

Patrick Gurgel Campos

**TÓPICOS DE ENSINO DE FÍSICA NUCLEAR PARA O ENSINO
MÉDIO**

Florianópolis

2018



Patrick Gurgel Campos

**TÓPICOS DE ENSINO DE FÍSICA NUCLEAR PARA O ENSINO
MÉDIO**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Licenciado em Física.

Orientadora: Prof. Dr^a. Sônia Maria

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra

Campos, Patrick

TÓPICOS DE ENSINO DE FÍSICA NUCLEAR PARA O ENSINO MÉDIO / Patrick Campos; orientadora, Sônia Maria Silva Corrêa de Souza Cruz, 2018.

47 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Física, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Física. 2. Ensino de Física. 3. Física Nuclear. 4. Ensino Médio. I. Silva Corrêa de Souza Cruz, Sônia Maria. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Física. III. Título.

Patrick Gurgel Campos

TÓPICOS DE ENSINO DE FÍSICA NUCLEAR PARA O ENSINO MÉDIO

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de licenciado e aprovado em sua forma final pelo Programa

Florianópolis, 29 de Janeiro de 2018.

Prof. Me.

João José Piacentini

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a.

Sônia Maria Silva Corrêa de Souza Cruz

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr. Elizandro Maurício Brick

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Prof. Dr. Sandro Livramento Machado

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Prof. Dr. Celso Yuji Matuo
(suplente)
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que estiveram comigo durante esta caminhada em especial para minha mãe Theresa Gurgel e minha avó paterna Maria Campos (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a todas as pessoas que acreditaram em mim durante este período de grande importância para minha vida.

Aos excelentes professores da Universidade Federal de Santa Catarina que me motivaram a estudar essa área do conhecimento tão magnífica e apaixonante.

Aos meus amigos que tiveram comigo e acompanharam minha evolução durante o curso, do cálculo I a estrutura da matéria, prática de moderna e estrutura da matéria.

A todos os amores anteriores e ao atual amor, pelo companheirismo e toda paciência nessa caminhada tão complexa, mas gratificante, que é o curso de Física.

A minha mãe Theresa Cristina por estar comigo do início ao fim apesar das dificuldades e conflitos.

Em especial para minha falecida vó Maria Campos, sei que neste momento ela estaria muito feliz. O grande desejo dela era me entregar um anel de formatura e, infelizmente, não será possível isso acontecer, mas no meu coração ela sempre estará presente.

RESUMO

Esse trabalho de conclusão de curso analisa propostas de artigos de revistas e eventos relacionados ao Ensino de Física e Ciência que propõem o ensino de tópicos de Física Nuclear no Ensino Médio, averiguando suas perspectivas, possibilidades e limites. Foram consideradas as publicações dos ENPEC's, SNEF's e Caderno Brasileiro de Ensino de Física/Caderno Catarinense de Ensino de Física. Nos encontros de Pesquisa e Ensino de Ciência a quantidade de trabalhos com propostas didáticas interdisciplinares envolvendo a temática nuclear é maior. Discussões referentes a acidentes nucleares também são temas enfatizados em diversos artigos apresentado neste trabalho. Foi possível verificar a potencialidade da temática Nuclear, para elaboração de propostas didáticas para o Ensino Médio, através de diferentes abordagens que possibilitam explorar a importância social, política e ambiental do tema.

Palavras-chave: Ensino de Física. Física Nuclear. Ensino Médio.

ABSTRACT

This final project examines proposals for journal articles and events related to the teaching of physics and science that proposes the teaching topics in Nuclear Physics in high school, checking your prospects, possibilities and limits. Were considered the publications of ENPEC's, SNEF and Brazilian physics education Notebook/ Cataninense Physics Teaching Notebook. In the meetings of research and teaching of science, the amount of work with interdisciplinary teaching proposals involving the nuclear theme is greater. Discussions regarding nuclear accidents are also themes emphasized in a number of papers presented in this work. It was possible to verify the capability of the Nuclear theme, for elaboration of didactic proposals for middle school through different approaches that allow you to explore the social importance

Keywords: Teaching Physics. Nuclear physics. High school.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Categorias nos artigos selecionados.....	22
Gráfico 2 - Categorias nos locais de publicação	23
Gráfico 3 - Abordagens didáticas	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de trabalhos selecionados nos locais de publicação.....	21
Tabela 2 – Livros analisados por Carvalho e Allen.....	31
Tabela 3 – Livros analisados pelos autores Calvalcanti e Martins.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EJA – Educação de Jovens e Adultos

EM – Ensino Médio

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação em Ciências

FM – Física Moderna

FMC – Física Moderna e Contemporânea

FN – Física Nuclear

SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	CAPÍTULO I: Física Moderna e Contemporânea e sua inserção no Ensino Médio.....	17
3	Capítulo II: Metodologia	20
4	Capítulo III: Investigação dos artigos selecionados	21
4.1.1	Trabalhos analisados.....	25
4.2.2	Análise geral, limites e possibilidades.....	44
5	CONCLUSÃO	46
6	REFERÊNCIA.....	48

1 INTRODUÇÃO

Ao longo desses anos de formação inicial percebi que o conhecimento desenvolvido na área da Física permite a construção de um novo entendimento do mundo por meio dos conceitos físicos de fenômenos naturais e também sobre o mundo tecnológico que se faz presente em nossas vidas, possibilitando a construção de modelos e teorias que podem nos levar ao conhecimento desde a estrutura da matéria até a origem e evolução do universo.

Nas disciplinas que faz a integração entre o conhecimento específico e os conhecimentos específicos pedagógicos se discute as dificuldades de aprendizagem dos conceitos, novas estratégias didáticas sempre pautado nas referências produzidas na pesquisa em Ensino de Física. Durante esse processo somos incentivados a levar para as nossas futuras salas de aula as novas possibilidades apontadas pela pesquisa em Ensino.

Segundo as diretrizes e parâmetros curriculares, o Ensino de Física Moderna se torna crucial tendo em vista que o mesmo possibilita aproximar o saber aprendido em sala de aula com as tecnologias atuais. Apesar das orientações, o Ensino de Física Moderna no Ensino Médio está longe de ser corriqueiro nas salas de aula. Diversos fatores são apontados pelos pesquisadores em Ensino de Física, desde a falta de professores formados na área à falta de tempo para planejar as aulas.

A inserção de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio através de tópicos relacionados a Física Nuclear foi um motivador no decorrer das discussões e elaboração de projetos durante a graduação. Pelo seu contexto a temática exerce um apelo emocional, principalmente pelo fato de que a energia nuclear tem o poder de destruir o nosso planeta. Como pode ser explorada tanto como uso pacífico como arma de guerra, o tema está associado a implicações de ordem política e militar.

Desta maneira, ao longo do curso me senti motivado para realizar uma pesquisa sobre como os conceitos de Física Nuclear podem ser inseridos no Ensino Médio.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Neste trabalho de TCC, tenho como objetivo geral analisar propostas de artigos de revistas e eventos relacionados ao ensino de Física e Ciência que propõem o ensino de tópicos de Física nuclear no Ensino Médio, averiguando suas perspectivas, possibilidades e limites.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para atender a questão citada anteriormente foram pensados os seguintes objetivos específicos;

- Apresentar o contexto da inserção de Física Moderna e Contemporânea à luz da pesquisa em ensino de Física e dos documentos oficiais;
- Selecionar propostas didáticas para o ensino de conteúdos relativos a Física Nuclear;
- Analisar propostas e destacar seus limites e possibilidade.

O trabalho será separado em três capítulos principais da seguinte maneira:

No primeiro será apresentado o contexto da discussão da Física Moderna e Contemporânea à luz das pesquisas em Ensino de Física e dos documentos oficiais.

No segundo capítulo é apresentada a metodologia para explicitação dos dados e para a análise dos mesmos.

No terceiro capítulo apresento os dados e a análise dos artigos selecionados. Por último as considerações finais sobre os diferentes contextos e possibilidades das propostas.

2 CAPÍTULO I: Física Moderna e Contemporânea e sua inserção no Ensino Médio

A partir dos trabalhos de Max Planck (1858 – 1947) relacionados à mecânica quântica e Albert Einstein (1879-1955) acerca da relatividade no início do século XX, conceitos como massa, energia e tempo passam a ser entendidos de outra maneira, surgindo o que conhecemos como Física Moderna. Deste modo, define-se como Física Moderna “[...] o conjunto de teorias surgidas a partir do início do século XX” (Dominguin, 2012, p.2502-1). Além disso, destaca-se como Física Contemporânea as teorias surgidas à partir do estudo das partículas subatômicas, no período da segunda guerra mundial

Na área de ensino de Física, diversos pesquisadores como Terrazan, Moreira, Osterman e Camargo defendem a inserção da física moderna no Ensino Médio, segundo Osterman (2000) a Física atual é que motiva os estudantes de nível médio a seguirem uma carreira científica, já Dominguin (2012) destaca o aumento no número de trabalhos nos últimos anos relacionados ao ensino de física moderna no Ensino Médio.

O avanço tecnológico se intensificou nas últimas décadas, devido a isto, smartphones e computadores potentes se tornaram comuns no cotidiano de muitos alunos de nível médio. Para Valadares (1998) o conhecimento dos fundamentos das tecnologias atuais por parte dos alunos de nível médio se tornam cruciais, uma vez que estão presentes no dia a dia dos discentes. Desta maneira, a introdução de tópicos de FMC no Ensino Médio se tornam relevantes tendo em vista a possibilidade de aproximar o conteúdo ministrado em sala de aula com as tecnologias atuais.

As grades curriculares de física no Ensino Médio, muitas vezes, se limitam aos conteúdos de cinemática, dinâmica, termodinâmica e eletromagnetismo. Terrazan (1992) menciona que as concentrações dos tópicos ministrados estão na física desenvolvida entre 1600 e 1850, aproximadamente. Neste caso, não se trata de excluir a Física Clássica, já que a mesma em muitos casos serve como base teórica para compreensão de tópicos surgidos após o final do século XIX, além de apresentar os modelos de maneira plausível descrevendo diversos fenômenos da natureza de maneira satisfatória.

Segundo Oliveira et al (2007) o Ensino Médio constitui o último contato formal com a Física para muitos alunos, assim sendo, as discussões em sala de aula referentes a temas de FMC se tornam cruciais para a maioria dos educandos.

Ostermann e Moreira (2000) em um artigo de revisão bibliográfica associado ao ensino de FMC mencionam a discussão realizada na III Conferência Interamericana sobre Educação em Física Barojas, (1988), apontou que resultados de pesquisa em Ensino de Física mostram

que “*além da física clássica ser também abstrata, os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-la*” (Ostermann e Moreira, 2000, p.24).

As justificativas de Torre (1998) para introdução do ensino de FMC no ensino escolar são apresentadas no artigo de Ostermann e Moreira da seguinte maneira:

- Conectar o estudante com sua própria história;
- Protegê-lo do obscurantismo, das pseudociências e das charlatanias pós-modernas;
- Que o aluno possa localizar corretamente o ser humano na escala temporal e espacial da natureza;
- FMC possui múltiplas e evidentes consequências tecnológicas;
- Por sua beleza, pelo prazer do conhecimento, porque é uma parte inseparável da cultura, porque o saber nos faz livres e valoriza a humanidade. (TORRE, 1998; Apud OSTERMANN e MOREIRA, 2000).

O Ensino de Física vem sofrendo mudanças significativas ao longo dos anos, o resultado de pesquisas em Ensino tem influenciado a prática docente de nível médio com novas abordagens e metodologias. Portanto, o contexto social, filosófico e tecnológico bem como a aproximação do conteúdo ministrado em sala com o cotidiano dos alunos se tornaram fundamentais no processo de ensino-aprendizagem. Desta maneira, Valadares e Moreira (1998) destacam que é:

imprescindível que o estudante do segundo grau conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional. Daí a importância de se introduzir conceitos básicos de Física Moderna e, em especial, de se fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano. (VALADARES e MOREIRA, 1998, p.121)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PNCs) mencionam o ensino de física moderna da seguinte maneira:

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e *lasers* presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. Ou seja, o estudo de **matéria e radiação** indica um tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico. (BRASIL, 2011, p. 67).

Os PCNs também apontam para necessidade de um ensino voltado para construção de competências e habilidades no processo de ensino-aprendizagem, onde, a partir dos conteúdos ministrados em sala de aula o conhecimento adquirido pelo educando possa se tornar significativo, ou seja, tem-se a necessidade de uma formação crítica que relacione os temas abordados com o cotidiano. Dentro desta perspectiva Oliveira et al (2007) destacam “uma formação científica mais crítica e, conseqüentemente, mais adequada à formação da cidadania”.

É fundamental também despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a física como um empreendimento humano e, portanto, mais próximo a eles. Além disso, uma boa formação científica faz parte de um pleno exercício de cidadania. (OSTERMANN et.al, 1999, p.1)

Tendo em vista a importância de se introduzir a FMC no Ensino Médio este trabalho se propõe a analisar tópicos de Física Nuclear em artigos de revistas e eventos voltados ao ensino de Física.

3 Capítulo II: Metodologia

A presente pesquisa se propõe a investigar propostas que tratam o ensino de conceitos de Física Nuclear, buscando compreender suas possibilidades e limites. Nesse sentido, para representar uma fonte de informações, vamos analisar um conjunto de publicações referentes aos trabalhos apresentados nos eventos da área de Ensino de Física e em Ciências, bem como em artigos de periódicos indexados da área de Ensino de Física. Esse conjunto de publicações constituirão os documentos onde será buscado dados para construir unidades de significado para responder à questão de investigação proposta.

O objetivo da análise documental é identificar em documentos informações que serviram de subsídio para responder questões de pesquisa. Segundo Ludke e André (1986) a análise de documentos representa um processo importante na pesquisa qualitativa para buscar informações sobre novos temas ou questões.

Para escolha das fontes utilizadas no trabalho delimitamos um tempo no qual as seleções das mesmas seriam realizadas, para isso consideramos os trabalhos que foram publicados após a discussão do tema da Física Nuclear aparecer nos documentos oficiais.

Assim, foram consideradas as publicações dos ENPEC's, SNEF's e Caderno Brasileiro de Ensino de Física/Caderno Catarinense de Ensino de Física. Tanto os eventos como a revista abrem espaços para apresentação e reflexão sobre propostas didáticas para o Ensino Médio.

Na tabela 1 verifica-se o número de artigos selecionados em cada local de publicação, em seguida são definidas as categorias para as análises dos trabalhos.

Tabela 1 - Número de trabalhos selecionados nos locais de publicação

Revistas/ Eventos	nº de artigos
VIII ENPEC	02
IX ENPEC	05
XX SNEF	03
XXI SNEF	05
XXII SNEF	04
Caderno catarinense de Ensino de Física/ Caderno brasileiro de Ensino de Física	06

Fonte: Elaborada pelo autor

Inicialmente a pesquisa foi realizada através de buscas feitas com palavras chaves relacionadas ao ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio para analisar o contexto geral sobre a inserção de FMC. Posteriormente, foram escolhidos artigos que traziam tópicos referentes a Física Nuclear, para isso, foram utilizadas palavras chaves como “Nuclear”, “Física Nuclear”, “Ensino de Física Nuclear”, “Acidente de Goiânia” e “Radioatividade”.

Para definir os documentos primeiro foi determinado quais eventos e revistas seriam verificados para a realização das análises. Assim, consideramos que a nossa investigação se daria em documentos que tivessem sido produzidas a partir de datas onde a discussão sobre o tema investigado aparecem em documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares e a Base Nacional Comum Curricular.

4 Capítulo III: Investigação dos artigos selecionados

Neste capítulo serão feitas análises dos artigos selecionados de eventos e revistas com intuito de possibilitar uma possível categorização que permita avaliar suas perspectivas, possibilidades e limites.

Após as leituras notamos que os trabalhos poderiam ser organizados pelos seus objetivos gerais. Para estabelecer essa organização definimos as seguintes categorias.

Tabela 2 – Categorias

I- Utilização de conceitos da Física Nuclear enquanto tema para trabalhar na perspectiva interdisciplinar, possibilitando a discussão de diferentes aspectos ligados à economia, saúde, meio ambiente, risco social e pessoal. Ou seja, explorar contextos socioculturais. E a relação Ciências, Tecnologia e sociedade. A ideia de vincular educação e participação política.
II- Levantamento e análise de concepções alternativas/conhecimentos prévios sobre conceitos da área de Nuclear.
III- Divulgação científica
IV- Propostas didáticas com aplicação
V- Propostas didáticas sem aplicação

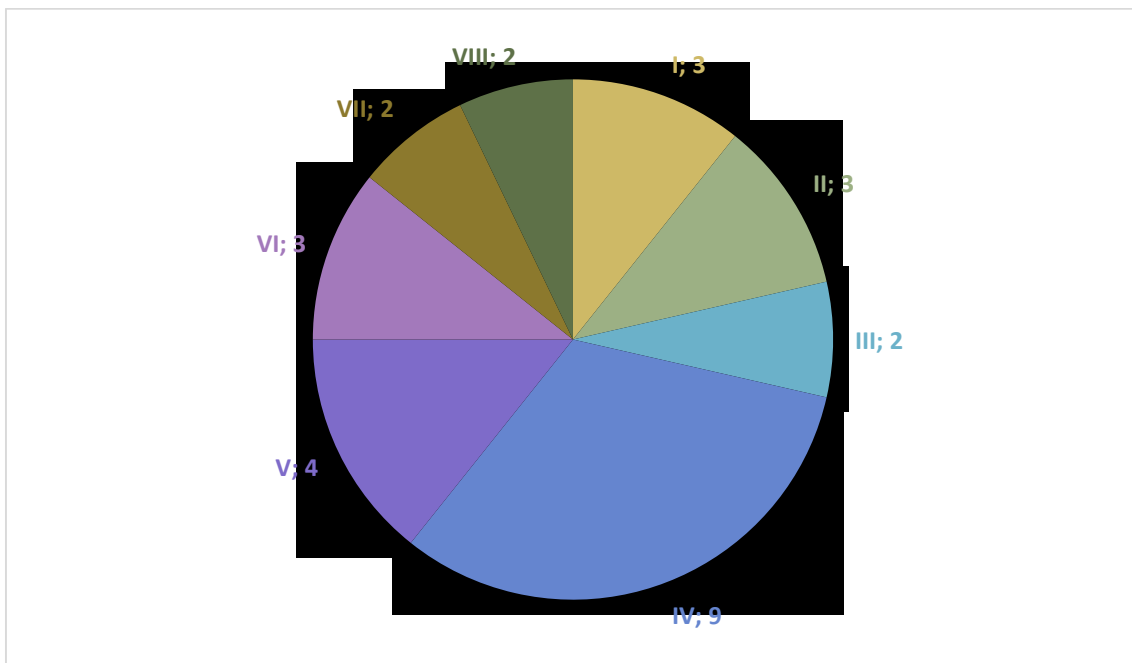
VI - Análise de materiais didáticos
VII - Elaboração de materiais didáticos
VIII- Utilização da temática da Física Nuclear na formação de professores.

Fonte: Elaborada pelo autor

Os artigos selecionados neste trabalho foram separados de acordo com as categorias apresentadas acima, cabe ressaltar que diversos artigos se enquadraram em mais de uma.

O gráfico apresentado a seguir se refere a um comparativo percentual da distribuição das categorias nos artigos selecionados dos locais de publicações.

Gráfico 1 - Categorias nos artigos selecionados

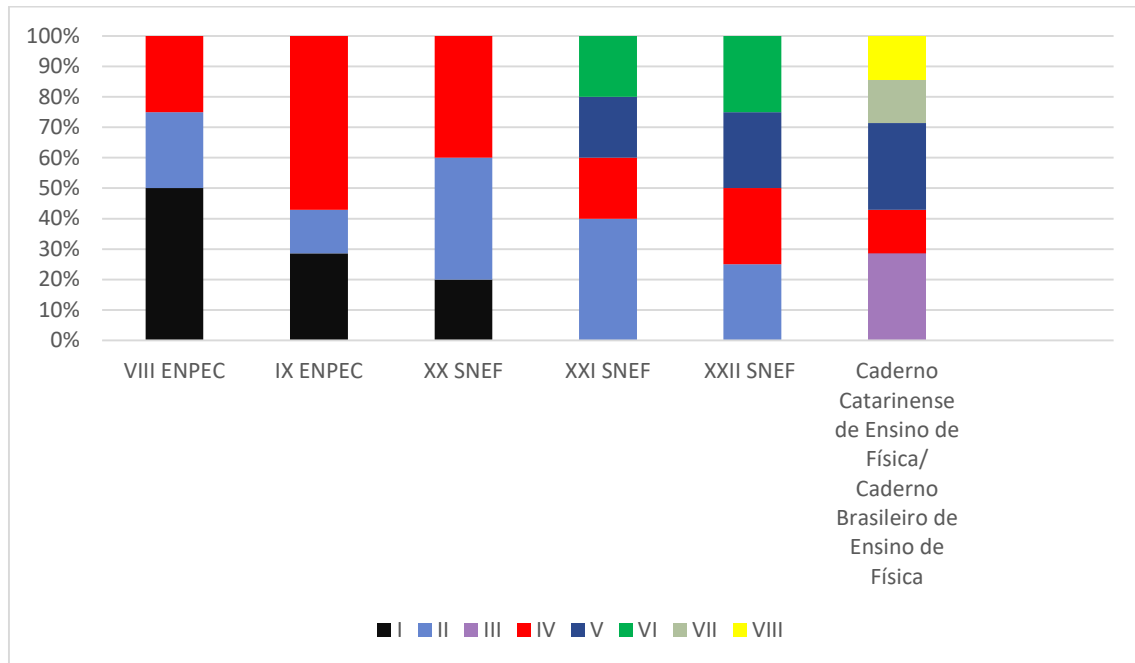


Fonte: Elaborado pelo autor

Constatamos a partir dos dados apresentados que 13 do total de artigos estão associados a propostas com aplicação no Ensino Médio regular ou EJA, sendo 4 propostas não aplicadas em sala de aula.

Nota-se que 3 publicações se relacionam com a categoria II, onde os autores buscam identificar o entendimento dos alunos sobre o tema da FN e, como esse entendimento é construído.

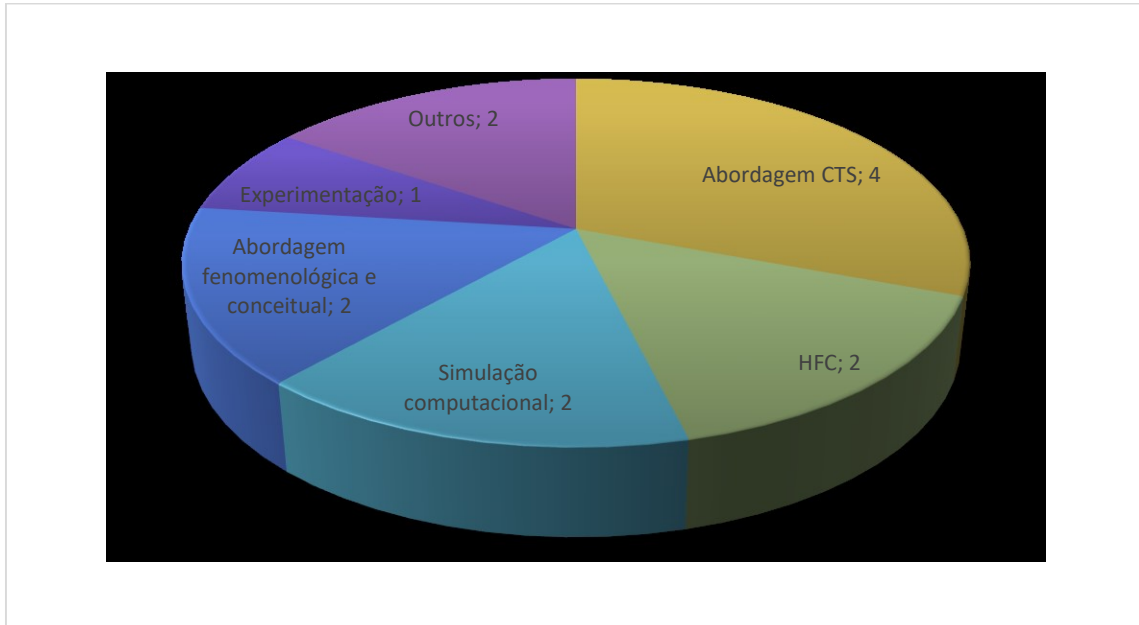
No gráfico-2 é possível averiguar proporcionalmente as categorias presentes nos locais de publicações.

Gráfico 2 - Categorias nos locais de publicação

Fonte: Elaborado pelo autor

A categoria IV é a única que aparece em todos os locais de publicação, já a categoria II aparece em cinco das seis fontes escolhidas para análise. Os trabalhos publicados no XXII SNEF e no Caderno Catarinense de Ensino de Física/Caderno Brasileiro de Ensino de Física foram os que contemplaram maior quantidade de categorias.

As propostas didáticas com a temática Física Nuclear para o Ensino Médio são exploradas pelos autores através de diversas abordagens. No gráfico 3 é possível constatar os tipos de abordagens utilizadas pelos Autores.

Gráfico 3 - Abordagens didáticas

Fonte: Elaborado pelo autor

As discussões que envolvem questões sociais, políticas e econômicas foram as mais encontradas e, em um número considerável de trabalhos está presente a discussão sobre questões como o malefício e benefício de uma usina nuclear.

Outro ponto relevante que destacamos é o número de trabalhos que propõem abordagens com o uso de experimentos, dos artigos que fazem algum tipo de proposta para o ensino de FN, somente um trabalho menciona esse tipo de metodologia. Para alguns autores essa abordagem para a temática nuclear requer cuidados ao serem trabalhadas em sala de aula tendo em vista que diversos experimentos possuem materiais radioativos.

História e Filosofia da Ciência, o uso de simulações, abordagens fenomenológicas e conceituais s aparecem de maneira equilibrada, conseguimos perceber deste modo que o tema propicia diversidade ao ser trabalho em sala de aula.

Para facilitar a compreensão dos leitores em relação a definição e classificação nas categorias a seguir apresentamos um breve resumo analítico, seus títulos, autores, local de publicação e suas categorias. Posteriormente é feita a análise geral dos mesmos.

4.1.1 Trabalhos analisados

Artigo: Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso

Autores: Fernanda Leite da Silva, Paula Rocha Pessanha, Roseantony Bouhid

Categoria (s): I e IV

Local de publicação: VIII ENPEC

O trabalho de Silva et al teve como intuito realizar uma análise de uma aplicação de atividades elaboradas por professores de Física, Química, Biologia e Português com abordagens CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) referente a radioatividade e energia nuclear. Os pesquisadores buscaram identificar as concepções de 190 alunos de sete turmas de primeiro ano do Ensino Médio de escolas da zona norte do Rio de Janeiro sobre os conceitos.

As análises foram feitas de acordo com a lógica da transdisciplinaridade.

Os pesquisadores perceberam que muitos alunos se colocavam contra a energia nuclear, entretanto, os mesmos não sabiam o assunto, muitos respondiam de acordo com as suas concepções. Além do mais, puderam categorizar os alunos em três classes sendo elas: os alunos que valorizam apenas uma episteme; alunos que se mantêm neutros, aceitando que existe a outra opinião, mas sem interesse em entendê-la; alunos que interagem com os diferentes níveis de realidade e classificados dentro da lógica do terceiro incluído onde o tema possui uma vasta possibilidade de análise (PALAVIZINI apud silva et al, 2011).

A partir deste contexto, os pesquisadores concluíram que 37% dos alunos se encaixavam no terceiro incluído, neste caso o tema da Física Nuclear não possui somente duas alternativas de respostas (sim ou não).

A Física Moderna e Contemporânea possibilita através das vertentes metodológicas apresentadas nos artigos e trabalhos voltados ao ensino de Física e Ciências, desmistificar alguns mitos relacionados com a ciência, o trabalho apresentado no artigo de Silva et al proporciona esta reflexão uma vez que o mesmo viabiliza “ aos alunos a possibilidade de desenvolver valores próprios e não somente a apropriação de conhecimentos socialmente construídos. ” (Silva et al, p.10).

Artigo: Percepção dos Estudantes do Ensino Médio da Rede Pública de Salvador, Bahia sobre Energia Nuclear

Autores: Igor Gomes da Costa, Jorge Lúcio Rodrigues das Dores, Rejâne Maria Lira-da-Silva

Categoria (s): I e II

Local de publicação: VIII ENPEC

Na busca por um ensino crítico onde seja possível formar cidadãos críticos e participativos, o presente artigo traz uma pesquisa realizada em uma escola pública de Salvador no estado da Bahia com objetivo de analisar as opiniões e visões dos alunos acerca de temas relacionados a energia nuclear.

O motivo da pesquisa ter sido realizada no estado da Bahia se deve pelo Programa Brasileiro de Expansão de Energia Nuclear, a alta produção de Urânio no estado se propõem e a implementação de uma usina nuclear na região. Entretanto, para este feito ocorrer é necessário a modificação de um dos artigos da legislação do estado e, conseqüentemente uma consulta a população através de plebiscito.

Diversas perguntas foram feitas e analisadas acerca de temas relacionados a energia nuclear. A partir da pesquisa feita os autores concluíram que os alunos não tinham conhecimentos básicos para opinar de maneira crítica e consciente sobre uma possível implantação de uma usina nuclear.

O artigo de Costa et al possibilita uma reflexão ampla sobre a importância de se inserir tópicos de FMC no Ensino Médio com destaque na Física Nuclear, neste caso mostra-se como uma necessidade social e política a apropriação de informações relacionadas ao tema e, conseqüentemente conteúdos que devem ser abordados em sala de aula.

Artigo: O uso de imagens como um caminho capaz de problematizar questões a respeito da Natureza da Ciência em torno ao tema Energia Nuclear.

Autores: Alex Dopazo Mello, Luciana Fiuza e Andreia Guerra

Categoria (s): II e IV

Local de publicação: IX ENPEC

Tendo em vista a falta de contextualização no Ensino de Ciências em específico no Ensino de Física, o presente artigo visa verificar as concepções de alunos do EM do estado do Rio de Janeiro com auxílio de imagens relacionadas a radiação e energia nuclear.

Inicialmente os professores e pesquisadores formularam um questionário para que os alunos pudessem debater sobre os aspectos positivos e negativos da radiação, após essa etapa foram apresentadas sete imagens com intuito de aprimorar os argumentos dos discentes.

Em alguns casos os autores puderam concluir que parte dos alunos não vinculavam aspectos do cotidiano com as teorias científicas. Imagens de bombas atômicas e de figuras radioativas não foram apresentadas aos alunos, apesar disso, a maioria dos alunos associavam a radiação com aspectos maléficos e, além disso, viam os cientistas como super-heróis. Dentro desta perspectiva os autores propõem atividades com auxílio de imagens históricas, que possibilite uma vertente contextualizada utilizando aspectos da Natureza da Ciência.

Artigo: Energia nuclear e radioatividade: Como estes tópicos são abordados pelos professores no Ensino Médio

Autores: Marcella Campos de Araújo e Adriana Gomes Dickman

Categoria(s): VII

Local de publicação: IX ENPEC

O artigo de Araujo e Dickman (2013) teve como objetivo propor um material didático para professores de nível médio referente ao tema da física nuclear e radiações (FNR), para isso os autores elaboraram uma pesquisa para ser realizada com professores de Biologia, Química e Física com o intuito de verificar as expectativas e dificuldades destes profissionais ao abordar o tema.

Foi possível verificar no artigo que muitos professores se sentem despreparados para abordar o tema em sala aula, além disso, alguns professores relataram que só tiveram um contato superficial ou nenhum com o tema durante sua graduação. A pesquisa também foi democrática quanto a experiência dos professores.

Artigo: Energia Nuclear no Ensino Médio: desenvolvendo atividades didáticas com enfoque CTSA - uma possibilidade para a formação da cidadania.

Autores: Sheila Karla Azevedo Paniagua, Anelize Pires Reynozo Silvas e Maria Auxiliadora Delgado Machado

Categoria (s): I e IV

Local de publicação: IX ENPEC

O presente artigo é separado em duas partes, a primeira na elaboração de uma proposta didática para o ensino de energia nuclear no Ensino Médio e a segunda parte, onde foram aplicadas um conjunto de atividades em algumas escolas de Angra dos Reis no Rio de Janeiro, as escolas eram próximas às usinas nucleares presente na cidade.

A atividade foi realizada na disciplina de biologia, onde no final foi elaborado um questionário colaborativo entre universidade (UNIRIO) e escola. O objetivo foi trabalhar no conjunto de aulas algumas atividades relacionadas a energia nuclear tendo como base a proposta CTSA.

Segundo os autores foi possível observar as dificuldades dos alunos em explicar o processo de geração de energia nuclear, entretanto, se observou o engajamento dos alunos quanto a discussões sobre os fatores sociais e econômicos devido a presença de grandes usinas na cidade.

O artigo apresentou resultados sobre a discussões relativas a Energia Nuclear, porém em relação aos conceitos de Física Nuclear e o entendimento do processo de geração de energia nuclear pareceu ser pouco debatido no projeto. Os autores utilizaram a proposta de Paulo Freire e, com isso, conseguiram aproximar a realidade vivida pelo aluno com o tema abordado.

Artigo: Leituras de Sites Relacionados à Energia Nuclear no Ensino Médio

Autores: Cassiano Rezende Pagliarini , Maria José P. M. de Almeida e Georgina S. Fontes.

Categoria (s): IV

Local de publicação: IX ENPEC

O artigo de Pagliarini et al teve como objetivo propor um trabalho de pesquisa para alunos do Ensino médio com o tema da FN, para isso, os autores utilizaram como referencial metodológico a AD (análise de discurso) iniciada por Michel Pêcheux (1938-1983), neste caso, os autores consideram a linguagem como não transparente e sendo não somente base para o pensamento.

A proposta consistia na aplicação de uma atividade de ensino relacionada com a FN em uma turma de Ensino Médio do primeiro ano da Educação de Jovens e Adultos. Primeiramente, os alunos foram separados em nove grupos e, posteriormente, os mesmos realizaram uma pesquisa envolvendo o tema, desta maneira, após as pesquisas feitas pelos discentes, as seguintes perguntas foram realizadas.

1) *O que é energia nuclear?* 2) *Como se processa a reação nuclear?* 3) *Cite os principais elementos radioativos utilizados nos processos nucleares.* 4) *Quais são as formas de reações nucleares?* 5) *Onde se processa a reação nuclear?* 6) *O que são reatores nucleares?* 7) *Cite algumas vantagens do uso da energia nuclear.* 8) *Cite algumas desvantagens do uso da energia nuclear.* 9) *Cite algumas aplicações dos elementos radioativos.*”(PAGLIARINI, et al, 2013, p.3)

Dentro deste contexto cabe ressaltar o auto índice de reproduções de sites em trabalhos realizados no Ensino Médio. Apesar disto, os autores concluíram que:

“as análises dos nove grupos nos permitem concluir a contribuição da atividade realizada a algum tipo de aprendizagem pelos alunos, pois mesmo aqueles que se restringiram a repetições empíricas, tiveram que se dedicar a processos de leitura e seleção de sites ao responderem as questões. Assim, julgamos que atividades como essa, com conteúdo e perguntas bem selecionadas e, principalmente se incluírem mediações em classe a partir das produções dos alunos, não devem ser descartadas das práticas pedagógicas escolares.” (PAGLIARINI, et al, 2013, p.8)

Artigo: Uma proposta de aulas para tratar física nuclear e física de partículas no ensino médio

Autores: Henrique Shiino , Graciella Watanabe , Cleide Matheus Rizzatto e Giselle Watanabe-Caramello

Categoria(s): I e IV

Local de publicação: IX ENPEC

A Física Moderna se faz presente em diversos aspectos do cotidiano, a relação entre essa vertente e as questões sociais e políticas são bastante comuns, com isso, diversos pesquisadores da área de aprendizagem propõem uma perspectiva de ensino onde a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e sociedade) se faça presente de maneira geral, em especial no ensino de FM.

A partir da perspectiva de um ensino voltado para formação de cidadãos críticos e participativos, os autores do artigo propuseram e aplicaram um conjunto de aulas em uma turma de Educação de Jovens e Adultos (EJA) referente a Física Nuclear e Física de Partículas utilizando uma proposta CTS, tendo em vista as possibilidades de discussões que a temática oferece como, por exemplo, os benefícios e malefícios da energia nuclear e seus impactos políticos, sociais, tecnológicos e ambientais.

As primeiras aulas foram relacionadas aos conceitos da estrutura atômica e a FN, posteriormente, foram feitas discussões em sala de aula com intuito de fazer os alunos expressarem suas opiniões referentes aos temas abordados (energia nuclear, bomba nuclear,

tipos de energia entre outros), segundo os pesquisadores as discussões envolvendo questões sociais e tecnológicos foram as que mais obteve debates durante a aplicação da proposta.

Dentro da temática que envolve a FM é possível em sala de aula fazer reflexões que possam interferir diretamente na vida cotidiana do aluno. A partir deste contexto, o artigo de Shinno et al apresentado no IX ENPEC possibilita que licenciados e futuros docentes investiguem as possibilidades de se trabalhar a temática da FN através da abordagem CTS.

Artigo: Análise dos conteúdos de Física Nuclear em livros de Ensino Médio

Autores: Fernanda da Rocha Carvalho , Marcelo Porto Allen.

Categoria (s): VI

Local de publicação: XX SNEF

O Artigo publicado por Carvalho e Allen (2013) propõe-se a analisar 14 livros didáticos sendo alguns indicados pelo PNLEM/PNLD, as publicações variam entre 1993 a 2011. O intuito da análise é averiguar como são abordados os temas da Física Nuclear nestes livros didáticos tendo em vista que essa é uma ferramenta bastante utilizada pelos professores nas suas aulas e planejamentos.

Das obras analisadas pelos autores 4 são antes do PCN, ou seja, antes do ano 2000 e os outros 10 exemplares são posteriores a este período, sendo 4 destas aprovadas pelo PNLD/PNLEM (Carvalho e Allen, 2013). Abaixo está representado os dados explicitados pelos autores no artigo, é possível observar os conteúdos de Física Nuclear abordados nos livros analisados pelos pesquisadores.

Tabela 2 – Livros analisados por Carvalho e Allen

Ano	Autores	Conteúdos presentes
1993	Pedro Carlos Oliveira	-----
1994	Paraná	-----
1999	Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga	-----

1999	Bonjorno, Clinton	-----
2000	Alberto Gaspar	Relatividade; Raio X; Interação Nuclear; Energia Nuclear.
2001	José Luiz Sampaio, Caio Sérgio Calçada	-----
2002	Aurelio Goncalves Filho, Carlos Toscano	-----
2005 (PNLEM)	Paulo Penteado e Carlos Torres	O núcleo atômico, Radioatividade, A lei radioativa, Fissão e Fusão nuclear; Lixo nuclear
2006	Nicolau, Penteado, Torres e Toledo	O núcleo atômico, Radioatividade, A lei radioativa, Fissão e Fusão nuclear; Lixo nuclear.
2007	Ramalho, Nicolau e Toledo	Física Nuclear; Fissão e Fusão; Lixo Nuclear.
2009	Alberto Gaspar	Evolução do átomo; Energia Relativística.
2010 (PNLD)	Kazuhito Yamamoto e Luiz Fuke.	Massa e energia relativística; Evolução do átomo; Radioatividade; Fissão e Fusão; Usinas e reatores nucleares; Irradiação de alimentos.
2010 (PNLD)	Canato, Bonetti, Alves, Paoliolo, Menezes e Kantor.	Radioatividade; Reações nucleares; Fissão e Fusão nuclear.

2010 (PNLD)	Blaidi Sant' Anna, Martini, Carneiro Reis e Spinelli	Evolução do átomo; Radioatividade; Meia vida; Interações fundamentais; Acelerador de partículas.
----------------	--	---

Fonte: Adaptada do artigo de Carvalho e Allen (2013)

Observa-se através dos dados acima que 6 livros didáticos não mencionam a Física Nuclear, todos anteriores ao PNLD constam neste grupo. Apesar das outras obras destacarem alguns aspectos relacionados com o tema, os pesquisadores concluíram que muitos dos capítulos que tratam o tema apresentam uma abordagem superficial, baseada em fórmulas e sem discussões de cunho social e tecnológico (CARVALHO e ALLEN, 2013).

Artigo: Física nuclear no Ensino Médio no município de Seropédica, RJ: Um estudo comparativo

Autores: João José dos Santos Alves, Karol Amon Marx de Oliveira, Leandro da Conceição Luiz, Hamilton Gomes Garcia, Rafaela Tavares Batista

Categoria (s): II

Local de publicação: XX SNEF

Devido a importância do tema da Física Nuclear e o precário entendimento dos alunos de Ensino Médio acerca do assunto, Alves et al mapearam através de um questionário diagnóstico sobre a FN o conhecimento prévio de estudantes do terceiro ano de uma cidade do estado do Rio de Janeiro, os autores ressaltam no artigo que os questionários aplicados já haviam sido utilizados por outros pesquisadores também do Estado.

Os pesquisadores obtiveram um comparativo entre as pesquisas realizadas. Dois pontos cruciais devem ser ressaltados, o primeiro remete ao fato da cidade onde foram aplicadas as perguntas por Alves et al obter um alto índice de evasão escolar e um baixo índice de IDH, o segundo ponto refere-se à localidade da cidade onde foi realizada a pesquisa visto que a mesma se encontra a 140 km das usinas nucleares.

Através das análises os autores perceberam a nítida influência dos meios de comunicação em temas relacionados a FN, segundo Alves et al foi possível observar que:

Nos dois estudos verifica-se que a maioria recebe essas informações pela televisão, sendo que 72% na primeira pesquisa e 87% na segunda. Podemos perceber também que outros meios de comunicação contribuíram, embora em proporção menor, para que o aluno tenha alguma informação da energia nuclear. (ALVES et al., 2013, p.4)

Além deste ponto os autores obtiveram uma porcentagem de 87% de alunos que nunca tiveram contato formal com tópicos relacionados ao tema.

Os resultados obtidos no artigo de Alves et al possibilitam a reflexão sobre as dificuldades de inserir a Física Nuclear no currículo de nível médio, desta maneira o ensino da FN acaba se tornando refém dos meios de comunicação.

Artigo: Uma proposta para sala de aula sobre a Física Nuclear e a Física de Partículas

Autores: Henrique Santos Shiino, Graciella Watanabe, Cleide Matheus Rizzatto, Giselle Watanabe Caramello

Categoria(s): I, II e IV

Local de publicação: XX SNEF

O artigo de Shinno et al propõe a elaborar e analisar uma proposta didática sobre a Física de Nuclear e de partículas, aplicando em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio do Estado de São Paulo. Para realização da proposta os autores realizaram um levantamento das ideias dos alunos acerca do tema utilizando a Análise Textual Discursiva.

Após a realização do levantamento inicial os pesquisadores perceberam que os tópicos relacionados a FN e de partículas não se associavam com a realidade dos alunos, deste modo, os autores pensaram a proposta de tal forma que se aproximasse do contexto social, político e econômico vivido pelos discentes.

As aulas propostas debatem temas cruciais referente a FN, por exemplo, discussões acerca da produção de energia, coesão nuclear, fissão e fusão nuclear além de debates sobre os riscos e benefícios de uma usina termonuclear.

O objetivo central da proposta apresentada pelos autores está em aproximar a FMC da realidade dos estudantes de nível médio, contudo, Shinno et al ressaltam que :

“[...] foi notório que alguns elementos propostos nessa sequência deverão ser alterados, de forma que um professor não especialista possa conduzir uma aula como a aqui pretendida. Além disso, essa intervenção nos mostrou a necessidade de se fazer alguns ajustes, como adequar os conceitos e tempo de aula à realidade da escola pública.” (SHINNO et al, 2013, p.7)

A proposta apresentada no artigo de Shinno et al possibilita que professores menos familiarizados com o tema da FN possam se nortear ao planejar atividades relacionadas com o tema e, além disto, viabiliza reflexões para futuras propostas de ensino voltadas ao tema.

Artigo : O ensino da radioatividade e Física Nuclear com o uso de simuladores

Autores: Letícia Estevão Moraes, Franciéle Gonçalves de Oliveira¹, Antonio Augusto Soares

Categoria(s): IV

Local de publicação: XXI SNEF

O presente artigo propõe uma atividade com auxílio de simuladores computacionais do Phet Colorado relacionado com o tema da Física Nuclear com objetivo de investigar a eficácia do uso de simuladores no processo de ensino aprendizagem em tópicos relacionados com a Física Moderna e Contemporânea.

Os tópicos trabalhos estavam relacionados a datação radioativa, utilização do detector Geiger, Fissão e Fusão nuclear, a importância do resfriamento em uma usina e discussões acerca da usina nuclear.

Após a aplicação do projeto os pesquisadores concluíram que as atividades contribuíram para a aprendizagem dos alunos e as simulações serviram para que os mesmos pudessem visualizar o processo de decaimento de átomos instáveis, além de contribuir para “a compreensão de que para objetos com diferentes idades utilizam-se diferentes elementos químicos para a datação.” (Moraes et al, 2015, p.6)

Apesar da nítida potencialidade da simulação computacional como ferramenta de aprendizagem, cabe ressaltar os cuidados que os docentes de nível médio devem ter ao utilizar este tipo de abordagem, haja vista a limitação do mesmo ao representar a realidade.

Artigo: Análise da percepção dos alunos do terceiro ano do Ensino Médio do acidente de Goiânia com o césio 137.

Autor: Márcio Lima da Silva

Categoria(s): II e IV

Local de publicação: XXI SNEF

No intuito de verificar as concepções alternativas de alunos do terceiro ano do ensino médio acerca de tópicos relacionados com a Física Nuclear, o presente artigo apresenta um trabalho de conclusão de curso onde são aplicadas sequências didáticas com o objetivo de verificar a mudança conceitual ocorrida em sala de aula com temas relacionados a Física Nuclear.

No conjunto de aulas são apresentados elementos fundamentais para o entendimento do tema proposto, onde o evento de 1987 em Goiânia se faz presente para se discutir temas relacionados a Física Nuclear, os tópicos norteadores da proposta estavam relacionados com a formação do núcleo tendo como destaque em uma das aulas apresentadas o papel do nêutron na estabilidade nuclear.

Segundo o autor, antes da aplicação da sequência didática muitos alunos tinham a concepção que pessoas poderiam transmitir irradiação. Após a discussão das aulas com auxílio de documentários e vídeos referentes à FN com enfoque no césio 137 e o acidente de Goiânia, os discentes tiveram ao final do curso mudanças conceituais significativas.

Novamente observa-se uma abordagem relacionada com o ensino de Física nuclear onde o eixo central é o acidente de Goiânia, à vista disso, verificamos a potencialidade deste fato histórico para as aulas de FMC já que este trágico acidente possibilita além das discussões conceituais formais envolvendo a FN, algumas reflexões importantes sobre ciência e sociedade.

Artigo: Uma proposta de aula para o Ensino Médio sobre o tema Fissão e Fusão nuclear com uma abordagem histórica e filosófica da ciência

Autores: Matheus Furtado da Silva Netto e Andreia Guerra

Categoria(s): V

Local de publicação: XXI SNEF

Muitos pesquisadores como Matthews (1994), Vannuchi (1996) e Peduzzi(2001) defendem o uso da História e Filosofia da Ciência como uma das metodologias de Ensino que podem ser utilizadas em sala de aula, isto posto, a proposta apresentada por Netto e Guerra(2015) possibilita a utilização dessa abordagem em um tema de FMC.

Tendo como base os trabalhos realizados por Ostermann e Moreira (2000), Loch e Garcia (2009), o artigo faz uma proposta de aula para o Ensino Médio, ainda não aplicada, referente ao tema da Fissão e Fusão Nuclear com uma perspectiva histórica e filosófica.

Nas aulas propostas pelos autores é possível observar que além dos aspectos Históricos e Filosóficos da Ciência, a ligação entre a arte e ciência, em particular na relação entre o Pontilhismo e alguns modelos atômicos. Os tópicos relacionados com a Física Nuclear são propostos em uma vertente histórica, onde são discutidos fatos históricos como a segunda guerra mundial, o projeto Manhattan e o legado da Física Nuclear.

Netto e Guerra ressaltam que os debates envolvendo aspectos históricos em sala de aula se mostram eficazes em trabalhos como de Braga e Reis (2007), porém os autores concluem que a proposta pode ser modificada ao ser aplicada, sendo assim, “o professor pode construir suas aulas enfatizando o que ele julga como importante para o ensino de Física Nuclear no EM” (NETTO e GUERRA, 2015, p.7).

A proposta apresentada no artigo propicia uma reflexão sobre a abordagem histórica e filosófica em temas que envolvam a Física Moderna. Apesar da proposta não ter sido aplicada e com isso não ter resultados qualitativos ou quantitativos, os autores fazem ressalvas para possíveis modificações, sendo assim, a proposta poderá ser modificada e aplicada por docentes de nível médio de acordo com suas realidades.

Artigo: Radiações ionizantes e não ionizantes: uma análise prévia do conhecimento de alunos do ensino médio

Autores: Graciela Sasso Fiuza, Aline Guerra Dytz, Eliane Cappelletto, Valéria Bonetti Jerzewski., Victor Sardinha Bexiga.

Categoria(s): II

Local de publicação: XXI SNEF

Com o objetivo de realizar um estudo crítico com a participação de alunos, Fiuza et al analisaram a aprendizagem referente as radiações ionizantes e não ionizantes de 40 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, com auxílio de questionários e observações em atividades expositivas.

O questionário apresentado pelos pesquisadores teve como objetivo averiguar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema e, no final da atividade outro questionário foi dado aos discentes com intuito de verificar as mudanças ocorridas após a aplicação das sequencias didáticas.

Além da discussão sobre o malefício e benefício das radiações, foram explorados no trabalho questões relacionadas diretamente com a Física Nuclear como, por exemplo, a utilização de um documentário sobre Chernobyl e pesquisas na internet sobre desastres nucleares.

Os autores perceberam que após a realização dos questionários e propostas os alunos se apresentaram mais interessados sobre o tema das radiações.

Artigo: Livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD 2012: a Energia Nuclear em foco

Autores: Anderson Brasil Silva Cavalcante e Maria Inês Martins

Categoria (s): VI

Local de publicação: XXI SNEF

O artigo apresentado por Cavalcante e Martins teve como finalidade analisar 10 livros didáticos do PNLD 2012 relacionados ao tema da energia nuclear em específico na conversão de energia nuclear em elétrica, os pesquisadores consideraram os seguintes aspectos ao analisarem os livros: a visão geral da coleção; as atividades propostas; as ilustrações; o manual do professor. (CAVALCANTE e MARTINS, 2015).

Os autores concluíram que “muitos livros carecem ainda de atividades diversificadas e contextualizadas, sugestões de filmes, experiências, sites e livros para a complementação da aula. ” (CAVALCANTE e MARTINS, 2015, p. 6), além disso ressaltam os livros que nem sequer mencionam o tema. Apesar disto, os autores salientam o avanço nas discussões referente ao tema proposto nos livros do PNLD 2012, nas atividades propostas, nas ilustrações e ainda no manual do professor (CAVALCANTE e MARTINS, 2015)

Sendo o livro didático uma ferramenta importante para os docentes na preparação das aulas e atividades, é apresentado na tabela abaixo os livros do PLND 2012 que foram analisados no tema da energia nuclear com recorte na conversão de energia nuclear em elétrica pelos autores.

Tabela 3 - Livros analisados pelos autores Calvalcanti e Martins (2015)

I. GONÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos. Física e realidade. São Paulo:Scipione, 2010, v.3.
II. SILVA, Claudio Xavier da; BARRETO FILHO, Benigno. Física aula por aula. São Paulo: FTD, 2010, 3v.

III. KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio. São Paulo:Saraiva, 2011. 3v.
IV. GASPAS, Alberto. Compreendendo a Física. São Paulo: Ática, 2010. 3v.
V. LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. Curso de Física.São Paulo: Scipione, 2010. 3v.
VI. SANT'ANA, Blaide; MARTINI, Gloria; REIS, Hugo Carneiro; SPINELLI, Walter.Conexões com a Física. São Paulo: Moderna, 2010. 3v.
VII. DOCA, Ricardo Helou; GUALTER, José Biscuola; NEWTON, Villas Boas. Física.São Paulo: Saraiva, 2010. 3v.
VIII. TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. Física Ciência e Tecnologia. São Paulo: Moderna, 2005. 3v.
IX. KANTOR, Carlos; PAOLIELLO JR., Lilio A.; MENEZES, Luis Carlos de; BONETTI, Marcelo de C.; CANATO JR., Osvaldo; ALVES, Viviane M. Quanta Física. São Paulo:PD, 2010. 3v.
X. PIETROCOLA, Maurício; POGIBIN, Alexandre; ANDRADE, Renata; ROMERO, Talita Raquel. Física em contextos: pessoal, social e histórico. São Paulo: FTD, 2011. 3v.

Fonte: (CAVALCANTE e MARTIN, 2013)

Dos livros enumerados acima cabe a ressalva para os livros de Torres et al, Kantor et al e Pietrocola et al, nessas obras os pesquisadores ressaltaram aspectos relevantes na discussão do tema proposto. Os autores verificaram nessas obras aspectos como: a utilização de linguagens adequadas para discentes de nível médio e o aperfeiçoamento do tema através de pesquisas e abordagens do tema com uma perspectiva social, tecnológica e política.

Artigo: Aplicando a Física Moderna através de um Minicurso no Ensino Médio

Autores: Vanuza Oliveira Louback Gonsaga, Marline de Sousa Oliveira, Camila de Sousa Oliveira, Doerte Chagas Cortês e Walter Trennepohl Júnior.

Categoria (s): IV

Local de publicação: XXII SNEF

O artigo de Gonsaga et al teve como objetivo analisar os conhecimentos adquiridos por 19 alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Rondônia a partir da aplicação de um minicurso de 20 horas relacionado com a Física Moderna, no minicurso foram abordados dois temas centrais, sendo eles, a Física das partículas elementares e a Física nuclear. Foram debatidos e discutidos tópicos como a origem do raio-x, radioatividade, fusão nuclear, fissão nuclear e aplicações tecnológicas.

Após a realização do minicurso foram feitas perguntas com o propósito de verificar a aprendizagem dos alunos durante a aplicação. Os pesquisadores concluíram através dos questionários que a maioria dos alunos gostaram do minicurso, além disto, verificou-se que para 42% o minicurso contribui muito para sua formação e apenas 5% dos alunos não mudaram suas visões em relação a Física.

A partir do contexto apresentado no artigo de Gonsaga et al verifica-se a necessidade de introduzir tópicos de Física Moderna no Ensino Médio em especial da FN haja vista a importância do tema na formação de cidadãos críticos e participativos, sendo assim, a Física Nuclear contribui para uma formação global dos estudantes.

Artigo: Concepções dos alunos do terceiro ano do ensino médio de escolas públicas da rede estadual mineira sobre energia nuclear

Autores: Arilson Paganotti , Luís Eduardo Guimarães Dias Santos, Marcos Rincon Voelzke

Categoria (s): II

Local de publicação: XXII SNEF

O presente trabalho teve como intuito analisar as concepções de alunos do terceiro ano do Ensino Médio de escolas públicas do estado de Minas Gerais referente ao tema da Física nuclear.

A pesquisa foi realizada com 123 alunos de três escolas públicas do estado de MG, as perguntas tinham como objetivo analisar as concepções e os conhecimentos prévios dos alunos. Segundo os pesquisadores, a maioria dos alunos respondiam as perguntas de acordo com suas concepções alternativas de maneira errônea.

Apesar dos meios de comunicação abordarem o tema da FN se vê a necessidade de explorar a temática nas escolas para uma melhor formação de cidadãos atuantes. No final, os pesquisadores observaram que a maioria dos alunos foram adeptos para a possibilidade de o tema ser introduzido na escola.

Artigo: Uma proposta de sequência didática para o ensino de Física nuclear no Ensino Médio

Autores: Renan Schetino de Souza, José Luiz Matheus Valle

Categoria (s): V

Local de publicação: XXII SNEF

Os autores Souza e Valle (2017) propõem uma sequência didática com um conjunto de aulas sobre tópicos como a formação do núcleo (interação forte e fraca) até debates em sala com o intuito dos alunos analisarem os fatores positivos e negativos da energia nuclear.

Os autores utilizaram como referencial teórico as teorias de Vygotsky e a aprendizagem significativa de Ausebel e como base para a elaboração das sequências didáticas a proposta curricular do Estado de Minas Gerais.

Tendo em vista a necessidade de se entender o mundo em que nos rodeia, o Ensino de Física Moderna nas escolas possibilita a compreensão das atuais tecnologias e de temas abordados pelas mídias. A Física Nuclear, por exemplo, é um tema comum nos meios de comunicação, sendo assim, o ensino da mesma se torna importante para a formação de cidadãos críticos e participativos. Dentro deste contexto, a proposta apresentada no artigo possibilita discussões que conscientize os estudantes sobre a relevância da FN.

Artigo: Aspectos do imaginário de licenciandos em física numa situação envolvendo a resolução de problemas e a questão nuclear

Autores: Thirza Pavan Sorpreso , Maria José P. M. de Almeida .

Categoria(s): VIII

Local de publicação: Caderno Brasileiro de Ensino de Física

O artigo de Pavan e Almeida analisa aspectos do imaginário de licenciandos do curso de Física nas disciplinas de prática de Ensino de Física e estágio supervisionado com a abordagem de resolução de problemas na questão da Física Nuclear. Nesse sentido, a pesquisa foi realizada durante o decorrer do semestre no qual as disciplinas foram ministradas.

Dois universitários trabalharam com a abordagem de resolução de problemas, no início da disciplina a maioria dos discentes não viam a resolução de problemas como uma vertente de metodológica motivadora em sala de aula para questão sobre a FN. Após a pesquisa e as aplicações realizadas, percebeu-se uma maior “aceitação” da abordagem. Neste artigo os autores utilizaram a Análise de discurso (AD) como referencial teórico.

Apesar da grande quantidade de trabalhos de pesquisa que trazem propostas envolvendo a resolução de problemas, os mesmos se limitam a temas de dinâmica e termodinâmica em sua maioria (Sorpreso e Almeida ,2008). Sendo assim, nenhum artigo envolvendo o Ensino de Física Nuclear com abordagem em resolução de problemas foi encontrado pelos pesquisadores.

Tendo em vista este aspecto, alguns licenciandos ao serem questionados sobre tal abordagem no Ensino de Física Nuclear, mencionaram o formalismo matemático como barreira no processo de aprendizagem do tema

Artigo: Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos

Autores: Antonio Augusto Soares, Leticia Estevão Moraes, Franciéle Gonçalves Oliveira

Categoria(s): IV

Local de publicação: Caderno Brasileiro de Ensino de Física

O artigo de Soares et al ressalta a importância da utilização das tecnologias da informação em sala de aula (TIC's). Neste aspecto, vê-se a simulação como uma ferramenta didática, apesar de suas validades.

A Proposta foi aplicada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do interior de São Paulo, foram abordados alguns tópicos específicos relacionados com a Física Nuclear com o auxílio de simulações.

O tópico referente a fissão nuclear foi realizado com auxílio de uma simulação do phet colorado, inicialmente os pesquisadores exibiram as diferenças entre o Urânio-235 e Urânio-238, mostrando quando os mesmos interagem com nêutrons de baixa energia, percebendo que no caso do urânio-235 ocorre a liberação de novos nêutrons.

São discutidos também pontos relevantes sobre a energia nuclear com auxílio de um vídeo, no fim da proposta são debatidos em sala de aula os pontos positivos e negativos sobre a energia nuclear.

Muitos Autores e pesquisadores da área de Ensino de Física defendem o uso de simulações como um auxílio didático em sala de aula, segundo Souza e Nazaré (2012) “ a importância deste tipo de recurso computacional como implementação da exposição teórica realizada pelo professor, leva a um ensino mais dinâmico e atrativo aos estudantes” (Souza e Nazaré Apud Soares et al, 2015, p.917).

Apesar das inúmeras possibilidades, os autores também destacam os limites das simulações, no artigo é possível observar as deficiências observadas pelos autores em alguns modelos computacionais relacionados com ensino de FMC.

Artigo: Enxergando o Núcleo Atômico

Autor: José Ricardo Marinelli

Categoria (s): III

Local de publicação: Caderno Catarinense de Ensino de Física

O artigo de Marinelli (1989) tem como objetivo discutir de maneira simplificada os principais conceitos envolvidos no núcleo atômico. O autor enfatiza a dificuldade de se “enxergar” o núcleo atômico para analisá-lo, entretanto, o mesmo ressalta a possibilidade de interagir com o núcleo experimentalmente e, a partir disto, analisar seu comportamento bem como seus constituintes.

O autor menciona o experimento de Ernest Rutherford realizado no ano de 1911. Também é feito no artigo uma menção sobre as forças fundamentais, ressaltando que a interação coulombiana se torna 2 mil vezes menos intensa do que a interação nuclear em distâncias atômicas (10^{-15}m).

Por fim, o autor aponta os quarks na formação dos nucleons (prótons e nêutrons), bem como a repulsão magnética sofrida por elétrons de alta energia quando próximos a núcleos atômicos, segundo o autor isso se dá pelo fato dos prótons não estarem “totalmente” em repouso, com isso, cria-se uma corrente elétrica e conseqüentemente um campo magnético. (MARINELLI, 1989)

Esse tipo de trabalho se torna uma importante ferramenta no preparo de aulas e atividades, o mesmo proporciona aos professores um material rico conceitualmente com uma linguagem acessível para graduados e graduandos em Física.

Artigo: Práticas experimentais no ensino de física nuclear utilizando material de baixo custo

Autores: Cleber Adelar Boff, Rodrigo Oliveira Bastos e Fábio Luiz Melquiades.

Categoria(s): V

Local de publicação: Caderno Brasileiro de Ensino de Física

A grande maioria das propostas didáticas envolvendo FN utilizam a simulação como vertente metodologia tendo em vista a dificuldade de se criar algum experimento relacionado ao tema. Em muitos casos, isso se deve a perigosidade no manuseio de fontes radioativas, além do alto custo dos medidores de radiação.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo propor práticas experimentais envolvendo FN utilizando materiais de baixo custo, para isso, foram estudadas as emissões de radiações de radônio-222 coletados no ar em ambientes fechados além do alcance das partículas alfas vindas das camisinhas de lampeão.

O artigo de Boff et al (2017) possibilita que docentes do nível médio articulem atividades experimentais de baixo custo relacionadas ao Ensino de Física Nuclear e radioatividade, cabe ressaltar que a proposta do artigo pode ser modificada de acordo com a realidade das escolas.

Artigo: Fenomenologia nuclear: uma proposta conceitual para o Ensino Médio

Autores: M. A. M. Souza e J. D. Dantas

Categoria (s): V

Local de publicação: Caderno Brasileiro de Ensino de Física

Com o surgimento da Física Moderna na virada do século XIX para o século XX, as aplicações tecnológicas se aperfeiçoaram graças as descobertas realizadas durante esse período. Devido a essa necessidade de se entender os aparatos tecnológicos bem como os fenômenos envolvidos, o presente artigo propõe temas conceituais relacionados a Física nuclear para o Ensino Médio.

Na proposta vigente são explicitados temas relacionados a fenomenologia nuclear, os tópicos apresentados no artigo são: Decaimento Alfa e Transmutação Nuclear, Decaimento Beta, Efeito Möessbauer, Fissão Nuclear, Enriquecimento de Urânio, Reatores nucleares Fusão Nuclear além dos aspectos históricos.

Apesar da complexidade de alguns temas relacionados a FN, os autores expõem uma proposta conceitual com intuito de ser utilizada nas aulas de Física do Ensino Médio.

Artigo: Radiotividade e o acidente de Goiânia

Autor: F. F. de Souza Cruz

Categoria(s): III

Local de publicação: Caderno Catarinense de Ensino de Física

O artigo de Cruz foi divulgado no ano de 1987, neste período da década de 80 a população do país e especialmente da cidade de Goiânia viria a presenciar um dos maiores acidentes radioativos já ocorrido no país.

Desta maneira, o artigo teve como objetivo informar alguns pontos importantes relacionados ao acidente de Goiânia envolvendo o césio-137, para isso, o autor debate em seu artigo conceitos relevantes relacionados a Física do núcleo atômico, exemplificando a emissão

de radiações em núcleos instáveis, além de explicar os diferentes tipos de radiações (alfa, beta e gama). Além do mais, o autor ressalta os riscos fisiológicos relacionados a exposição à radiação.

O artigo de Cruz (1987) além de servir como material de apoio para os professores de nível médio quanto a discussão da Física Nuclear, também faz refletir sobre a importância de se discutir temas como estes em sala de aula para que acidentes posteriores sejam evitados.

4.2.2 Análise geral, possibilidades e limites.

A partir dos artigos analisados verifica-se a importância do ensino de FN para o Ensino Médio, a temática de maneira geral propicia discussões de cunho social, tecnológico, político e ambiental e, desta forma, possibilita a contextualização para o tratamento conceitual nas aulas de física.

Através das leituras e análises que alguns artigos trazem atividades interdisciplinares envolvendo docentes da área de Física, Química e Biologia como apresentado no artigo de Silva et al (2011).

Verificamos através das propostas interdisciplinares a diversidade que o tema da FN abrange, entretanto, cabe ressaltar a necessidade de planejamento e preparo dos docentes que executam as propostas, sendo o tema passível a concepções errôneas por parte dos discentes que dificulta o processo de aprendizagem.

Além da potencialidade, o tema da FN possui diversas possibilidades metodológicas que podem ser aplicadas em sala de aula, desde a utilização das concepções alternativas no processo de ensino aprendizagem ao uso de pesquisa em sites da web com auxílio do professor.

Observamos que nos encontros de Pesquisa e Ensino de Ciência a quantidade de trabalhos com propostas didáticas interdisciplinares envolvendo a temática nuclear é maior, isso se justifica pelo fato do evento estar relacionado ao encontro de Ensino em Ciências, abrangendo desta forma diversas áreas do conhecimento científico.

Em relação aos artigos classificados na categoria Divulgação Científica só foram encontrados no Caderno Catarinense de Ensino de Física/Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Ressaltamos que apesar do número restrito, este tipo de trabalho é fundamental para o Ensino de Ciências, pois o mesmo possibilita divulgar o conhecimento científico.

Tendo em vista que o Brasil possui usinas nucleares no estado do Rio de Janeiro e grande parte da sociedade não possui entendimento básico para opinar sobre o tema, diversos autores exploraram este fato geográfico para elaborar uma proposta didática, os artigos com esse tipo

de proposta apresentaram reflexões sobre matrizes energéticas e discussões relacionadas ao benefícios e malefícios de uma usina nuclear. Cabe destacar que o ENPEC apresentou a maior quantidade de artigos com discussões de cunho social, político e ambiental.

Os números de sequências didáticas também foram consideráveis como apresentamos no gráfico 1, dos artigos escolhidos para a análise também podemos verificar as potencialidades e limites do tema da FN apresentado pelos autores através de diversas abordagens como história da ciência, o uso de simulações, experimentos de baixo custo entre outros. Através do gráfico 3 observamos a diversidade de abordagens presente nos locais de publicações.

Com os artigos relacionados com a categoria VI conseguimos averiguar os temas mais debatidos nos livros didáticos relacionados com a Física nuclear. No artigo de Carvalho e Allen (2013) observamos que os principais temas são relacionados a energia nuclear, Fissão, Fusão e radioatividade.

Com a investigação também verificamos o potencial da temática para análise de conhecimentos prévios, apesar do tema ser bastante corriqueiro nas mídias como TV, rádio e internet, grande parte da população desconhece os malefícios e principalmente os benefícios da energia nuclear.

Discussões referentes ao acidente de Goiânia com o césio 137, Chernobyl entre outros acidentes radioativos, também são temas enfatizados em diversos artigos apresentados neste trabalho. À vista disto, o ensino de tópicos relacionados com a FN nas escolas se tornam importantes, já que o mesmo possibilita a formação de cidadãos críticos e participativos.

5 CONCLUSÃO

Diversos pesquisadores da área de Ensino de Física como Osterman (2000) e Dominguin (2012) apontam para a importância de se introduzir tópicos de FMC no Ensino Médio. Desta forma, a presente pesquisa teve como intuito analisar como são as abordagens apresentadas em artigos de eventos e revistas de Ensino de Física os tópicos relacionados com a FN, verificando também as possibilidades e limites das propostas apresentadas

A partir das análises dos artigos foi possível verificar a potencialidade da temática Nuclear, para elaboração de propostas didáticas para o Ensino Médio, através de diferentes abordagens que possibilitam explorar a importância social, política e ambiental do tema. Além de propiciar aos alunos construção de entendimentos para compreender os fenômenos da natureza e para assumirem posições em face de problemas controversos. Por outro lado, o debate sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico envolve tanto aspectos que dependem de conhecimentos científicos, tecnológicos e técnicos.

Nos últimos anos foi considerável o aumento na utilização da radiação ionizante em diversas áreas da atividade humana. Mesmo assim, a radiação ainda é um fenômeno desconhecido para a grande maioria das pessoas. Assim, percebemos que apesar do número de propostas existe ainda um grande potencial a ser explorado dentro da temática. Se o objetivo é permitir que os alunos construam seu próprio entendimento sobre a radiação nuclear, necessariamente devemos trabalhar a construção de entendimento dos conceitos de radiação, radioatividade, material radioativo/fonte, absorção e isótopos. São importantes também os conceitos envolvidos no entendimento da interação da radiação com a matéria, tais como: ionização, contaminação, irradiação e penetrabilidade. Como as abordagens buscam a contextualização social, também os conceitos que envolvem a construção do entendimento dos efeitos sociais da radiação, como proteção radiológica, efeitos biológicos e aplicações, devem ser trabalhados.

Os objetivos foram cumpridos haja vista que no trabalho foram averiguados artigos que possibilitaram analisar propostas de tópicos relacionados com a FN, entretanto, cabe ressaltar que o mesmo pode vir a ser ampliado e aperfeiçoado em futuras pesquisas.

De maneira geral este trabalho foi importante para o meu conhecimento visto que o mesmo me fez ter reflexões sobre a importância de se inserir a Física Moderna e Contemporânea de maneira contextualizada no Ensino Médio a partir da Física Nuclear, além de ter permitido desenvolver competências de investigação, seleção de artigos e análise.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, João José dos Santos et al. **FÍSICA NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO NO MUNICÍPIO DE SEROPÉDICA, RJ: UM ESTUDO COMPARATIVO**. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo.

ARAÚJO, Marcella Campos de; DICKMAN, Adriana Gomes. **Energia nuclear e radioatividade: Como estes tópicos são abordados pelos professores no ensino médio**. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia.

ARAÚJO, Marcella Campos de; HOSOUKE, Yassuko. **A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: ALGUMAS TENDÊNCIAS DA ÚLTIMA DÉCADA**. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo.

BOFF, Cleber Adelar; BASTOS, Rodrigo Oliveira; MELQUIADES, Fábio Luiz. Práticas experimentais no ensino de física nuclear utilizando material de baixo custo. **Cad. Bras. Ens. Fís**, Londrina, v. 34, n. 1, p.236-247, abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. PCN Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, MEC/SEMT, 2002.

CAMARGO, A. J. **A introdução de física moderna no 2º grau: obstáculos e possibilidades**. Florianópolis: Curso de Pós-Graduação em Educação - UFSC, 1996. Diss. mest. Educação.

CARVALHO, Fernanda da Rocha; ALLEN, Marcelo Porto. **ANÁLISE DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA NUCLEAR EM LIVROS DE ENSINO MÉDIO**. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo.

CAVALCANTE, Anderson Brasil Silva; MARTINS, Maria Inês. **LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA RECOMENDADOS PELO PNLD 2012: A Energia Nuclear em foco**. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia.

COSTA, Igor Gomes da; DORES, Jorge Lúcio Rodrigues das; LIRA-DA-SILVA, Rejâne Maria. **Percepção dos Estudantes do Ensino Médio da Rede Pública de Salvador, Bahia sobre Energia Nuclear.** In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas.

CRUZ, Frederico Firmo de Souza. Radioatividade e o acidente de Goiânia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** Florianópolis, v.4, n.3, p.164-169, jan.1987. ISSN 2175-7941

DOMINGUIN, Lucas. **Física moderna no ensino médio: Com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Criciúma, v. 34, n. 2, p.1-7, 20 abr. 2012.

FIUZA, Graciela Sasso et al. **RADIAÇÕES IONIZANTES E NÃO IONIZANTES: UMA ANÁLISE PRÉVIA DO CONHECIMENTO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO.** In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia.

GONSAGA, Vanuza Oliveira Louback et al. **Aplicando a Física Moderna através de um Minicurso no Ensino Médio.** In: XXII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos.

MARINELLI, J. R. **Enxergando o núcleo atômico.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 234-240, dez. 1989.

MELLO, Alex Dopazo; FIUZA, Luciana; GUERRA, Andreia. **O uso de imagens como um caminho capaz de problematizar questões a respeito da Natureza da Ciência em torno ao tema Energia Nuclear.** In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia.

MORAES, Leticia Estevão; OLIVEIRA, Franciéle Gonçalves de; SOARES, Antonio Augusto. **O ENSINO DA RADIOATIVIDADE E FÍSICA NUCLEAR COM O USO DE SIMULADORES.** In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia.

MOREIRA, M. A. **Um mapa conceitual sobre partículas elementares.** *Revista de Ensino de Física*, São Paulo, v. 11, p. 114-129, dez. 1989.

NETTO, Matheus Furtado da Silva; GUERRA, Andreia. **Uma proposta de aula para o Ensino Médio sobre o tema Fissão e Fusão Nuclear com uma abordagem histórica e filosófica da ciência.** In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira de; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. **Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 3, p.447-454, 12 abr. 2007.

OSTERMANN, F., CAVALCANTI, C. J. H. **Física moderna e contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 16, n. 3, p. 267-286, dez. 1999.

OSTERMANN, Fernanda. **TÓPICOS DE FÍSICA CONTEMPORÂNEA EM ESCOLAS DE NÍVEL MÉDIO E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA.** 2000. 440 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Instituto de Física, Ufrgs, Porto Alegre, 2000.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. **UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A ÁREA DE PESQUISA “FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO”.** *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p.23-48, ago. 2000.

PAGANOTTI, Arilson; SANTOS, Luís Eduardo Guimarães Dias; VOELZKE, Marcos Rincon. **CONCEPÇÕES DOS ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO DE ESCOLAS PÚBLICAS DA REDE ESTADUAL MINEIRA SOBRE ENERGIA NUCLEAR.** In: XXII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos.

PAGLIARINI, Cassiano Rezende; ALMEIDA, Maria José P. M. de; FONTES, Georgina S., **Leituras de Sites Relacionados à Energia Nuclear no Ensino Médio**. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia.

PANIAGUA, Sheila Karla Azevedo; SILVAS, Anelize Pires Reynozo; MACHADO, Maria Auxiliadora Delgado. **Energia Nuclear no Ensino Médio: desenvolvendo atividades didáticas com enfoque CTSA - uma possibilidade para a formação da cidadania..** In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia.

PINTO, Eula Paula Bittencourt; SILVA, Milene Dutra da; RIBEIRO, Everton. **ENSINO DA RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO: UMA INVESTIGAÇÃO EM PERIÓDICOS E LIVROS APROVADOS PELO PNLD 2015**. In: XXII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos.

SHIINO, Henrique et al. **Uma proposta de aulas para tratar física nuclear e física de partículas no ensino médio**. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia

SHIINO, Henrique Santos et al. **UMA PROPOSTA PARA SALA DE AULA SOBRE A FÍSICA NUCLEAR E A FÍSICA DE PARTÍCULAS**. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo.

SILVA, Fernanda Leite da; PESSANHA, Paula Rocha; BOUHID, Roseantony. **Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso**. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas.

SILVA, Márcio Lima da. **ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO DO ACIDENTE DE GOIÂNIA COM O CÉSIO 137**. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia.

SOARES, Antonio Augusto; MORAES, Letícia Estevão; OLIVEIRA, Franciéle Gonçalves. **Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos.** *Cad. Bras. Ens. Fís*, Sorocaba, v. 32, n. 3, p.915-933, dez. 2015.

SORPRESO, Thirza Pavan; ALMEIDA, Maria José P. M. de. **ASPECTOS DO IMAGINÁRIO DE LICENCIANDOS EM FÍSICA NUMA SITUAÇÃO ENVOLVENDO A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A QUESTÃO NUCLEAR.** *Cad. Bras. Ens. Fís*, Campinas, v. 25, n. 1, p.77-98, abr. 2008.

SOUZA, Renan Schetino de; VALLE, José Luiz Matheus. **UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO.** In: XXII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. **A INSERÇÃO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLA DE 2º GRAU.** *Cad.cat.ens.fís*, Santa Maria, v. 9, n. 3, p.209-214, dez. 1992.

VALADARES, Eduardo de Campos; MOREIRA, Alysson Magalhães. **ENSINANDO FÍSICA MODERNA NO SEGUNDO GRAU: EFEITO FOTOELÉTRICO, LASER E EMISSÃO DE CORPO NEGRO.** *Cad.cat.ens.fís*, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p.121-135, ago. 1998.