeito do uso de Mapas Conceituais sugerimos a leitura do trabalho Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa de Marco Antônio Moreira, disponível em <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso: dezembro, 2017.

Atividade inicial

Sugestões ao professor:

Organizar a turma disposta em círculo ao redor de um grande pedaço papel pardo e da caixa. Solicitar que, um a um, os objetos sejam retirados pelos estudantes e colocados sobre o papel pardo. Ao retirar o objeto o estudante deve ser estimulado a descrevê-lo, comentar sobre sua utilização no cotidiano e as possíveis relações entre os objetos retirados.

Desenvolvimento

Concluída a retirada dos objetos da caixa, propor questionamentos a respeito dos mesmos, a fim de incentivar os estudantes a refletirem e relatarem semelhanças, diferenças e relações entre os objetos. Através do diálogo estabelecido no grupo, problematizar o tema e sua relação com a realidade, com o objetivo de refletir sobre a vida moderna na qual estão inseridos os estudantes. Ao finalizar a retirada dos objetos e a explosão de ideias, anotar no papel pardo os nomes dos objetos com pincel atômico no lugar onde foram colocados, e escrever as relações (semelhanças e diferenças) entre os mesmos, buscando identificar ligações entre os objetos. A intenção é incentivar a identificação de conceitos relacionados ao tema e suas relações. A fim de facilitar a compreensão do mapa, podem ser traçadas setas para realizar as ligações, quando isto se mostrar necessário. Assim, um mapa conceitual inicial sobre o tema “Matéria e Radiação” terá sido construído coletivamente ao final dessa atividade e será o ponto de partida da discussão do tema.

Importante: Lembrar de reforçar com os estudantes que os objetos são representações, incentivando-os ampliar os conceitos relacionados aquelas representações.

Fechamento

Após a conclusão da construção do mapa conceitual coletivo, sugerimos fixar o mesmo em uma parede da sala e apresentá-lo para a turma, retomando as ligações e conceitos formulados e representados no mapa. Durante a leitura do mapa, o professor pode aproveitar para explicar que as ideias levantadas nessa aula estão relacionadas ao tema “Matéria e Radiação” e aproveitar para introduzir alguns conceitos iniciais.

Cabe ao professor destacar também que a técnica utilizada nessa atividade consiste na construção de mapas conceituais, retomando aspectos importantes dessa ferramenta e esclarecendo que ela pode ser utilizada para trabalhar diferentes conteúdos em distintos níveis de aprofundamento.

Comentários Finais

É importante lembrar ao(a) professor(a) que acreditamos, em função de nossa aplicação da proposta, que esta atividade inicial é extremamente relevante para fortalecer e incentivar o diálogo durante as aulas. Observamos que a maioria dos estudantes sente-se empolgada e propensa a contribuir. Ao convidarmos os estudantes a refletirem sobre um objeto/conceito do seu cotidiano e a

expressarem para o grupo suas reflexões, estaremos fortalecendo os vínculos entre os envolvidos, valorizando as contribuições individuais e incentivando uma postura mais ativa dos mesmos no andamento das aulas. A atividade facilita a aproximação entre os conteúdos escolares e a realidade dos estudantes, permitindo a problematização da mesma nas aulas de Física, tornando as aulas mais significativas e interessantes.

Encontro 2: Artigo sobre Raios X (primeira leitura)

**Plano de Aula do Encontro 2:
Tempo previsto: 100 minutos**

Conteúdo:

- Raios X;
- Ondas.

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Descrever as principais características das ondas;
- Distinguir diferentes tipos de ondas (ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas; longitudinais e transversais);
- Reconhecer conceitos associados à estrutura da matéria, ondas e radiações, energia, etc.;
- Identificar e selecionar conceitos que ainda não conhecem sobre o tema;
- Negociar significados de conceito científicos.

Recursos:

- Cópias impressas do artigo intitulado “Raios X: um tema instigante para a introdução da Física Moderna e Contemporânea na sala de aula do ensino básico” ;
- Cópias dos formulários para lista de palavras e elaboração das questões;
- Material de uso comum (caneta, marcador, etc.).

Referências:

Raios X: um tema instigante para a introdução da Física Moderna e Contemporânea na sala de aula do Ensino Básico”, trata-se de um artigo que foi escrito no primeiro semestre de 2016 pela autora deste trabalho em colaboração com as orientadoras e foi publicado em revista nacional (TEIXEIRA; MASSONI; VARGAS, 2017).

Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID349/v12_n2_a2017.pdf. Acesso: novembro de 2017.

Atividade inicial

Sugestões ao professor:

Solicitar que os estudantes formem duplas para realizar a primeira leitura do artigo e indicar que durante a leitura destaquem no próprio texto conceitos que lhes pareçam relevantes ou que estão tendo contato pela primeira vez e desconhecem o seu significado (mesmo que o significado seja esclarecido durante a leitura). Explicar a turma que devem preencher o formulário com as palavras/conceitos desconhecidos, para serem debatidas futuramente. A proposta de uso do artigo é que ele possa servir como texto de apoio e material integrador dos conceitos abordados no tema Matéria e Radiação. Caso o professor sinta a necessidade, poderá utilizar o texto intitulado *Uma breve radiografia do sistema de saúde*

brasileiro (sugerido para o Encontro 8) como apoio para a problematização do tema.

Sugestão da atividade de formulário para listagem de palavras.

Atividade: Leitura e elaboração de lista com palavras sobre artigo *RAIOS X: UM TEMA INSTIGANTE PARA A INTRODUÇÃO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA SALA DE AULA DO ENSINO BÁSICO*.

Instruções: Durante a leitura do artigo, vocês devem destacar palavras ou expressões novas ou que não conhecem exatamente o seu significado. Listem-as nos espaços abaixo:

1-	13-
2-	14-
3-	15-
4-	16-
5-	17-
6-	18-
7-	19-
8-	20-
9-	21-
10-	22-
11-	23-
12-	24-

Desenvolvimento

Recolher as listas com as palavras e entregar o formulário para elaboração das perguntas sobre o texto. Solicitar que cada dupla elabore quatro questões sobre o artigo lido. Destacar que a escolha dos itens para elaboração das perguntas ficará a critério das duplas e reforçar junto aos estudantes que as perguntas podem ter diferentes graus de complexidade, e que não devem se preocupar com a aparente simplicidade das questões elaboradas. As questões não precisam ser respondidas pela dupla durante a elaboração.

Sugestão da atividade de Formulário para elaboração das perguntas.

Atividade: Leitura e elaboração de perguntas sobre o artigo **RAIOS X: UM TEMA INSTIGANTE PARA A INTRODUÇÃO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA SALA DE AULA DO ENSINO BÁSICO**

Nomes: _____
Pergunta 1:

Nomes: _____
Resposta:

Nomes: _____
Pergunta 2:

Nomes: _____
Resposta:

Nomes: _____

Pergunta 3:

Nomes: _____

Resposta:

Nomes: _____

Pergunta 4:

Nomes: _____

Resposta:

Observação: Esta sugestão de formulário foi elaborada visando à possibilidade da retomada das mesmas em uma atividade subsequente na qual as questões podem ser cortadas e sorteadas entre os estudantes para serem respondidas usando o artigo.

Fechamento

Após a conclusão do debate sobre o significado das palavras questione o grupo sobre a experiência da leitura de um artigo e incentive a compartilhar suas sensações.

Comentários Finais

Caro(a) professor(a), algumas vezes os estudantes podem revelar rejeição à atividade de leitura, pois, em geral, não estão habituados a este tipo de tarefa, e podem demonstrar descontentamento e desinteresse na realização da mesma. É relevante circular entre os grupos e destacar a importância das atividades de leitura, fazendo questionamentos sobre alguns tópicos do texto e incentivando-os a participarem. O hábito à leitura de textos científicos mais longos é indiscutivelmente importante na alfabetização científica e esta é uma habilidade que precisa ser desenvolvida e incentivada com paciência, mesmo junto a estudantes do Ensino Médio. Dessa forma, acreditamos que a utilização da leitura (e releitura) do artigo nas próximas atividades colabora para o desenvolvimento desta habilidade.

Encontro 3: Ondas, conceitos introdutórios

Plano de Aula do Encontro 3:

Tempo previsto: 100 minutos

Conteúdo:

- Ondas e suas características;
- Classificação das ondas.

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Apreender os conceitos de onda, frequência, período, comprimento de onda, amplitude, crista e vales;
- Descrever e diferenciar ondas mecânicas e eletromagnéticas, bem como as ondas longitudinais e transversais;
- Estabelecer relações entre esses conceitos;
- Negociar o significado de conceitos científicos.

Recursos:

- Computador e *Datashow*;
- Apresentação de *slides*;
- Uma mola de plástico;
- Ímã e limalha de ferro;
- Material de apoio impresso com lista de exercícios;
- Simulação: *Ondas em corda*;
- Vídeo sobre os trabalhos de Maxwell e Hertz;
- Material de uso comum (quadro, canetas, etc.).

Referências:

Simulação: *Ondas em corda*, disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_pt_BR.html. Acesso 10 de ago 2016.

Vídeo sobre os trabalhos de Maxwell e Hertz disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FYArBYI9V6o>. Acesso em: 31 ago 2016.

Atividade inicial

Sugestão ao professor:

Sugerimos iniciar a aula utilizando o mapa conceitual elaborado coletivamente pela turma no primeiro encontro e retomando algumas semelhanças e diferenças que foram levantadas pelos estudantes durante o debate inicial. Comentar também que durante a leitura do texto sobre raios X, encontram a afirmação de que os raios X, assim como a luz e as ondas de rádio, são ondas eletromagnéticas. Solicitar aos estudantes que auxiliem na elaboração de uma definição para o conceito de onda, e anotar as falas e sugestões no quadro.

Desenvolvimento

Utilizando o *software “Onda em corda”* disponibilizado na web pelo *PhET Interactive Simulations* fazer demonstrações virtuais alterando os parâmetros, para explicar e exemplificar os conceitos de comprimento de onda, amplitude, período e frequência. As demonstrações podem ser intercaladas com a retomada das explicações e figuras no artigo utilizado pela dupla na aula anterior. Enquanto utiliza a simulação, incentivar a turma a participar elaborando hipóteses sobre as consequências das alterações dos parâmetros.

Para abordar a classificação das ondas, quanto à direção de propagação (longitudinal e transversal), é possível e útil simular os dois tipos de ondas utilizando uma mola e questionar os estudantes sobre semelhanças e diferenças. Após a demonstração, explicar a diferença entre ondas longitudinais e transversais, sempre que possível retomando e destacando explicações no próprio artigo.

Dando continuidade à atividade, informar aos estudantes que as ondas podem ainda ser classificadas quanto à sua natureza: ondas mecânicas ou eletromagnéticas. Sugerimos projetar, sempre que isto for possível no contexto da escola, um pequeno trecho de um documentário do canal *History Chanel* (2min23s) que aborda historicamente, de forma breve, os trabalhos desenvolvidos por James Clerk Maxwell e Frank Hertz sobre ondas eletromagnéticas, evidenciando a relação entre eletricidade e magnetismo. O conceito de campo elétrico e magnético pode ser muito abstrato para a maioria dos estudantes e, a fim de facilitar a compreensão, fazer uma pequena demonstração sobre campo magnético utilizando um ímã e limalha de ferro, explicando analogamente o conceito de campo elétrico mostra-se muito útil.

Durante a exposição dialogada, retornar as sugestões dadas pelos estudantes no início da aula, valorizando, assim, suas contribuições e fazendo um paralelo entre a linguagem utilizada por eles e a linguagem científica sobre o conteúdo de ondas.

Fechamento

Sugerimos retomar os conceitos debatidos nesse encontro com o auxílio de um pequeno mapa conceitual, podendo ser projetado ou construído diretamente na lousa.

Sugestão de mapa conceitual para retomada dos conceitos iniciais sobre ondas.

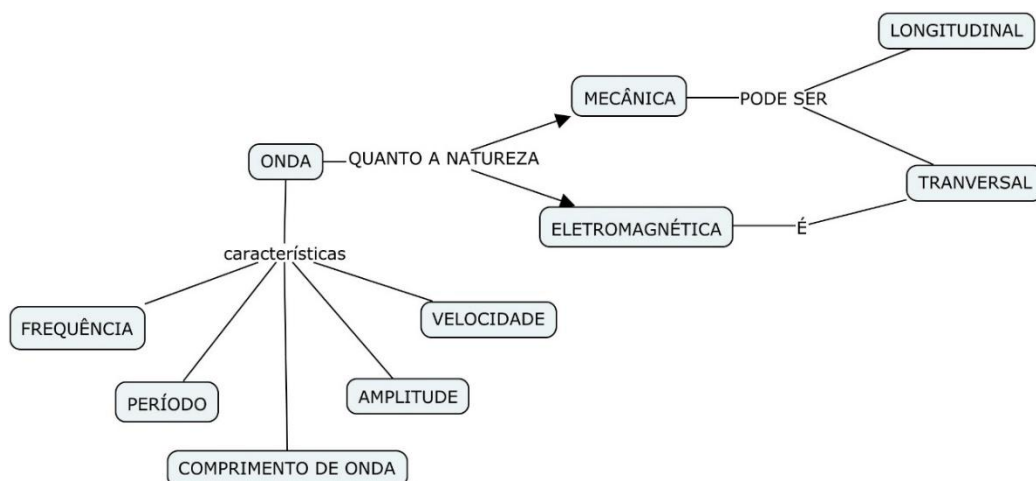


Figura 3: Mapa conceitual sobre ondas.
Fonte: primeira autora.

Mapa conceitual é um recurso que expressa relações hierárquicas entre os conceitos que compõem um corpo de conhecimento (por exemplo, uma aula, um tópico, um artigo, um capítulo de livro, etc.). Os conceitos são associados por linhas e palavras de ligações com o objetivo de identificar a estrutura conceitual do que está sendo ensinado. A Figura 2 apresenta uma sugestão de mapa conceitual que pode auxiliar na tarefa que Freire chama de “organização do conhecimento”. Além de oferecer uma visão geral do conteúdo, mapas podem ser solicitados como tarefa aos estudantes não com o intuito de avaliá-los, mas sim, para que o professor tenha uma noção de como os educandos estão relacionando, em suas estruturas cognitivas, os conceitos de um dado tema.

Encontro 4: Ondas, conceitos e relações matemáticas

Plano de Aula do Encontro 4:

Tempo previsto: 100 minutos

Conteúdo:

- Espectro eletromagnético;
- Ondas e relações matemáticas.

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Reconhecer os conceitos desenvolvidos a fim de associar as características das ondas para organizar o espectro eletromagnético;
- Relacionar velocidade, comprimento de onda, período, frequência e energia;
- Perceber que o espectro eletromagnético não tem limites;
- Efetuar alguns cálculos utilizando a equação de velocidade de propagação das ondas.

Recursos:

- Computador e *Datashow*;
- Uma mola de plástico;
- Envelopes contendo o esqueleto do espectro eletromagnético e as fichas com palavras;
- Cópias do material de apoio contendo exemplos e exercícios utilizando a equação da velocidade de propagação das ondas;
- Material de uso comum.

Referências:

Referência da figura do espectro eletromagnético:

http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID349/v12_n2_a2017.pdf. Acesso: novembro de 2017.

Atividade inicial

Sugestão ao professor:

Iniciar revisitando a demonstração das características das ondas (comprimento de onda, amplitude e frequência) utilizando a mola de plástico (“mola maluca”). Variar os parâmetros durante a demonstração dialogando com a turma sobre as consequências dessas variações.

Desenvolvimento

Solicitar aos estudantes que se organizem em duplas ou trios, distribuir para cada grupo um envelope contendo as seguintes palavras: *ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X, raios-gama, muito energética e pouco energética*. O envelope

conterá também um esqueleto do espectro eletromagnético com informações de comprimento de onda e frequência. Os alunos deverão organizar as palavras recebidas para montar o espectro e, após a montagem nos pequenos grupos, as ideias que os educandos utilizaram para montá-lo serão debatidas no grande grupo e comparadas com a figura do espectro eletromagnético utilizada no artigo sobre raios X. Durante o debate, retomar com a turma que a energia está associada ao poder de penetração das ondas, isto é, quanto mais energética a onda, maior seu poder de penetração na matéria. É importante retomar que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo é a mesma e corresponde a aproximadamente $3,0 \cdot 10^8$ Km/s.

Com base no espectro eletromagnético, debater sobre as relações entre comprimento de onda, frequência e velocidade, formalizando a equação para velocidade de propagação das ondas e chamando a atenção para as unidades de medida.

Sugestão do esqueleto do espectro eletromagnético e palavras.

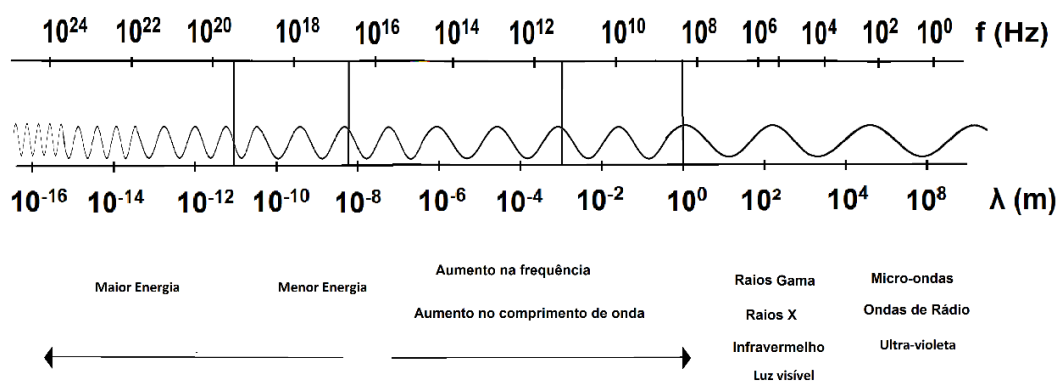


Figura 4: “esqueleto” do espectro eletromagnético para montagem.
Fonte: a primeira autora.

Importante: Os estudantes devem usar como base para a montagem do espectro a faixa do visível, por isto, ela deve estar identificada no esqueleto do espectro. Sugerimos marcar os extremos da faixa do visível de um lado com azul e do outro com vermelho.

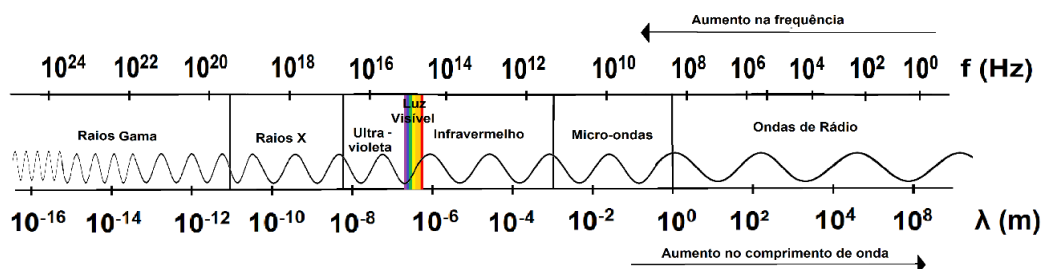


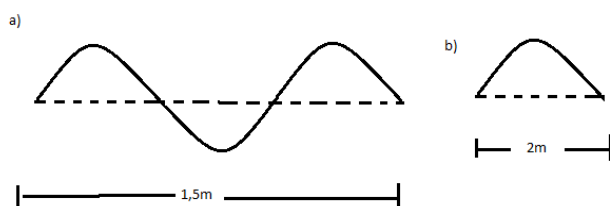
Figura 5: “esqueleto” do espectro eletromagnético para montagem.
Fonte: a primeira autora.

Fechamento

Após a formalização da relação matemática entre velocidade de propagação, comprimento de onda e frequência, resolver no quadro alguns exemplos de aplicação da equação e solicitarei que os estudantes resolvam alguns exercícios propostos sobre o assunto.

Sugestão de questões sobre ondas e relações matemáticas.

Exemplo 1: Sabendo que as ondas abaixo possuem uma frequência de 20 Hz, determine a velocidade de propagação de cada uma delas.



Exemplo 2: Uma fonte faz uma corda oscilar 10 vezes a cada 5s. Sabendo que a distância entre duas cristas adjacentes é de 2,5 m, determine para as ondas geradas nessa corda:

- A frequência
- A velocidade de propagação

Exercícios

1- Desenhe uma onda transversal, identificando na mesma:

a) Amplitude [A] b) Comprimento de onda [λ] c) Vales e Cristas

2- Uma onda com frequência de 10 Hz e velocidade de 200 m/s propaga-se em uma mola. Qual seu comprimento de onda?

3- O período de uma onda é de 0,5 s. Qual a sua frequência?

4- Se uma onda que se propaga na água faz o líquido oscilar para cima e para baixo vinte vezes a cada 2 s, e a distância entre cristas adjacentes é de 2 m, responda:

- a) Qual a sua frequência?
- b) Qual o seu período?
- c) Qual a sua velocidade de propagação?

5- Sabendo que uma onda sonora que se propaga no ar tem comprimento de onda de 10m e que sua velocidade de propagação é de 340 m/s determine a frequência de oscilação dessa onda.

6- Uma onda com velocidade de 50 m/s e frequência de 2 Hz propaga-se em uma corda. Qual o seu comprimento de onda?

7- A distância entre dois vales de uma onda é de 15m, se a frequência dessa onda é de 5 Hz, qual a velocidade de propagação da onda? Qual o período?

8- Uma onda mecânica propaga-se com velocidade de 20 m/s e tem frequência de 10 Hz,

qual a distância entre um vale e o próximo vale consecutivo dessa onda?

9-Sabendo que uma onda tem comprimento de onda de 10 metros e que executa 50 oscilações a cada 2 segundos, descubra a velocidade de propagação dessa onda.

10- Classifique as afirmativas a seguir como verdadeiras (V) ou falsas (F):

- a) () O som é constituído por ondas mecânicas longitudinais.
- b) () As ondas mecânicas propagam-se nos meios sólidos, líquidos e gasosos.
- c) () Uma onda sonora não se propaga no vácuo.
- d) () O som se propaga com velocidade maior que a velocidade da luz.
- e) () Tanto a luz quanto o som são ondas eletromagnéticas.
- f) () Não ocorre transporte de matéria no movimento de propagação de uma onda.
- g) () A distância entre duas cristas de ondas é chamada de amplitude.
- h) () A velocidade de uma onda é constante e independe do meio de propagação.
- i) () O som e a luz são ondas mecânicas e propagam-se também no vácuo.
- j) () Ondas de rádio, micro-ondas, raios X e raios – gama têm a mesma natureza da luz visível.
- k) () Todas ondas eletromagnéticas são transversais.
- l) () Uma onda eletromagnética transporta energia elétrica e magnética.

Encontro 5: Formação dos Raios X

Plano de Aula do Encontro 5: Tempo previsto: 100 minutos

Conteúdo:

- Produção de raios X;
- Aplicações médicas dos raios X.

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Reconhecer conceitos fundamentais associados à formação dos raios X;
- Descrever a formação dos raios X como um processo que ocorre em nível atômico;
- Relacionar e interpretar dados a respeito de raios X para propor uma mudança social, conscientizando os educandos sobre usos e cuidados;
- Identificar e confrontar prós e contras da utilização dos raios X nas atividades humanas.

Recursos:

- Material de uso comum;
- Computador e *Datashow*;
- Cópias do artigo (as mesmas utilizadas nos encontros anteriores).

Referências:

Vídeo sobre a formação dos raios X disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=gsV7SJDDCY4>;

Animações sobre a formação dos raios X disponível em:
<http://www.nobelprize.org/educational/physics/x-rays/how-1.html>;

Simulação sobre os modelos do átomo de Hidrogênio do grupo *PhET Interactive Simulations* disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/hydrogen-atom;

Atividade inicial

Sugestão ao professor:

Iniciar a aula retomando com os estudantes que nas aulas anteriores foram formalizados conceitos relativos ao estudo das ondas, e que nessa aula serão aprofundadas as discussões do processo de formação dos raios X, que foi abordado ao longo da leitura do artigo utilizado no segundo encontro. Projetar para a turma a figura do espectro eletromagnético trabalhada no encontro anterior, localizando os raios X, e comparando suas características as demais ondas eletromagnéticas, destacando a frequência e a energia associada a estas radiações.

Desenvolvimento

Para iniciar a explicação sobre a formação dos raios X assistir, sempre que isto for possível no contexto da escola (ou, alternativamente, preparar um texto curto), com a turma um vídeo de cinco minutos que relata a experiência de Roentgen, o processo de formação dos raios X, as características dessa radiação, a interação dos raios X com a matéria e suas aplicações na medicina. Após a exibição do vídeo (ou da leitura do texto), retomar a explicação da formação dos raios X utilizando as animações sobre raios X disponíveis no site do Prêmio Nobel. Durante a explicação, destacar alguns aspectos apresentados no vídeo assistido no início da aula e que também estão no artigo sobre a formação dos raios X. Solicitar aos estudantes que localizem no artigo o tópico sobre formação dos Raios X, retomando a leitura com a turma e fazendo conexões com os vídeos e simulações assistidos.

Para auxiliar na compreensão da distribuição dos elétrons em níveis de energia (no átomo), sugerimos a simulação sobre os modelos do átomo de Hidrogênio disponibilizado pelo *PhET Interactive Simulations*, explicando que a transição entre os níveis de energia está representada na Figura 15 do artigo.

Fechamento

Para encaminhar o encerramento da atividade, construir coletivamente com a turma, na lousa, uma lista com os conceitos ou palavras que os estudantes consideram importantes para compreender a formação dos raios X. Solicitar que anotem esta lista elaborada para que a mesma possa auxiliá-los na atividade do próximo encontro (elaboração de um mapa conceitual).

Encontro 6: Formação dos Raios X – continuação

Plano de Aula do Encontro 6

Tempo previsto: 100 minutos

Conteúdo:

- Formação de raios X (continuação).

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Reconhecer e articular conceitos associados à estrutura da matéria, ondas e radiações;
- Identificar aspectos e conceitos relevantes na formação dos raios X;
- Construir um mapa conceitual sobre o tema;
- Negociar significados de conceitos científicos.

Recursos:

- Folhas A3 ou cartolinas;
- Canetas para confecção de cartazes;
- Cópias do artigo (utilizadas nos encontros anteriores).

Atividade inicial

Sugestão ao professor:

Sugerimos lembrar à turma que no primeiro encontro fora elaborado um mapa conceitual a partir de objetos do cotidiano (por exemplo, aparelho de celular, aparelho de micro-ondas, protetor solar, entre outros) e que esse primeiro mapa foi confeccionado antes de formalizar e aprofundar os estudos sobre ondas. Salientar que até este encontro já ocorreram discussões sobre o tema, o que possibilita novas articulações ou reflexões das ideias e conceitos inicialmente debatidos.

Desenvolvimento

Solicitar aos estudantes que formem duplas para a tarefa de elaborar um mapa conceitual explicando o processo de formação dos raios X. Os estudantes são incentivados a consultar o artigo, bem como suas anotações (por exemplo, a lista de conceitos elaborada no encontro anterior). É interessante lembrar rapidamente algumas dicas de como proceder para elaborar um mapa conceitual. Para isto pode-se referenciar o mapa construído coletivamente no primeiro encontro, fazendo uma breve releitura do mesmo (no caso dele permanecer exposto da sala) ou, então, montar um pequeno exemplo de mapa na lousa. Alertar que não existe apenas um mapa conceitual para explicar a formação dos raios X e que os mapas são recursos interessantes justamente por permitirem representar diferentes formas de organizar o conhecimento. Uma vez traçado, solicitar que as duplas transcrevam seus mapas conceituais para cartazes para que os mesmos possam ser apresentados para a turma.

Fechamento

A aula encerra com as apresentações ao grande grupo dos mapas conceituais

elaborados pelas duplas. A socialização dos mapas permite que os estudantes expressem suas formas de organizar o conhecimento e também identificar aspectos ou conceitos relativos à formação dos raios X que não ficaram claros ou que indicam compreensões incorretas.

Comentários Finais

Caro(a) professor(a), caso a escola tenha disponibilidade, existem alguns softwares para a elaboração de mapas conceituais. O uso desses softwares agiliza sua confecção e facilita a apresentação tornando-os mais flexíveis. Para a confecção dos mapas apresentados neste trabalho utilizamos o software Cmap, que é gratuito e possui uma interface acessível.

Recomenda-se também que durante as apresentações dos mapas sejam feitas anotações sobre os conceitos que não estão claros para serem retomados na aula seguinte.

Referências:

Software Cmap disponível em: <https://cmap.ihmc.us/>.

Encontro 7: Retomada da formação dos Raios X (aprofundamento)

Plano de Aula do Encontro 7:

Tempo previsto: 100 minutos

Conteúdo:

- Produção de raios X.

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Reconhecer os conceitos fundamentais associados à formação dos raios X;
- Descrever a formação dos raios X como um processo que ocorre em nível atômico;
- Relacionar e aplicar os conceitos de onda, frequência, período, comprimento de onda, amplitude, crista e vales;
- Utilizar e aplicar as relações matemáticas referentes ao estudo das ondas;
- Desenvolver a autonomia e a criticidade através da apropriação e discussão dos conhecimentos científicos relativos ao tema Matéria e Radiação para a elaboração da dramatização;
- Refletir sobre os raios X, sua formação, seus riscos e benefícios e os aspectos sociais e culturais relacionados a sua utilização.

Recursos:

- Computador e *Datashow*;
- Cópias das orientações da dramatização;
- Material de uso comum.

Atividade inicial

Sugestão ao professor:

Solicitar que a turma se organize em formato de círculo e retomar aspectos teóricos relacionados à formação dos raios X a partir da apresentação de um mapa conceitual. Trata-se de um momento de revisão que oportuniza novas explicações de conceitos científicos que pareceram não estar claros aos estudantes durante a tarefa de construção dos mapas. Como já dito, mapas elaborados pelos estudantes constituem um excelente *feedback* ao professor sobre como se dá a aprendizagem de seus estudantes. Durante a apresentação dos mapas é importante retomar itens que aparecem nos próprios mapas elaborados pela turma. Isto valoriza as contribuições dos estudantes e auxilia no esclarecimento de dúvida e conceitos.

Sugestão de mapa conceitual para a retomada da explicação sobre formação dos raios X.

- a) Wilhelm Konrad Röntgen (personagem histórico): abordará a descoberta dos raios X; _____
- b) Max von Laue (personagem histórico): fará a explicação teórica da formação dos raios X; _____
- c) Um (a) médico (a) (personagem da atualidade) que deverá abordar as aplicações médicas dos raios X; _____
- d) Um (a) físico (a) (personagem da atualidade) que abordará os riscos relacionados à exposição radiológica e à necessidade de proteção; _____
- e) Um (a) representante de uma ONG de apoio aos pacientes com câncer que abordará a situação atual das pessoas com câncer e os serviços públicos disponibilizados; _____
- f) Um repórter/apresentador, que deverá mediar a discussão. _____

A dramatização poderá ocorrer utilizando diferentes estratégias como, por exemplo, encenação, teatro de fantoches, teatro de sombras, vídeos, entre outras. A escolha da estratégia a ser utilizada na representação fica a critério do grupo. Assim, os personagens devem interagir conforme o formato de encenação escolhido, abordando temas como a descoberta e a formação dos raios X, riscos e benefícios da exposição à radiação e aspectos sociais relacionados à utilização das radiações.

Fechamento

Concluir a aula recolhendo os roteiros elaborados pelos grupos, mesmo que a tarefa ainda esteja incompleta é recomendável, pois, assim, podem ser dadas sugestões para a conclusão dos roteiros.

Também é importante informar à turma que no próximo encontro serão abordados alguns tópicos sobre proteção radiológica e que tais temas também podem ser abordados nas dramatizações.

Encontro 8: Proteção Radiológica, formação da criticidade

**Plano de Aula do Encontro 8:
TEMPO PREVISTO: 100 MINUTOS**

Conteúdo:

- Radiações ionizantes e não ionizantes e sua interação com a matéria;
- Proteção Radiológica.

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Discutir acerca da disponibilização e acesso à população, em geral, dos benefícios advindos da utilização dos raios X na área médica;
- Descrever e diferenciar radiações ionizantes e não ionizantes;
- Dimensionar os efeitos da interação da radiação com a matéria;
- Avaliar a exposição cotidiana aos diferentes tipos de radiação;
- Utilizar os conhecimentos sobre proteção radiológica em suas atividades cotidianas;
- Comparar aspectos positivos e negativos da presença ou utilização da radiação no cotidiano;
- Refletir sobre aspectos relevantes e relativos aos usos médicos dos raios X visando à conscientização e transformação da própria realidade, como sugere Paulo Freire, através de uma aprendizagem crítica e libertadora.

Recursos:

- Cópias impressas do texto no formato de reportagem sobre o sistema público de saúde no Brasil;
- Computador e *Datashow*;
- Apresentação de *slides*;
- Vídeo “*Is radiation dangerous?*”;
- Materiais de uso comum.

Referências:

Vídeo “*Is Radiation Dangerous?*” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=zI2vRwFKnHQ>, acesso abr/2016.

Atividade inicial

Sugestão ao professor:

Solicitar que a turma se organize em formato de círculo e realizar a leitura coletiva de texto informativo que aborda dados da situação do sistema de saúde pública brasileiro, trazendo informações sobre a distribuição por regiões no país dos aparelhos do tipo mamógrafos e algumas recomendações da Organização Mundial da Saúde quanto aos cuidados básicos

da saúde da mulher. Após, convidar os estudantes a refletirem a partir do questionamento “o que podemos fazer para mudar esse quadro?” apresentado ao final do texto. Debater dialogicamente a respeito das informações abordadas no texto, incentivando os estudantes a socializarem suas ideias e vivências com o grande grupo, fomentando uma análise crítica dos dados apontados e suas consequências na sociedade atual.

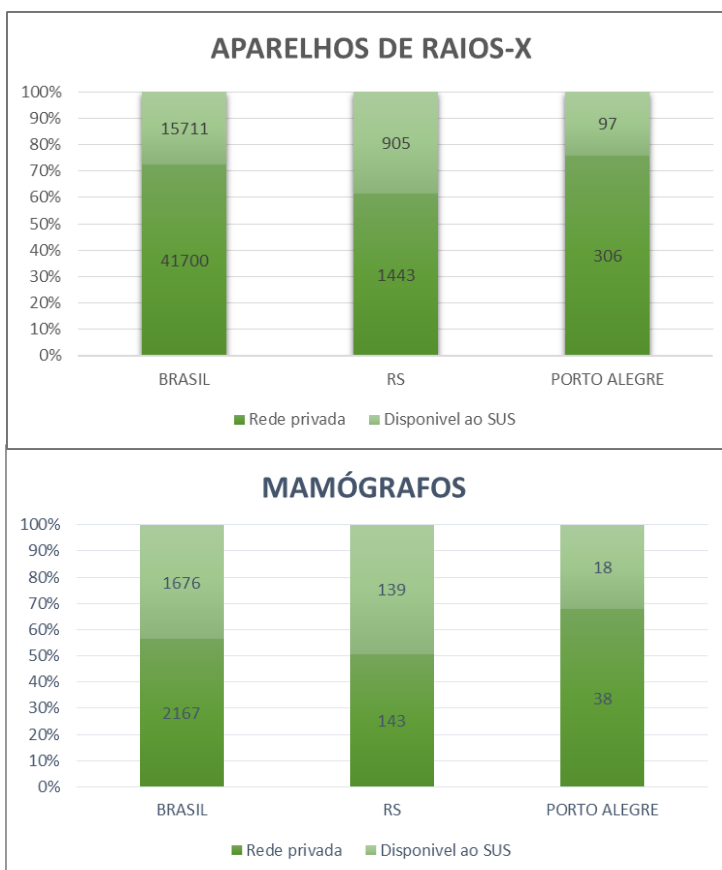
Texto de apoio sugerido (podendo ser outro relacionado ao tema):

BREVE RADIOGRAFIA DO SISTEMA DE SAÚDE BRASILEIRO

Uma das aplicações mais conhecidas dos Raios X é sem dúvida sua utilização na medicina e certamente conhecemos muitos dos benefícios que esta tecnologia trouxe para o bem-estar da humanidade. Porém, mesmo tendo sua aplicação difundida desde meados de 1900, grande parte da população não dispõe facilmente desses recursos ao procurarem serviços médicos. Uma breve análise da disponibilidade desses recursos na cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul e no Brasil é feita a seguir, utilizando os dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde.

Voltando nosso olhar para a cidade de Porto Alegre, dos 403 equipamentos de Raios X em uso, apenas 97 estão disponíveis ao SUS. Isto corresponde a aproximadamente 24% dos equipamentos disponíveis. Já quando analisamos a disponibilidade de mamógrafos, encontramos uma situação um pouco melhor, aproximadamente 32% dos equipamentos estão disponíveis ao SUS (Sistema único de Saúde).

Quando passamos a analisar a situação do estado do Rio Grande do Sul, nos deparamos com uma situação mais favorável, na qual aproximadamente 38% dos aparelhos de Raios X e 49% dos mamógrafos em uso estão disponíveis ao SUS. Porém, a grande desigualdade no acesso aos cuidados com a saúde torna-se evidente se analisarmos os dados do país, que apresenta disponíveis ao SUS 43% dos mamógrafos e apenas 27% dos aparelhos de Raios X. Esses dados evidenciam que a maior parcela dos equipamentos de diagnóstico pertence apenas à rede privada, deixando desamparada grande parcela da população. Esta análise está baseada nos dados publicados pelo Ministério da Saúde, referentes ao ano de 2010. A base de dados pode ser acessada através do site do Ministério da Saúde (<http://portalsaude.saude.gov.br/>), onde estão disponíveis dados do país, por regiões, estados e municípios.



Podemos perceber que apesar dos inúmeros avanços da aplicação dessa tecnologia na saúde, estes recursos ainda não estão disponíveis para a maior parte da população. A falta de acesso a esses equipamentos, tanto para diagnóstico, quanto para tratamento, certamente contribui para que o estado do Rio Grande do Sul, segundo dados da Fundação de Economia, ocupe a 3ª colocação no país, devido à taxa de mortes por câncer de mama entre as mulheres com mais de 20 anos.

Convite à reflexão: O que podemos fazer para mudar esse quadro?

Referências:

Ministério da Saúde: *Cadernos de Informação de Saúde* Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/cadernosmap.htm?saude=http%3A%2F%2Ftabnet.datasus.gov.br%2Ftabdata%2Fcadernos%2Fcadernosmap.htm&obj=%24VObj&botaoOk=OK#cadernos> Acesso em 07/09/2016

Jornal Correio do Povo, Porto Alegre, p. 18, publicação de 12 de outubro de 2016.

Desenvolvimento

Finalizar o debate dialogando com a turma sobre a importância de as pessoas terem acesso ao conhecimento científico que embasa o funcionamento de alguns aparelhos tecnológicos frequentemente presentes no nosso cotidiano. Solicitar que os estudantes opinem sobre a existência de riscos à exposição à radiação.

Após a explosão de ideias sobre os riscos da exposição à radiação, caso a escola disponha dos recursos necessários, exibir o vídeo “*Is radiation dangerous?*”, o qual aborda o tema da interação da radiação com a matéria e seus efeitos.

Seguindo a exibição do vídeo, sugerimos realizar a formalização do tópico (ou “organização do conhecimento”, nas palavras de Freire) explicando a interação da radiação com material biológico e seus efeitos, a diferença entre as radiações ionizantes e não ionizantes; tipos de radiação e o poder de penetração dessas, medidas de proteção necessárias à exposição à radiação, etc.

Sugestão de questões para o debate:

- A exposição à radiação só acarreta malefícios?
- Existem níveis seguros de exposição à radiação?
- O que você sabe sobre a existência de controles nos hospitais e clínicas para a utilização da radiação, isto é, dos raios X?
- Os profissionais que trabalham com radiologia nas clínicas e hospitais estão expostos a grandes riscos?
- Vocês conhecem a profissão do físico médico?
- Onde ele atua?

Fechamento

Sugerimos encerrar esta aula retomando aspectos positivos e negativos da utilização da radiação e reforçando conceitos científicos fundamentais. Solicitar aos estudantes que reflitam nos grupos a respeito da tarefa de dramatização sobre a possibilidade da inclusão de questões acerca da proteção radiológica e da saúde pública. O objetivo é promover e aprofundar a conscientização dos educandos sobre a importância do tema na vida social, como propõe Freire, subsidiando, assim, as dramatizações.

Encontro 9: Dramatização sobre matéria e radiação

Plano de Aula do Encontro 9:

Tempo previsto: 100 minutos

Conteúdo:

- Matéria, Radiação e suas interações.

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Utilizar os conhecimentos assimilados para montagem e apresentação de uma encenação (dramatização) com foco no tema *Matéria e Radiação*;
- Selecionar e organizar os principais conceitos desenvolvidos acerca do tema;
- Refletir sobre os conhecimentos desenvolvidos para propor mudanças na sociedade;
- Intuir a produção do conhecimento científico como um processo histórico e social;
- Reconhecer, a partir dos conhecimentos desenvolvidos, diferentes aspectos do tema *Matéria e Radiação*;
- Identificar e aplicar conceitos sobre ondas, natureza atômica da matéria, formação dos Raios x e suas aplicações;
- Elaborar argumentações acerca das radiações presentes no cotidiano.

Recursos:

- Computador e *Datashow*;
- Cópias do teste sobre o módulo: *Matéria e Radiação*;
- Cópias do artigo (utilizadas nos encontros anteriores);
- Material de uso comum.

Atividade inicial

Sugestão ao professor:

É importante que o(a) professor(a) informe aos estudantes que este encontro se compõe de dois momentos distintos: (I) conclusão da organização da dramatização e (II) uma prova (ou teste) escrita com consulta ao artigo que foi utilizado como texto de apoio ao longo dos encontros anteriores.

Desenvolvimento

Parte I:

Solicitar aos estudantes que organizem os grupos de trabalho para concluir o roteiro da dramatização, elencando o tipo de peça que será apresentada, que personagens serão representados, quais temas ou questões serão abordados, bem como os materiais

necessários (figurino, cenário, etc.). Sugerimos devolver aos grupos os roteiros já entregues ao professor anteriormente, acrescentando comentários e sugestões a respeito de possíveis diálogos, personagens, entre outros.

Parte II:

Sugerimos ao(a) professor(a) aplicar uma prova (teste) escrita sobre o tema “matéria e radiação” com consulta ao artigo utilizado como material de apoio ao longo dos encontros. A motivação é levar os estudantes a responder as questões elaboradas por eles no Encontro 2 e outras propostas pelo(a) professor(a) consideradas pertinentes sobre o tópico ondas, radiação, raios X, proteção radiológica e interação matéria-radiação, consultando o artigo. Sugerimos que a prova contenha alguma questão de posicionamento crítica frente a uma situação do cotidiano.

A participação nas atividades (por exemplo, mapa conceitual elaborado e apresentado em dupla), a prova e a dramatização integraram a avaliação dos estudantes.

Sugestão de questões para compor a prova.

NOME _____ Turma: _____ Data: _____

Instruções: Responda as questões a seguir de forma clara. É livre à consulta ao material de apoio utilizado em aula e as suas anotações.

Bom trabalho!

1- O que são ondas mecânicas? Cite três exemplos.

2- O que são onda eletromagnéticas? Cite três exemplos.

3- Como ocorre a interferência entre ondas?

4- A qual grandeza está relacionada a unidade Hertz? Explique o que essa grandeza representa.

5- Explique como os elétrons estão dispostos nos átomos.

6- Explique, utilizando exemplos o significado da afirmação “ a energia de um sistema é quantizada”.

7- O que são os raios gama?

8- Explique o que é o íon e como ele pode ser formado.

9- Cite três aplicações dos raios X.

10- Cite dois problemas que a exposição à radiação pode causar nos seres humanos.

11- Cite dois benefícios que a exposição à radiação acarreta aos seres humanos.

12- Durante o processo de formação de raios X em um tubo, o que pode acontecer com os elétrons ao se chocarem com o ânodo?

13- Quais são as diferentes formas de raios X?

14- O que significa a expressão radiação de “Bremsstrahlung” e como ela origina-se no processo de formação de raios X?

15- O que seria um fármaco? Qual sua importância (aplicação)?

16- Explique com suas palavras como ocorre o processo de formação dos raios X.

17- Em sua campanha política, um candidato a vereador propôs um projeto de lei que proibi a exposição da população a qualquer nível de radiação, em prol do bem-estar e segurança da população. Esse candidato ganharia seu voto? Justifique.

Fechamento

Sugerimos encerrar o encontro reforçando com a turma que a atividade de dramatização será apresentada no encontro seguinte, lembrando que precisam trazer os materiais necessários (figurino, cenários, acessórios, etc.) para a sua execução.

Encontro 10: Entrando em cena!

Plano de Aula do Encontro 10: Tempo previsto: 100 minutos

Conteúdo:

- Matéria, radiação e suas interações.

Objetivos de aprendizagem: oferecer condições para que o aluno consiga:

- Utilizar os conhecimentos assimilados para montar e apresentar uma encenação sobre o tema *Matéria e Radiação*;
- Selecionar e organizar os principais conceitos desenvolvidos acerca do tema, utilizando-os nas suas falas na dramatização;
- Abordar aspectos da História da Ciência, resgatando personagens, conceitos e épocas para uma melhor compreensão da produção do conhecimento científico;
- Reconhecer os diferentes tópicos sobre o tema Matéria e Radiação;
- Identificar e aplicar conceitos sobre ondas, natureza atômica da matéria, formação dos Raios x e suas aplicações;
- Elaborar perguntas e argumentações acerca das radiações presentes no cotidiano.
- Refletir as relações do cotidiano vivencial com os conteúdos aprendidos.

Recursos:

- Recursos para a encenação (vestimentas, artigos para o cenário, cartazes, decorações e demais materiais a critério das escolhas dos estudantes).

Atividade inicial

Sugerimos ao(à) professor(a) propor aos estudantes uma forma de sortear a ordem das apresentações das dramatizações e disponibilizar tempo para que os grupos organizem-se. Estes costumam ser momentos em que os estudantes manifestam certa angústia para se apresentar ao grande grupo.

Desenvolvimento

Quando os grupos estiverem prontos, iniciar as apresentações na ordem combinada, tendo o cuidado de anotar conceitos mal empregados e/ou não entendidos ao longo das falas durante a dramatização. Após a cada encenação, retomar e destacar os tópicos abordados pelo grupo visando esclarecer dúvidas que eventualmente tenham aparecido ou reforçar conceitos que merecem destaque.

Fechamento

Sugerimos encerrar o módulo didático destacando os itens mais relevantes que foram abordados nas dramatizações, revisitando conceitos, fazendo uso de eventuais erros para oferecer novos esclarecimentos. Por fim, visitar com os estudantes a(s) questão(ões) reflexivas respondidas na prova escrita, debatendo a importância do acesso ao conhecimento científico e suas implicações na sociedade.

Este aspecto é muito relevante na perspectiva freireana porque é preciso auxiliar os educandos a se apropriarem do conhecimento científico para atribuir novos significados ao mundo, a perceberem a realidade na qual estão imersos com um novo ponto de vista. Ou seja, levar os educandos a avançar de uma curiosidade ingênua para uma curiosidade epistêmica.

Conclusão

Nesta unidade didática escolhemos trabalhar com “Matéria e Radiação” que é proposto como um tema inspirado na noção freireana de “tema gerador”, embora não o seja genuinamente porque não nasce de uma investigação temática junto aos educandos, mas que por sua relevância na sociedade moderna pode propiciar uma abordagem de conhecimentos científicos contemporâneos e que estão presentes na vida dos educandos.

Em nossa aplicação desta proposta com estudantes do primeiro ano do Curso Normal isto foi fundamental para repensar a prática didática de forma mais ampla, englobando a realidade e o cotidiano dos estudantes, bem como a realidade dos cursos de formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental, que possuem um reduzido número de horas aulas da disciplina de Física.

Trabalhar conceitos fundamentais de Física a partir de um tema de Física Moderna e Contemporânea, além de atender orientações dos documentos oficiais (BRASIL, 1999, 2018) que vêm reestruturando a organização do nosso sistema educacional e que há muitos anos indicam a necessidade de novos caminhos, concepções e metodologias educacionais, mostrou ser uma via possível e promissora na perspectiva de engajar futuros professores a discutir esses temas em suas futuras aulas.

Paulo Freire ensina-nos que a criticidade, a reflexão, a participação consciente no processo educacional são fatores fundamentais sempre que deixamos de considerar a educação como uma atividade e transmissão de conhecimentos e passamos a percebê-la como um processo coletivo, dialógico e participativo de construção da autonomia e de busca da liberdade. Retirar os educandos de suas classes alinhadas (em uma configuração tradicional de sala de aula) e colocá-los frente a frente, em círculo, para expressar e debater ideias e conceitos, podendo expressar o que sabem de suas vivências, o que compreenderam nas aulas e como estão articulando o conhecimento que estão adquirindo, já representa um passo no esforço da superação de uma educação bancária tradicional.

A semente que se deseja lançar na formação de professores para o Ensino Fundamental visando a que abordem e discutam elementos de Física nas séries iniciais está intrinsecamente ligada com a alegria de aprender-ensinar apresentada por Freire:

Há uma relação entre a alegria necessária à atividade educativa e a esperança. A esperança de que professor e alunos juntos podemos aprender, ensinar, inquietar-nos, produzir e juntos igualmente resistir aos obstáculos a nossa alegria (FREIRE, 2007, p.72).

Sendo a educação uma prática fundamentalmente humana, seguimos com a esperança de que este produto educacional possa viabilizar a aproximação entre o

conhecimento produzido nas Universidades e Academias e as salas de aula da Educação Básica e, assim, contribuir para que mais professores(as) o utilizem em suas intervenções escolares. Desejamos que as atividades e os textos pensados, construídos e aqui apresentadas auxiliem os estudantes a compreender melhor os conceitos científicos relacionando-os a suas realidades e habilitando-os a um diálogo crítico a respeito de suas situações de vida. Enfim, que ele possa favorecer um ensino de Física voltado à transformação social. Lembramos que um detalhamento maior de nossa aplicação pode ser encontrado na Dissertação de Mestrado da primeira autora, citada nas referências deste trabalho.

Esperamos que educadores e educandos percebendo-se como seres inacabados possam aprender juntos e transformar a realidade em que estão imersos.

É nesse sentido que desejamos aos(às) professores(as) sucesso na promoção de uma educação libertadora.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, p. 22-29, Brasília, 1999. <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em dez/2017.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF. MEC, 2018. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-ontent/uploads/2018/04/BNCC_19mar2018_versaofinal.pdf. Acesso em abr/2018.

CARAMELLO, G. W.; ZANOTELLO, M.; PIRES, M. O. C. A Perspectiva Freireana na Formação Continuada de Professores de Física. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.7, n.2, p.51-72, 2014.

DELIZOICOV, D. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.2, p.37-62, 2008.

FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação?** São Paulo: Paz e Terra, 8ª ed. 1985.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 28ª ed., 2000.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo, Paz e Terra, 35ª ed., 2007.

_____. **Educação e Mudança**. São Paulo: Paz e Terra, 37º ed., 2016.

HISTORY CHANNEL. **Maravilhas Modernas: O Rádio**. YouTube, Vídeo sobre os trabalhos de Maxwell e Hertz disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FYArBYI9V6o>, acesso em: 31 ago 2016.

NOBEL MEDIA. **X-rays. NobelPrize**. Org, 15 de maio de 2001. Página contendo animações e dados históricos sobre Raios-X. Disponíveis em: <<http://www.nobelprize.org/educational/physics/x-rays/how-1.html>>. Acesso em 24 abr. 2016.

TED-Ed. **Como os Raios X enxergam através da pele?** YouTube, publicado em 22 de junho de 2015. Vídeo sobre Raios X, dados históricos, formação e aplicações. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=gsV7SJDDCY4>>. Acesso em: 24 abr.2016.

TED-Ed. **Is radiation dangerous?** YouTube, publicado em 14 de março de 2016. Vídeo sobre proteção radiológica. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zI2vRwFKnHQ>. Acesso em: 24 abr. 2016.

TEIXEIRA, C. V.; MASSONI, N. T.; VARGAS, G. S. Raios X: um tema instigante para a introdução da Física Moderna e Contemporânea na sala de aula do Ensino Básico. **Experiências em Ensino de Ciências**, vol. 12, n. 2, p. 80-93, 2017. http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID349/v12_n2_a2017.pdf

VARGAS, G. S. **Uma abordagem do tema estruturante Matéria e Radiação no Curso Normal: a busca da criticidade na formação de professores para os anos iniciais do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018

TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

Disponíveis em: http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/mostra_ta.php

- nº. 1 Um Programa de Atividades sobre de Física para a 8ª Série do 1º Grau
Rolando Axt, Maria Helena Steffani e Vitor Hugo Guimarães, 1990.
- nº. 2 Radioatividade
Magale Elisa Brückmann e Susana Gomes Fries, 1991.
- nº. 3 Mapas Conceituais no Ensino de Física
Marco Antonio Moreira, 1992.
- nº. 4 Um Laboratório de Física para Ensino Médio
Rolando Axt e Magale Elisa Brückmann, 1993.
- nº. 5 Física para Secundaristas – Fenômenos Mecânicos e Térmicos
Rolando Axt e Virgínia Mello Alves, 1994.
- nº. 6 Física para Secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica
Rolando Axt e Virgínia Mello Alves, 1995.
- nº. 7 Diagramas V no Ensino de Física
Marco Antonio Moreira, 1996.
- nº. 8 Supercondutividade – Uma proposta de inserção no Ensino Médio
Fernanda Ostermann, Leticie Mendonça Ferreira, Claudio de Holanda Cavalcanti, 1997.
- nº. 9 Energia, entropia e irreversibilidade
Marco Antonio Moreira, 1998.
- nº. 10 Teorias construtivistas
Marco Antonio Moreira e Fernanda Ostermann, 1999.
- nº. 11 Teoria da relatividade especial
Trieste Freire Ricci, 2000.
- nº. 12 Partículas elementares e interações fundamentais
Fernanda Ostermann, 2001.
- nº. 13 Introdução à Mecânica Quântica. Notas de curso
Ileana Maria Greca e Victoria Elnecave Herscovitz, 2002.
- nº. 14 Uma introdução conceitual à Mecânica Quântica para professores do ensino médio
Trieste Freire Ricci e Fernanda Ostermann, 2003.
- nº. 15 O quarto estado da matéria
Luiz Fernando Ziebell, 2004.
- v. 16, n. 1 Atividades experimentais de Física para crianças de 7 a 10 anos de idade
Carlos Schroeder, 2005.
- v. 16, n. 2 O microcomputador como instrumento de medida no laboratório didático de Física
Lucia Forgiarini da Silva e Eliane Angela Veit, 2005.
- v. 16, n. 3 Epistemologias do Século XX
Neusa Teresinha Massoni, 2005.

- v.16, n. 4 Atividades de Ciências para a 8a série do Ensino Fundamental: Astronomia, luz e cores
Alberto Antonio Mees, Cláudia Teresinha Jraige de Andrade e Maria Helena Steffani, 2005.
- v. 16, n. 5 Relatividade: a passagem do enfoque galileano para a visão de Einstein
Jeferson Fernando Wolff e Paulo Machado Mors, 2005.
- v. 16, n. 6 Trabalhos trimestrais: pequenos projetos de pesquisa no ensino de Física
Luiz André Mützenberg, 2005.
- v. 17, n. 1 Circuitos elétricos: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no nível médio
Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes e Rejane Maria Ribeiro-Teixeira, 2006.
- v. 17, n. 2 A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA)
Karen Espindola e Marco Antonio Moreira, 2006.
- v. 17, n. 3 Introdução ao conceito de energia
Alessandro Bucussi, 2006.
- v. 17, n. 4 Roteiros para atividades experimentais de Física para crianças de seis anos de idade
Rita Margarete Grala, 2006.
- v. 17, n. 5 Inserção de Mecânica Quântica no Ensino Médio: uma proposta para professores
Márcia Cândida Montano Webber e Trieste Freire Ricci, 2006.
- v. 17, n. 6 Unidades didáticas para a formação de docentes das séries iniciais do ensino fundamental
Marcelo Araújo Machado e Fernanda Ostermann, 2006.
- v. 18, n. 1 A Física na audição humana
Laura Rita Rui, 2007.
- v. 18, n. 2 Concepções alternativas em Óptica
Voltaire de Oliveira Almeida, Carolina Abs da Cruz e Paulo Azevedo Soave, 2007.
- v. 18, n. 3 A inserção de tópicos de Astronomia no estudo da Mecânica em uma abordagem epistemológica
Érico Kemper, 2007.
- v. 18, n. 4 O Sistema Solar – Um Programa de Astronomia para o Ensino Médio
Andréia Pessi Uhr, 2007.
- v. 18, n. 5 Material de apoio didático para o primeiro contato formal com Física; Fluidos
Felipe Damasio e Maria Helena Steffani, 2007.
- v. 18, n. 6 Utilizando um forno de microondas e um disco rígido de um computador como laboratório de Física
Ivo Mai, Naira Maria Balzaretto e João Edgar Schmidt, 2007.
- v. 19, n. 1 Ensino de Física Térmica na escola de nível médio: aquisição automática de dados como elemento motivador de discussões conceituais
Denise Borges Sias e Rejane Maria Ribeiro-Teixeira, 2008.
- v. 19, n. 2 Uma introdução ao processo da medição no Ensino Médio
César Augusto Steffens, Eliane Angela Veit e Fernando Lang da Silveira, 2008.

- v. 19, n. 3 Um curso introdutório à Astronomia para a formação inicial de professores de Ensino Fundamental, em nível médio
Sônia Elisa Marchi Gonzatti, Trieste Freire Ricci e Maria de Fátima Oliveira Saraiva, 2008.
- v. 19, n. 4 Sugestões ao professor de Física para abordar tópicos de Mecânica Quântica no Ensino Médio
Sabrina Soares, Iramaia Cabral de Paulo e Marco Antonio Moreira, 2008.
- v. 19, n. 5 Física Térmica: uma abordagem histórica e experimental
Juleana Boeira Michelena e Paulo Machado Mors, 2008.
- v. 19, n. 6 Uma alternativa para o ensino da Dinâmica no Ensino Médio a partir da resolução qualitativa de problemas
Carla Simone Facchinello e Marco Antonio Moreira, 2008.
- v. 20, n. 1 Uma visão histórica da Filosofia da Ciência com ênfase na Física
Eduardo Alcides Peter e Paulo Machado Mors, 2009.
- v. 20, n. 2 Relatividade de Einstein em uma abordagem histórico-fenomenológica
Felipe Damasio e Trieste Freire Ricci, 2009.
- v. 20, n. 3 Mecânica dos fluidos: uma abordagem histórica
Luciano Dernadin de Oliveira e Paulo Machado Mors, 2009.
- v. 20, n. 4 Física no Ensino Fundamental: atividades lúdicas e jogos computadorizados
Zilk M. Herzog e Maria Helena Steffani, 2009.
- v. 20, n. 5 Física Térmica
Nelson R. L. Marques e Ives Solano Araujo, 2009.
- v. 20, n. 6 Breve introdução à Física e ao Eletromagnetismo
Marco Antonio Moreira, 2009.
- v. 21, n. 1 Atividades experimentais de Física à luz da epistemologia de Laudan: ondas mecânicas no ensino médio
Lizandra Botton Marion Morini, Eliane Angela Veit, Fernando Lang da Silveira, 2010.
- v. 21, n. 2 Aplicações do Eletromagnetismo, Óptica, Ondas, da Física Moderna e Contemporânea na Medicina (1ª Parte)
Mara Fernanda Parisoto e José Túlio Moro, 2010.
- v. 21, n. 3 Aplicações do Eletromagnetismo, Óptica, Ondas, da Física Moderna e Contemporânea na Medicina (2ª Parte)
Mara Fernanda Parisoto e José Túlio Moro, 2010.
- v. 21, n. 4 O movimento circular uniforme: uma proposta contextualizada para a Educação de Jovens e Adultos (EJA)
Wilson Leandro Krummenauer, Sayonara Salvador Cabral da Costa e Fernando Lang da Silveira, 2010.
- v. 21, n. 5 Energia: situações para a sala de aula
Marcia Frank de Rodrigues, Flávia Maria Teixeira dos Santos e Fernando Lang da Silveira, 2010.
- v. 21, n. 6 Introdução à modelagem científica
Rafael Vasques Brandão, Ives Solano Araujo e Eliane Angela Veit, 2010.

- v. 22, n. 1 Breve introdução à Lei de Gauss para a eletricidade e à Lei de Àmpere-Maxwell
Ives Solano Araujo e Marco Antonio Moreira, 2011.
- v. 22, n. 2 O conceito de simetria na Física e no Ensino de Física
Marco Antonio Moreira e Aires Vinícius Correia da Silveira
- v. 22, n. 4 Visões epistemológicas contemporâneas: uma introdução
Marco Antonio Moreira e Neusa Teresinha Massoni, 2011.
- v. 22, n. 5 Introdução à Física das Radiações
Rogério Fachel de Medeiros e Flávia Maria Teixeira dos Santos, 2011.
- v. 22, n. 6 O átomo grego ao Modelo Padrão: os indivisíveis de hoje
Lisiane Araujo Pinheiro, Sayonara Salvador Cabral da Costa e Marco Antonio Moreira, 2011.
- v. 23, n. 1 Situações-problema como motivação para o estudo de Física no 9o ano
Terrimar I. Pasqualetto , Rejane M. Ribeiro-Teixeira e Marco Antonio Moreira, 2012.
- v. 23, n. 2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS
Marco Antonio Moreira, 2012.
- v. 23, n. 3 Universo, Terra e Vida: aprendizagem por investigação
Roberta Lima Moretti, Maria de Fátima Oliveira Saraiva e Eliane Angela Veit, 2012.
- v. 23, n. 4 Ensinando Física através do radioamadorismo
Gentil César Bruscato e Paulo Machado Mors, 2012.
- v. 23, n. 5 Física na cozinha
Lairane Rekovvsky, 2012.
- v. 23, n. 6 Inserção de conteúdos de Física Quântica no Ensino Médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa
Adriane Griebeler e Marco Antonio Moreira, 2013.
- v. 24, n. 1 Ensinando Física Térmica com um refrigerador
Rodrigo Pogliã e Maria Helena Steffani, 2013.
- v. 24, n. 2 Einstein e a Teoria da Relatividade Especial: uma abordagem histórica e introdutória
Melina Silva de Lima, 2013.
- v. 24, n. 3 A Física dos equipamentos utilizados em eletrotermofototerapia
Alexandre Novicki, 2013.
- v. 24, n. 4 O uso de mapas e esquemas conceituais em sala de aula
Angela Denise Eich Müller e Marco Antonio Moreira, 2013.
- v. 24, n. 5 Evolução temporal em Mecânica Quântica: conceitos fundamentais envolvidos
Glauco Cohen F. Pantoja e Victoria Elnecave Herscovitz, 2013.
- v. 24, n. 6 Aprendizagem significativa em mapas conceituais
Marco Antonio Moreira, 2013.
- v. 25, n. 1 Introdução ao uso de tecnologias no Ensino de Física experimental dirigida a licenciandos de Física
Leandro Paludo, Eliane Angela Veit e Fernando Lang da Silveira, 2014.

- v. 25, n. 2 Uma proposta para a introdução dos plasmas no estudo dos estados físicos da matéria no Ensino Médio
Luis Galileu G. Tonelli, 2014.
- v. 25, n. 3 Abordagem de conceitos de Termodinâmica no Ensino Médio por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
Marcos Pradella e Marco Antonio Moreira, 2014.
- v. 25, n.4 Arduino para físicos: uma ferramenta prática para a aquisição de dados automáticos
Rafael Frank de Rodrigues e Silvio Luiz Souza Cunha, 2014.
- v. 25, n.5 Ensino de conceitos básicos de eletricidade através da análise do consumo de energia elétrica na escola
Adroaldo Carpes de Lara, Ives Solano Araujo e Fernando Lang da Silveira, 2014.
- v. 25, n.6 Pequenos projetos de Física no ensino não formal
Camilla Lima dos Reis e Maria Helena Steffani, 2014.
- v. 26, n.1 Ensino de Eletricidade para a Educação de Jovens e Adultos
Rodrigo Lapuente de Almeida e Sílvio Luiz de Souza Cunha, 2015.
- v. 26, n.2 Textos e atividades sobre oscilações e ondas, modelos atômicos, propriedades da luz, luz e cores, radiações ionizantes e suas aplicações médicas
José Fernando Cánovas de Moura, Rejane Maria Ribeiro-Teixeira e Fernando Lang da Silveira, 2015.
- v. 26, n.3 Ensino de Óptica na escola de nível médio: utilizando a plataforma Arduino como ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos no laboratório didático
Elio Molisani Ferreira Santos, Rejane Maria Ribeiro-Teixeira e Marisa Almeida Cavalcante, 2015.
- v. 26, n.4 Proposta didática para desenvolver o tema supercondutividade no Ensino Médio
Flavio Festa, Neusa Teresinha Massoni e Paulo Pureur Neto, 2015.
- v. 26, n.5 Oficina de Astronomia
Marina Paim Gonçalves e Maria Helena Steffani, 2015
- v. 26, n.6 Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de Ciências/Física
Marco Antonio Moreira e Neusa Teresinha Massoni, 2015.
- v. 27, n. 1 Proposta didática para apresentar conceitos do movimento de queda dos corpos no Ensino Fundamental através de um aporte histórico e epistemológico
Jênifer Andrade de Matos e Neusa Teresinha Massoni, 2016.
- v. 27, n. 2 Proposta didática para o ensino de calorimetria com ênfase no desenvolvimento da habilidade de leitura e interpretação de gráficos
Gabriel Schabbach Schneider, Fernando Lang da Silveira e Eliane Angela Veit, 2016.
- v. 27, n. 3 Uma proposta de trabalho orientada por projetos de pesquisa para introduzir temas de Física no 9º ano do Ensino Fundamental
Jeferson Barp e Neusa Teresinha Massoni, 2016.
- v. 27, n. 4 Aplicação do Método Peer Instruction na abordagem das Leis de Newton no Ensino Médio
Jader Bernardes, Ives Solano Araujo e Eliane Angela Veit, 2016

- v. 27, n. 5 Uma sequência didática sobre ondas com os métodos Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) e Ensino sob Medida (Just-in-time Teaching)
Madge Bianchi dos Santos, Ives Solano Araujo e Eliane Angela Veit, 2016.
- v. 27, n. 6 Uma proposta para introduzir a Teoria da Relatividade Restrita no ensino médio: abordagem histórico epistemológica e conceitual
Eduardo Ismael, Fuchs, Dimiter Hadjimichef e Neusa Teresinha Massoni.
- v. 28, n. 1 Gravitação Universal em atividades práticas: uma abordagem histórica e cultural, das órbitas dos planetas à ficção científica
Eliana Fernandes Borragini, Daniela Borges Pavani e Paulo Lima Junior, 2017.
- v. 28, n. 2 O Bóson de Higgs na mídia, na Física e no Ensino da Física
Marco Antonio Moreira, 2017.
- v. 28, n. 3 Visões epistemológicas (ou sociológicas) recentes da ciência: uma introdução
Neusa Teresinha Massoni e Marco Antonio Moreira, 2017.
- v. 28, n. 4 Um jogo de perguntas e respostas como forma de motivar alunos do Ensino Médio ao estudo da Física: o tópico de Mecânica
Fabrizio Belli Riatto, Neusa Teresinha Massoni e A. Alves, 2017.
- v. 28, n. 5 Proposta de projeto extracurricular: uma intervenção desescolarizada na escola
Ismael de Lima, Paulo Lima Jr. e Rafael Pezzi, 2017.
- v. 28, n. 6 O experimento da borracha quântica: uso de analogias para o entendimento do quântico pelo clássico
Luciano Slovinski e A.Alves-Brito, 2017.
- v. 29, n. 1 A física e os instrumentos musicais: construindo significados em uma aula de acústica
Douglas Krüger da Silva e Alexsandro Pereira de Pereira, 2018.