

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**  
**Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática**

**Anderson Brasil Silva Cavalcante**

**ENERGIA NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO:**  
**uma análise dos livros didáticos de Física dos programas PNLEM 2007 e PNLD 2012**

**Belo Horizonte**  
**2013**

**Anderson Brasil Silva Cavalcante**

**ENERGIA NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO:**

**uma análise dos livros didáticos de Física dos programas PNLEM 2007 e PNLD 2012**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Inês Martins

**Belo Horizonte  
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C376e Cavalcante, Anderson Brasil Silva  
Energia nuclear no ensino médio: uma análise dos livros didáticos de Física dos programas PNLEM 2007 e PNLD 2012 Anderson Brasil Silva Cavalcante. Belo Horizonte, 2013.  
235f.: il.

Orientador: Maria Inês Martins  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Energia nuclear – Estudo e ensino. 2. Física (Ensino médio). 3. Livros didáticos - Avaliação. 4. Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio. 5. Programa Nacional do Livro Didático I. Martins, Maria Inês. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 621.039

**Anderson Brasil Silva Cavalcante**

**ENERGIA NUCLEAR NO ENSINO MÉDIO:  
uma análise dos livros didáticos de Física dos programas PNLEM 2007 e PNLD 2012**

Dissertação defendida e aprovada pela seguinte banca examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Maria Inês Martins – Orientadora – (PUC Minas)

---

Prof. Dr. Paulo Henrique Alves Guimarães – (UCB)

---

Prof. Dr. Lev Vertchenko – (PUC Minas)

Belo Horizonte, 30 de agosto de 2013.

*A Deus, por me dar força e coragem para enfrentar os desafios;  
À minha família, pelo apoio e carinho em todos os momentos.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Inês Martins, que apoiou este trabalho desde o início e contribuiu significativamente para meu crescimento profissional.

Aos Professores Agneta Giusta, Yassuko Hosoume, Lídia de Oliveira, Adriana Dickman, Amauri Ferreira e Lev Vertchenko com os quais tive o prazer e a inestimável oportunidade de adquirir conhecimentos por meio das reflexões por eles propostas. Esses profissionais colaboram para uma melhor Educação em nosso país.

Aos Professores Paulo Henrique Alves Guimar e Lev Vertchenko por aceitarem fazer parte da Banca Examinadora desta dissertação e, sem dúvidas, por darem contribuições fundamentais para a melhoria dessa pesquisa.

À minha família, em especial à minha esposa, Márcia Suany, por seu amor, amizade e companheirismo infinitos, e às minhas filhas, Giovanna, Bianca e Letícia, que tornam radiantes os meus dias e me mostram que o amor justifica suas existências.

Aos colegas de turma, que vivenciaram comigo momentos de muito aprendizado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste estudo.

E a FAPEMA – Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão pelo apoio.

*“A liberação da energia atômica mudou tudo,  
menos nossa maneira de pensar.”*

**Albert Einstein**

## RESUMO

A partir dos estudos da Física Moderna e das disposições legais acerca do livro didático de Física para o Ensino Médio, este trabalho tem por objeto de estudo a temática Energia Nuclear, investigando como esta é apresentada nos livros selecionados pelos programas governamentais PNLEM 2007 e PNLD 2012. Utilizou-se os pressupostos referenciais da Lei de Diretrizes e Base da Educação – LDB, das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM, dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, dos Parâmetros Curriculares Nacionais Mais – PCN+, do Exame Nacional do Ensino Médio e dos Referenciais Curriculares do Ensino Médio do Estado do Maranhão. As análises dos livros foram feitas por meio de quatro tabelas, que investigaram os textos, as atividades, as ilustrações e o manual do professor, totalizando 20 questões para cada livro. Foi aplicado um questionário com os professores de Física de 10 escolas da rede estadual na cidade de Imperatriz/MA para identificar os livros adotados nessas escolas e qual a percepção dos professores acerca de como a temática em estudo é apresentada no livro didático recomendado pelos programas supracitados. Com isso, traçou-se um comparativo entre os livros dos dois programas para demonstrar os possíveis avanços nesse material, além de pontuar as lacunas neles existentes. Por fim, foi elaborado um guia didático com o objetivo de auxiliar o professor nas aulas quanto à unidade Energia Nuclear, buscando, com isso, aproximar os alunos de conteúdos presentes no cotidiano e deixando bem claro a importância e as contribuições da Física para o desenvolvimento da humanidade.

Palavras-chave: Física Moderna. Energia Nuclear. PNLEM. PNLD. Livro Didático.

## **ABSTRACT**

From the studies of Modern Physics and legal provisions about textbook for high school physics, this work is the object of study the theme Nuclear Energy, investigating how it appears in the books selected by government programs PNLEM 2007 and PNLD 2012 . We used the assumptions references the Law of Guidelines and Basis of Education - LDB, the National Curriculum Guidelines for Secondary Education - DCNEM, the National Curricular Parameters - PCN, the National Curriculum More – PCN+, the National Survey of High School and Benchmarks of Curriculum of High School in the state of Maranhão. The analyzes of the books were made through four tables, which investigated the texts, activities, illustrations and teacher's manual, totaling 20 questions for each book. A questionnaire was applied with physics teachers of 10 schools of the state in the city of Imperatriz / MA to identify books adopted in these schools and the perception of teachers about how the issue under study is presented in the textbook recommended by the above programs . Thus, drew up a comparison between the books of two programs to demonstrate the possible advances in this material, in addition to punctuate the gaps therein. Finally, we designed a didactic guide in order to help the teacher in the classroom as the unit Nuclear Energy, seeking thereby approaching students content in the everyday and making clear the importance and contributions to the development of physics of humanity.

Keywords: Modern Physics. Nuclear Energy. PNLEM. PNLD. Textbook..

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Capa de livro - Física para o ensino médio .....	65
FIGURA 2: Capa de livro - Física (Ática) .....	70
FIGURA 3: Capa de livro - Curso de Física .....	74
FIGURA 4: Capa de livro - Física Ciência e Tecnologia.....	79
FIGURA 5: Capa de livro - Universo da Física .....	85
FIGURA 6: Capa de livro - Física (Atual) .....	89
FIGURA 7: Capa de livro - Física e realidade .....	95
FIGURA 8: Capa de livro - Física aula por aula .....	100
FIGURA 9: Capa de livro - Física para o ensino médio .....	105
FIGURA 10: Capa de livro - Compreendendo a Física.....	111
FIGURA 11: Capa de livro - Curso de Física .....	115
FIGURA 12: Capa de livro - Conexões com a Física .....	120
FIGURA 13: Capa de livro - Física (Saraiva) .....	124
FIGURA 14: Capa de livro - Física Ciência e Tecnologia.....	129
FIGURA 15: Capa de livro - Quanta Física .....	135
FIGURA 16: Capa de livro - Física em contextos.....	140

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Estrutura do Sistema Educacional após a Lei 9.394/96 .....	18
QUADRO 2: Princípios Pedagógicos Estruturantes do Ensino Médio.....	20
QUADRO 3: Áreas de conhecimento do Ensino Médio e respectivos componentes curriculares .....	30
QUADRO 4: Itens utilizados como referência para as análises dos livros didáticos em relação a composição geral dos seus textos .....	56
QUADRO 5: Itens utilizados como referência para as análises dos livros didáticos em relação as suas propostas de atividades.....	57
QUADRO 6: Itens utilizados como referência para as análises dos livros didáticos em relação as suas ilustrações.....	58
QUADRO 7: Itens utilizados como referência para a análise do Manual do Professor.....	58
QUADRO 8: Livros de Física recomendados no PNLEM 2007.....	64
QUADRO 9: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio ...	65
QUADRO 10: Análise da proposta de atividades do livro Física para o ensino médio.....	67
QUADRO 11: Análise das ilustrações do livro Física para o ensino médio.....	68
QUADRO 12: Análise do manual do professor do livro Física para o ensino médio.....	69
QUADRO 13: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Ática) .....	70
QUADRO 14: Análise da proposta de atividades do livro Física (Ática).....	71
QUADRO 15: Análise das ilustrações do livro Física (Ática).....	72
QUADRO 16: Análise do manual do professor do livro Física (Ática).....	72
QUADRO 17: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física .....	74
QUADRO 18: Análise das propostas de atividades do livro Curso de Física.....	76
QUADRO 19: Análise das ilustrações do livro Curso de Física.....	77
QUADRO 20: Análise do manual do professor do livro Curso de Física.....	78
QUADRO 21: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia	79
QUADRO 22: Análise das propostas de atividades do livro Física Ciência e Tecnologia .....	82
QUADRO 23: Análise das ilustrações do livro Física Ciência e Tecnologia .....	83

QUADRO 24: Análise do manual do professor do livro Física Ciência e Tecnologia .....	83
QUADRO 25: Análise da composição geral dos textos do livro Universo da Física .....	85
QUADRO 26: Análise da proposta de atividades do livro Universo da Física.....	87
QUADRO 27: Análise das ilustrações do livro Universo da Física.....	87
QUADRO 28: Análise do manual do professor do livro Universo da Física.....	88
QUADRO 29: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Atual) .....	89
QUADRO 30: Análise da proposta de atividades do livro Física (Atual).....	91
QUADRO 31: Análise das ilustrações do livro Física (Atual).....	92
QUADRO 32: Análise do manual do professor do livro Física (Atual) .....	92
QUADRO 33: Livros de Física recomendados no PNLD 2012.....	94
QUADRO 34: Análise da composição geral dos textos do livro Física e realidade .....	95
QUADRO 35: Análise da proposta de atividades do livro Física e realidade.....	97
QUADRO 36: Análise das ilustrações do livro Física e realidade.....	98
QUADRO 37: Análise do manual do professor do livro Física e realidade.....	98
QUADRO 38: Análise da composição geral dos textos do livro Física aula por aula .....	100
QUADRO 39: Análise da proposta de atividades do livro Física aula por aula .....	102
QUADRO 40: Análise das ilustrações do livro Física aula por aula.....	103
QUADRO 41: Análise do manual do professor do livro Física aula por aula .....	104
QUADRO 42: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio	106
QUADRO 43: Análise da proposta de atividades do livro Física para o ensino médio.....	108
QUADRO 44: Análise das ilustrações do livro Física para o ensino médio.....	109
QUADRO 45: Análise do manual do professor do livro Física para o ensino médio.....	109
QUADRO 46: Análise da composição geral dos textos do livro Compreendendo a Física ..	111
QUADRO 47: Análise das propostas de atividades do livro Compreendendo a Física.....	113
QUADRO 48: Análise das ilustrações do livro Compreendendo a Física .....	113
QUADRO 49: Análise do manual do professor do livro Compreendendo a Física.....	114
QUADRO 50: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física .....	115

QUADRO 51: Análise da proposta de atividades do livro Curso de Física.....	117
QUADRO 52: Análise das ilustrações do livro Curso de Física.....	118
QUADRO 53: Análise do manual do professor do livro Curso de Física.....	119
QUADRO 54: Análise da composição geral dos textos do livro Conexões com a Física .....	120
QUADRO 55: Análise da proposta de atividades do livro Conexões com a Física.....	122
QUADRO 56: Análise das ilustrações do livro Conexões com a Física.....	122
QUADRO 57: Análise do manual do professor do livro Conexões com a Física.....	123
QUADRO 58: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Saraiva) .....	125
QUADRO 59: Análise da proposta de atividades do livro Física (Saraiva) .....	126
QUADRO 60: Análise das ilustrações do livro Física (Saraiva).....	127
QUADRO 61: Análise do manual do livro Física (Saraiva) .....	127
QUADRO 62: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia .....	129
QUADRO 63: Análise da proposta de atividades do livro Física Ciência e Tecnologia .....	132
QUADRO 64: Análise das ilustrações do livro Física Ciência e Tecnologia .....	133
QUADRO 65: Análise do manual do professor do livro Física Ciência e Tecnologia .....	133
QUADRO 66: Análise da composição geral dos textos do livro Quanta Física .....	135
QUADRO 67: Análise da proposta de atividades do livro Quanta Física.....	137
QUADRO 68: Análise das ilustrações do livro Quanta Física.....	138
QUADRO 69: Análise do manual do professor do livro Quanta Física .....	138
QUADRO 70: Análise da composição geral dos textos do livro Física em contextos .....	140
QUADRO 71: Análise da proposta de atividades do livro Física em contextos.....	142
QUADRO 72: Análise das ilustrações do livro Física em contextos .....	143
QUADRO 73: Análise do manual do professor do livro Física em contextos.....	144

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
1.1 Condicionantes legais .....	17
1.2 Levantamento do estado da arte .....	34
<b>2 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS .....</b>	<b>48</b>
2.1 Nosso entendimento do tópico energia nuclear.....	48
2.2 A grade de análise.....	54
<b>3 ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>59</b>
3.1 O posicionamento dos professores .....	59
3.2 Os livros de Física recomendados no PNLEM 2007.....	63
3.3 Os livros de Física recomendados no PNLD/2012 .....	94
3.4 Análise comparativa dos programas PNLEM/2007 e PNLD/2012 .....	145
3.5 Principais lacunas observadas nos livros didáticos analisados .....	147
<b>4 Análise dos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD 2012 e Texto Complementar sobre Energia Nuclear .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>226</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>229</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>234</b>

## INTRODUÇÃO

É consenso que na contemporaneidade a educação formal praticada nas escolas não deve se limitar ao mero repasse de conteúdos, pois a escola precisa formar o discente de forma ampla e integral, preparando-o para o exercício consciente e livre da cidadania. Nessa perspectiva, deve-se preparar o alunado para a vivência ativa e orgânica na sociedade da qual é parte, contribuindo dessa maneira com o seu desenvolvimento.

O jovem ao final do Ensino Médio necessita ter uma formação sólida que lhe prepare para o convívio com os avanços tecnológicos inseridos no cotidiano escolar, familiar e no mercado de trabalho. Espera-se com essa formação que os estudantes se tornem capazes de compreender a ciência, sua importância, sua abrangência, bem como suas relações com a vida cotidiana.

A educação brasileira tem se transformado em muitos aspectos. A nova lei de Diretrizes e Bases da Educação (9394/1996), juntamente com as Diretrizes Curriculares Nacionais, com os Parâmetros Curriculares Nacionais e de acordo com os preceitos estabelecidos na Constituição Federal (CRFB/1988) impactaram o Ensino Médio.

O novo Ensino Médio passa a apresentar um caráter de formação geral, devendo preparar o aluno para a continuidade escolar em ensino de nível superior e/ou preparando o discente para ingressar no mercado de trabalho. Nessa nova concepção, esse nível de ensino busca oferecer ao jovem estudante uma formação geral, preparando-o para ter as condições de se posicionar diante das questões atuais e relevantes da sua vida em sociedade, bem como das questões mundiais amplamente discutidas e divulgadas pelos meios de comunicação.

Atualmente, um tema bastante discutido é a matriz energética disponível à população para uso doméstico ou industrial. No Brasil, é predominante o uso da matriz de energia elétrica obtida a partir de usina hidrelétrica. A produção dessa energia necessita de uma vasta área, provocando com sua implantação profundas mudanças regionais no que se refere à alteração do habitat de inúmeras espécies animais e vegetais. Há, portanto, uma modificação de forma drástica da fauna e da flora local, alterando de maneira direta a vida do homem que reside na região de implantação do projeto. Os moradores precisam deixar o local em que residem, implicando em perda de valores culturais, religiosos, afetivos, além de correrem riscos de contraírem doenças devido a mudanças climáticas, ingestão de água e alimentos contaminados.

É nesse contexto que o aluno pode ser levado a questionar as formas de produção de

energia elétrica utilizadas, seus impactos sobre o meio ambiente e também sobre a vida do homem, além de contemplar outras matrizes energéticas disponíveis e utilizadas no mundo. Observa-se que se tem buscado o desenvolvimento alternativo de produção de energia elétrica capaz de atender o consumo atual, sendo que, em geral, as técnicas de produção dessa energia que utilizam a força dos ventos, a luz do sol e o potencial dos nossos rios são conhecidos pelos alunos, suas vantagens e desvantagens são encontradas facilmente em diversas fontes de pesquisas. Entretanto, a produção da energia elétrica a partir da energia nuclear é desconhecida por muitos.

Uma expressiva parcela dos estudantes associa a energia nuclear somente à produção de bombas atômicas, à destruição e à contaminação. Os problemas gerados pela falta de saberes científicos afetam todas as áreas de conhecimento, em Física, especificamente sobre a energia nuclear, causam uma percepção preconceituosa e errônea acerca da utilização dessa energia para promover uma melhoria na vida do homem. Logo, a incorporação desse conteúdo no ensino médio, com os conceitos bem fundamentados, ressaltando os processos de obtenção da energia nuclear e a sua utilização para a produção de energia elétrica, explicitando as vantagens e desvantagens de seu uso, de maneira clara e objetiva, pode facilitar a aprendizagem e favorecer o desenvolvimento no aluno de uma postura ética e crítica, baseada na ciência.

Para trabalhar com o assunto energia nuclear e a sua utilização para produção de energia elétrica, o professor precisa ter um material que disponibilize esse conhecimento em uma linguagem de fácil compreensão, sem fugir ao rigor científico. O livro didático é um dos instrumentos didático-pedagógicos mais utilizados no processo ensino/aprendizagem, e em muitos casos é a única ferramenta de trabalho utilizado pelo professor de Física na sua prática docente. O mesmo apresenta conteúdo teórico, exercícios de fixação, exercícios de aprofundamento, atividades a serem desenvolvidas em sala de aula, o que favorece a relação dialógica entre professor e aluno, sendo uma ferramenta que desempenha papel de facilitador da aprendizagem. Ressalta-se que os livros utilizados nas escolas públicas de todo o país passam por uma série de avaliações até serem recomendados aos professores.

A presente pesquisa surgiu da minha necessidade de trabalhar o conteúdo de energia nuclear nas turmas do 3<sup>a</sup> ano do Ensino Médio com o uso de um material de apoio, extra livro didático, como embasamento teórico, visando atender aos questionamentos oriundos dos discentes sobre essa tal “energia nuclear”. Percebeu-se, portanto, que boa parte dos livros didáticos não trazia informações básicas sobre esse conteúdo ou o apresentava

superficialmente de tal modo a impedir a reflexão sobre questões pertinentes ao cotidiano das pessoas.

Partindo dos livros de Física recomendados pelos Programas PNLEM em 2007 e pelo PNLD em 2012, investigamos como os livros apresentavam o conteúdo “Energia Nuclear”. Entre os aspectos observados na análise, verificamos como o texto desenvolvia o assunto, se o mesmo é contextualizado, como as imagens são apresentadas, como os exercícios são disponibilizados, se o texto apresentava ao discente o histórico dos acidentes que ocorreram no mundo, se foi realizado algum levantamento histórico sobre o desenvolvimento da energia nuclear, se os textos apresentavam a situação do uso da energia nuclear no Brasil etc.

Focalizamos, portanto, a unidade temática “Energia nuclear” contida nos livros didáticos de Física selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2012 e pelo Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio – PNLEM/2007. Assim, esta dissertação tem por objetivos analisar os livros didáticos de Física do ensino médio, recomendados nos últimos dois programas de distribuição de livro didático, verificando como o conteúdo energia nuclear é apresentado, quando é apresentado, e se o mesmo contribui para a apreensão de conhecimentos básicos acerca da temática; apresentar os conceitos pertinentes ao assunto, mostrando que são imprescindíveis ao conhecimento dos discentes para que possam desconstruir a ideia de que a energia nuclear é um fenômeno distante do cotidiano e só possível ser percebido por teorias; descrever a percepção dos professores sobre o material que utilizam com o intuito de detectar lacunas no processo de ensino; objetivou-se, ainda, apresentar um material alternativo para uso complementar dos docentes no trabalho com a energia nuclear – histórico, aplicações, principais acidentes nucleares.

A metodologia utilizada para a análise dos livros didáticos tem como referência as recomendações contidas no PNLD, PNLEM, PCN, PCN<sup>+</sup> e DCNEM, pois esses programas apresentam recomendações gerais sobre a qualidade das obras didáticas em diversos aspectos, seja em relação à sua estrutura física, à normatização das dimensões, tipo de material, cor e tamanho das letras, à legibilidade do verso. Os programas também avaliam o conteúdo didático dos livros inscritos, e nesses critérios são analisados os conceitos, as ilustrações, as atividades, a coerência das informações contidas nos textos, a proposta didática. Assim, foram elaboradas quatro listas de quesitos a serem atendidos de acordo com os aspectos apontados nesses programas.

Finalmente, organizou-se a presente dissertação em quatro capítulos da seguinte forma:

O primeiro capítulo aborda os contornos e condicionantes legais no que se refere à legislação e às políticas voltadas para a legalização e funcionamento da educação. Nele são analisadas a Legislação e a política educacional nacional: A Lei de diretrizes e Bases da Educação; Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM; Programa Nacional do Livro Didático – PNLD; Programa Nacional do Livro do Ensino Médio – PNLEM; Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM; Parâmetros Curriculares Nacionais Mais – PCN+; Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM; Referenciais Curriculares do Ensino Médio do Estado do Maranhão. Apresenta-se também o levantamento do estado da arte, em que são apresentadas as pesquisas desenvolvidas sobre o tema.

No segundo capítulo, são apresentados os critérios adotados para a análise dos livros didáticos e o tópico energia nuclear.

No terceiro capítulo é realizada a análise de dados. Apresenta-se o posicionamento dos professores, os livros de Física recomendados no PNLEM/2007 e PNLEM/2012, mostra o comparativo entre os programas e enfatiza lacunas observadas nos livros didáticos.

No quarto capítulo, tem-se como produto desta dissertação a análise dos livros de Física recomendados pelo PNLD 2012 e o Texto Complementar sobre Energia Nuclear, elaborado com o objetivo de minimizar as lacunas encontradas nos livros recomendados pelos programas governamentais.

Em seguida, encontram-se as considerações finais e observações que julgamos importantes.

# 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 1.1 Condicionantes legais

O Brasil possui uma legislação que define como a Educação deve ser tratada e desenvolvida em todo território nacional, assim como a sua importância para a formação humana e sua contribuição para a construção de uma sociedade mais igualitária, em que os seus membros possam exercer todas as atividades inerentes ao ser humano, dentre elas: o estudo, o trabalho, as relações individuais e comerciais, o culto religioso, as manifestações políticas e culturais, o lazer, não existindo nenhum tipo de discriminação.

A legislação ainda contempla a Educação como formação holística, ou seja, uma formação geral do indivíduo, tendo como objetivo o desenvolvimento integral da pessoa, tornando-a capaz de ser inserida na vida em sociedade e preparada para ingressar no mundo do trabalho. Na presente pesquisa, focalizamos o arcabouço legal a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB, Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, sobretudo no que concerne ao Ensino Médio.

A importância da aprovação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação e as mudanças que sua aprovação iriam causar em todo o processo educativo do país, foi comentada por Darcy Ribeiro. Veja:

A nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, aprovada após oito anos de debates profundos no Congresso Nacional e de ampla participação de todos os segmentos que atuam na área educacional, é um documento enxuto que reflete bem a realidade educacional brasileira. É, também, um instrumento fundamental de mudança de nossa sociedade, pois, pela sua abertura para o novo, permitirá, na prática, com uma correta interpretação de seu texto e uma rápida adaptação de nossos sistemas educacionais, que a nação enfrente o ritmo acelerado das mudanças que virão em todos os setores e que influenciarão a vida de todas as pessoas, quer elas queiram, quer não. (RIBEIRO, Darcy. Apresentação da Lei ao Senado)<sup>1</sup>

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação é uma regra de caráter global, de aplicação geral, abstrata e de caráter impositivo, que normatiza e dá a direção, o rumo fundamental que a Educação Brasileira deve seguir. Conforme a própria simbologia do nome, essa lei contém em suas linhas as indicações fundamentais que garantem a organização dos sistemas educacionais do país.

---

<sup>1</sup>Disponível em: <http://ufop.br/graduacao/ldbtext.htm>.

Esse caráter da LDB é confirmado no artigo 1º, ao afirmar a abrangência e a importância da educação na formação do homem.

**Art. 1º.** A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais.

§ 1ª Esta Lei disciplina a educação escolar, que se desenvolve, predominantemente, por meio do ensino, em instituições próprias.

§ 2ª A educação escolar deve vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. (BRASIL, 1996).

A organização da educação no Brasil de acordo com a LDB é dividida entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, que desenvolvem seus respectivos sistemas de ensino em colaboração, sendo que cada um tem suas funções e responsabilidades.

A partir de 1996, com a nova Lei, os níveis de ensino passam a ter uma nova estrutura, composta pela educação básica e pela educação superior. A educação básica é formada pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Cada nível de ensino tem uma finalidade própria, e cada etapa do processo educativo contribui para a formação do homem de forma geral. Atualmente, a educação brasileira apresenta a seguinte estrutura:

**Quadro 1: Estrutura do Sistema Educacional após a Lei 9.394/96**

Níveis e subdivisões		Duração	Faixa etária	
<b>Educação Básica</b>	Educação Infantil	Creche	4 anos	De 0 a 3 anos
		Pré-escola	3 anos	De 4 a 6 anos
	Ensino Fundamental (obrigatório)		9 anos	De 7 a 14 anos
	Ensino Médio		3 anos	De 15 a 17 anos
<b>Educação Superior</b>	Cursos por área		Variável	Acima de 17 anos

Fonte: Elaborado pelo autor com base na LDB

O ensino no Brasil deve ser feito a partir de uma Base Nacional Comum<sup>2</sup> para o Ensino Fundamental e Médio, garantindo uma uniformidade no ensino em todo território nacional. O currículo deverá ser complementado por uma parte diversificada de acordo com as características regionais, levando em consideração a cultura e a economia.

A etapa final da educação básica, portanto, é o Ensino Médio, com no mínimo três anos de duração e de acordo com o artigo 35, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, com as seguintes finalidades:

- I** – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
  - II** – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
  - III** - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
  - IV** - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.
- (BRASIL, 1996)

Outro texto importante, que após amplos debates foi instituído pela Resolução da Câmara de Educação Básica nº 3, de 26 de junho de 1998, é as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM. De acordo com as DCNEM (art. 10), a organização da base nacional comum dos currículos, organiza-se em áreas de conhecimento: I - Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; II - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; III - Ciências humanas e suas Tecnologias.

Segundo as DCNEM, as áreas de conhecimentos estão fundamentadas no desenvolvimento de competências e habilidades, inclusas num ambiente interdisciplinar e contextualizado, favorecendo a formação do alunado através de um currículo renovado, no qual as disciplinas mantêm uma ligação, surgindo uma interdisciplinaridade, de grande importância para uma formação ampla do discente.

O currículo do Ensino Médio foi elaborado tendo como base os princípios pedagógicos estruturantes, que são: identidade, diversidade e autonomia, interdisciplinaridade e contextualização.

---

<sup>2</sup> A base nacional comum refere-se ao conjunto de conteúdos mínimos das áreas de conhecimento articulados aos aspectos da vida cidadã que devem constar dos currículos escolares do ensino fundamental. Esses conteúdos mínimos das áreas de conhecimento são noções e conceitos essenciais sobre os fenômenos, processos, sistemas e operações, que contribuem para constituição do conhecimento, valores e práticas sociais indispensáveis ao exercício de cidadania plena. MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. "Base nacional comum" (verbete). *Dicionário Interativo da Educação Brasileira* - EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002, <http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=187>, visitado em 18/8/2011.

**Quadro 2: Princípios Pedagógicos Estruturantes do Ensino Médio**

<b>Princípio</b>	<b>Refere</b>
Identidade	Reconhecimento, por parte das escolas que oferecem o Ensino Médio a adolescentes, jovens e adultos, de levar em consideração as particularidades, como tempo de aprendizagem e necessidade de espaço.
Diversidade e da autonomia	A diversificação dos programas e das formas de estudos disponíveis, criando condições para aplicações de alternativas, conforme as características do alunado e as necessidades do meio social.
Interdisciplinaridade	Consiste em reconhecer que todo conhecimento mantém uma relação permanente com outros conhecimentos.
Contextualização	Relacionamento dos conhecimentos adquiridos no ambiente escolar e sua aplicação na vida cotidiana do discente, seja em casa, no trabalho ou no exercício da cidadania.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, no artigo 6º, definiram os princípios pedagógicos que serviram de base para os currículos do Ensino Médio. Assim, de acordo com o referido artigo:

**Art. 6º.** Os princípios pedagógicos da Identidade, Diversidade e Autonomia, da Interdisciplinaridade e da Contextualização serão adotados como estruturadores dos currículos do ensino médio. (BRASIL, DCNEM, p.114)

A análise a seguir se refere somente à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, na qual a disciplina de Física se encontra. De acordo com as DCNEM, a aprendizagem das Ciências da Natureza deve promover formas de desenvolver e melhorar o conhecimento de uma forma prática, interdisciplinar e contextualizada, em que os conhecimentos anteriores do aluno sejam valorizados e aperfeiçoados, com o objetivo de melhorar o desenvolvimento educacional do indivíduo.

Propõe-se a aprendizagem de princípios do universo físico e natural, diminuindo a

distância do aluno ao mundo da investigação científica e tecnológica e que, aplicados ao cotidiano do homem, promovem uma melhor qualidade de vida. Esses princípios serão aplicados na solução e resolução de problemas de forma contextualizada.

Por outro lado, é importante observar que, no Brasil, desde os anos 1930, o governo federal iniciou a criação de órgãos específicos responsáveis pela educação com o objetivo de desenvolver e aperfeiçoar o ensino público nacional e tornar o acesso universal aos livros didáticos para todos os alunos da rede pública, além de regulamentar a importação e utilização do livro didático, e criar condições para o desenvolvimento dos livros didáticos nacionais e o aumento de sua produção.

Um momento marcante sobre o livro didático foi o acordo celebrado entre o governo federal, através do Ministério da Educação e Cultura – MEC e a agência Norte-Americana para o desenvolvimento Internacional – USAID, em 1966, que assegurou verbas que viabilizaram a distribuição de 51 milhões de livros didáticos no período de três anos e possibilitou a criação da Comissão do Livro Técnico e Livro Didático – COLTEC, que teve a função de coordenar a produção, edição e distribuição do livro didático.

O Ministério da Educação, nos anos 1970 e 1980, aperfeiçoaram a distribuição de livros didáticos, através de diversos programas, como o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental – PLIDEF, por intermédio do Instituto Nacional do Livro - INL, pela Fundação Nacional do Material Escolar - FUNAME, e ainda pela Fundação de Assistência ao Estudante - FAE, sendo que esses órgãos foram implantados sequencialmente substituindo o anterior.

O Programa Nacional do Livro Didático – PNLD, através do Decreto nº 91.542, de 19/08/1985, substituiu o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental – PLIDEF. O PNLD apresenta propostas novas para a política do livro didático, dentre elas, podem ser destacadas a indicação do livro didático pelo professor; a reutilização do livro didático, o que obrigou a melhoria da qualidade do livro visando maior durabilidade; a extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª séries das escolas públicas e comunitárias; e o fim da participação financeira dos estados, passando o controle decisório para a FAE e garantindo o critério de escolha dos livros pelos professores.

Inicialmente, o PNLD distribuía livros somente de 1ª a 4ª séries do 1º grau, atual 2º ao 5º ano do Ensino Fundamental. Ao longo do tempo, o programa foi sendo aperfeiçoado e foi incluso, gradativamente, a distribuição dos livros didáticos de alfabetização, língua portuguesa, matemática, ciências, estudos sociais, história e geografia, dicionários, atlas

geográfico e também livros em braile e libras com o objetivo de atender os alunos com deficiência visual e auditiva.

Os livros são selecionados a partir de um edital que regulamenta as regras para efetivar as inscrições das obras e estabelece os critérios segundo os quais os livros didáticos serão avaliados. A Secretaria de Educação Básica – SEB coordena todo o processo de avaliação das obras inscritas no programa desde 1996.

A avaliação dos livros didáticos selecionados pelo PNLD 2012 inicia-se pela pré-inscrição das obras didáticas seguida pelo processo avaliativo. O processo de avaliação e seleção das obras didáticas é constituído por três etapas: a triagem, a pré-análise e a avaliação pedagógica.

Na triagem o livro didático é avaliado segundo os critérios estabelecidos do respectivo edital do PNLD 2012, que analisa a estrutura editorial do livro do aluno e o manual do professor. Nessa etapa são avaliados os componentes das capas, da folha de rosto, da lombada e do miolo das obras. Na pré-análise é realizada uma leitura da obra didática, avaliando o atendimento dos itens previstos. No que se refere à avaliação pedagógica, as obras didáticas deverão estar em conformidade com os princípios estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB para o Ensino Médio.

A avaliação dos livros didáticos se realiza levando em consideração os critérios comuns a todas as áreas e critérios eliminatórios específicos para cada área e componente curricular. Esses critérios asseguram a qualidade mínima didático-pedagógica necessária ao livro.

Os critérios eliminatórios comuns a serem observados nas obras inscritas no PNLD 2012, submetidas à avaliação, são os seguintes (BRASIL, 2011, p.19):

1. Respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao ensino médio;
2. Observância de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano;
3. Coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra, no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;
4. Correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos;
5. Observância das características e finalidades específicas do manual do professor e adequação da obra à linha pedagógica nela apresentada;
6. Adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra.

Além dos critérios eliminatórios comuns, as obras didáticas também são submetidas aos princípios e aos critérios eliminatórios específicos por área. Neste trabalho, analisaremos a área Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na qual se encontra a disciplina de Física.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias desempenha um papel de grande importância na formação do indivíduo, pois para melhor compreender os avanços tecnológicos, que determinam o grau de desenvolvimento de um país e a qualidade de vida de sua população e que estão incorporados ao cotidiano das pessoas, seja na escola ou no trabalho, as disciplinas dessa área favorecem a aprendizagem das ciências e a contextualização de seus conhecimentos.

A ciência Física foi construída, ao longo do tempo, a partir das contribuições de diversos estudiosos, que motivados pela curiosidade e pela necessidade de encontrar respostas para suas inquietudes, lançaram-se ao estudo e desenvolvimento da Física. Dessa forma, a ampliação dos conhecimentos reflete o avanço social, tecnológico e cultural da humanidade, pois diversas foram as contribuições da Física para o desenvolvimento da tecnologia que favorece a qualidade de vida das pessoas na concepção de produtos e equipamentos empregados em diversos campos, desde o lazer até em exames médicos.

Assim, a Física que os alunos aprendem na escola deve ajudá-los a ter uma melhor compreensão do mundo, com toda sua complexidade, para que possam identificar as contribuições dela para o atual avanço atingido pela humanidade e, assim, os conhecimentos da disciplina não terminam em si mesmos.

O edital PNLD 2012 ressalta a importância da Física para a humanidade, com sua linguagem própria e suas contribuições. Assim esclarece:

A Física, como disciplina acadêmico-científica, comporta um conjunto de conhecimentos de grande abrangência, constituído de conceitos e leis que podem ser utilizadas para a compreensão tanto do mais distante, quanto do mais próximo. Com esses conhecimentos tanto podemos criar modelos de universo, permitindo melhor especular sobre nossa própria condição, como seres humanos, nesse mesmo universo, como podemos construir novas máquinas, aparatos e dispositivos ou elaborar novos processos e procedimentos, que permitam tornar nossa vida mais agradável e, ao mesmo tempo, mais sustentável, em nosso planeta. Além disso, com esses conhecimentos podemos também buscar uma melhor compreensão do mundo microscópico, adentrando nas especulações sobre os constituintes últimos da matéria. (BRASIL, 2012, p.37)

A avaliação das obras didáticas de Física para o Ensino Médio inscritas no PNLD 2012 foi realizada por meio de uma ficha composta por cinco blocos, a saber:

- a) Bloco 1 - Legislação e cidadania
- b) Bloco 2 - Abordagem teórico-metodológica e proposta didática pedagógico
- c) Bloco 3 - Conceitos, linguagens e procedimentos

- d) Bloco 4 - Manual do Professor
- e) Bloco 5 - Projeto editorial

Em cada bloco foram elencados diversos questionamentos acerca do critério analisado. Dessa forma, os livros selecionados para compor o “Guia do Livro Didático PNLD 2012” passaram por uma avaliação rigorosa, na qual a obra foi analisada de forma ampla, desde o material de confecção até o acabamento final.

Com esses critérios avaliativos sendo aplicados a todas as obras didáticas inscritas no PNLD 2012, tanto no livro do aluno quanto no manual do professor, espera-se selecionar as obras que atendem ao máximo os critérios estabelecidos em edital e, por conseguinte, compor o guia dos livros didáticos do PNLD 2012 com obras de boa qualidade, que passam a contribuir com o desenvolvimento e aperfeiçoamento do processo educativo nacional.

Em 15/10/2003, o FNDE<sup>3</sup> publica a resolução nº 38, que estabelece o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio – PNLEM, em caráter experimental. Esse programa prevê a distribuição de livros didáticos para os alunos do Ensino Médio público de todo o país. O PNLEM reconhece que para a educação desempenhar seu papel de forma ampla, atingindo seus objetivos de formar e informar, são necessários diversos fatores. Dentre eles, o livro didático ocupa uma posição de destaque, pois disponibiliza ao aluno os conhecimentos humanos desenvolvidos ao longo do tempo de forma sistematizada de cada área de conhecimento. O livro didático é um dos recursos mais presente nas salas de aulas.

Segundo o Guia PNLEM 2009, temos que:

O contexto educacional contemporâneo exige, cada vez mais, professores capazes de suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e alinhadas com a sociedade em que estão inseridos. Nessa perspectiva, os materiais de ensino, e em particular o livro didático, têm papel relevante. As políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade de ensino devem levar em conta o compromisso com a melhoria e ampliação dos recursos didáticos disponíveis para o trabalho docente e para o efetivo apoio ao desenvolvimento intelectual do aluno. (BRASIL, 2009, p.33)

O programa foi implantado em 2004 e estendeu-se até 2009. Nesse período,

---

<sup>3</sup> FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. O governo Federal, com a preocupação de melhorar a qualidade da educação nacional, captar e direcionar a prioridade dos investimentos criou essa autarquia. O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação foi criado em novembro de 1968 e está vinculado ao Ministério da Educação – MEC. A autarquia tem por objetivo captar recursos financeiros para projetos educacionais e de assistência ao estudante. A maior parte dos recursos do FNDE provém do Salário-Educação, com o qual todas as empresas estão sujeitas a contribuir (LIBÁNEO, OLIVEIRA, TOSCHI, 2005).

selecionou e distribuiu livros didáticos. Nos anos de 2004 a 2006, foram distribuídos os livros de matemática e português, iniciando pelos estados do Norte e Nordeste e depois se estendeu a todo o país. Em 2007, os livros de biologia; em 2008, os livros de história, química, física e geografia. Em 2009, foi incorporado ao programa o livro de língua estrangeira – inglês e espanhol – e também os livros de filosofia e sociologia. A partir desse ano, o Ensino Médio público passou a contar com os livros de todas as disciplinas.

O Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio – PNLEM funcionou paralelamente com o Programa Nacional do Livro Didático – PNLD no ano de 2005 e continuando nos anos de 2006 a 2009. A partir do ano de 2010, o FNDE mantém somente o PNLD, responsabilizando-se pela aquisição e distribuição dos livros do Ensino Fundamental e do Ensino Médio.

A avaliação dos livros didáticos do Ensino Fundamental realizada pelo PNLD desde 1995 serviu de referência para o PNLEM aperfeiçoar seu processo avaliativo. Assim:

O PNLEM apoia-se sobre o aprimoramento de quase uma década do processo de avaliação de obras didáticas, iniciado pelo PNLD. Esse aprimoramento é decorrente da experiência acumulada em avaliações anteriores, da melhoria da qualidade das obras apresentadas em cada edição daquele programa e, também produto do debate e da pesquisa que vêm ocorrendo, principalmente no meio acadêmico, a partir de 1995. Assim como se busca um aprimoramento constante do processo, espera-se em contrapartida, obras didáticas cada vez mais próximas das demandas sociais e coerentes com as práticas educativas autônomas dos professores (BRASIL, 2005, p.34)

Segundo o edital do PNLEM 2007, o livro didático não pode ser considerado uma apostila que contém apenas informações e regras, orientações para o exercício profissional ou somente ser utilizado com o objetivo de preparar o aluno para o ingresso no ensino superior. O livro deve servir de ligação entre os discentes, os professores e os conhecimentos adequados ao desenvolvimento pessoal, intelectual e social de todos envolvidos nos processos educativos, favorecendo dessa forma o diálogo, o respeito e a convivência.

O PNLEM 2007 apresenta dentro de suas orientações para a avaliação de obras didáticas, critérios comuns a serem aplicados às obras das diversas disciplinas e apresenta critérios específicos para a avaliação de obras voltadas às ciências da natureza e suas tecnologias, com as disciplinas de Física, Química e Biologia.

Para orientar a escolha do livro didático, o catálogo do PNLEM 2007 traz ainda uma resenha de cada obra, composta por uma síntese avaliativa, o sumário que detalha o número de unidades e capítulos que compõe a obra, além da análise do livro do aluno e do manual do

professor. Finalizando, o catálogo fornece também as recomendações ao professor sobre cada obra analisada.

Voltando-se para a disciplina de Física, objeto de estudo deste trabalho, o processo de ensino durante muito tempo utilizou uma metodologia baseada na apresentação de leis prontas, conceitos, uma relação de conteúdos extensos, e o professor, geralmente, fazia uso de uma grande lista de atividades com exercícios repetitivos. O aluno teria de apreender o conteúdo, através da memorização ou automação do processo de ensino, em detrimento da construção do conhecimento através das competências adquiridas.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM apresentam diversas propostas de melhoria para o Ensino Médio, porém observou-se uma diferença entre o Ensino Médio proposto pelas diretrizes e aquele praticado nas escolas. Devido a esse fato, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN e logo depois os Parâmetros Curriculares Nacionais Mais – PCN<sup>+</sup>, documentos que tinham o objetivo de reforçar as propostas das DCNEM e ao mesmo tempo aumentar a sua divulgação entre as escolas e entre os docentes.

É nesse contexto que nasceram os Parâmetros Curriculares Nacionais, uma proposta governamental de reforma curricular, que tinha o objetivo de promover a eficiência da educação brasileira, aprovado pelo Conselho Nacional de Educação. Foram elaborados de acordo com os princípios definidos pela LDB, que visavam criar uma base teórica e metodológica para os docentes com o objetivo de desenvolver subsídios que poderiam contribuir para a implementação de uma reforma educacional.

O aluno não era estimulado a desenvolver as competências e habilidades que favorecessem a aprendizagem de Física, mantida como algo difícil de aprender, acessível somente às mentes brilhantes, que detinham o privilégio de tal domínio. Entre outros, de acordo com os PCN, esses são motivos que justificaram a mudança no ensino. Segundo o documento (BRASIL, 1999, p.22), o ensino de Física deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais.

Conforme os PCN, o ensino de Física deve proporcionar uma formação ampla para o discente. Assim:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de

expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (BRASIL, 1996 p. 229)

O uso excessivo de fórmulas prontas em situações artificiais, tornou os processos matemáticos desvinculados dos conceitos físicos. A disciplina de Física se confundia com a matemática, pois na resolução dos exercícios dava-se muita ênfase aos cálculos, em detrimento aos conceitos e fenômenos físicos. Todos esses procedimentos levaram a Física a ficar distante do cotidiano dos alunos e até mesmo do cotidiano dos professores.

No que se refere ao ensino de Física, os PCN propõem ampliar as dimensões do ensino. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Apresentar uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou as estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma Física que explique os gastos da conta de luz ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes formas de energia em escala social, incluindo a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado (BRASIL, 1999).

Para que o ensino de Física possa de fato sofrer mudanças e atingir o objetivo de desenvolver as habilidades e competências, faz-se necessária a análise e a valorização do mundo que o aluno pertence, em que seus conhecimentos adquiridos, suas indagações, suas curiosidades, além dos problemas e fenômenos observados na natureza e também na utilização de equipamentos devem servir de base para a aplicação dos conhecimentos físicos.

Segundo os PCNEM, o ensino dos diversos ramos da Física, como a cinemática, a termodinâmica, a eletricidade, dentre outras, precisa ser mais amplo, sem limitar-se somente ao campo teórico previsto em um livro didático. O professor precisa ampliar o campo das discussões, levar em consideração o conhecimento de mundo que o aluno traz consigo. Com esses procedimentos, o conhecimento será ampliado, e o discente poderá analisar e compreender o funcionamento da natureza e das máquinas criadas pelo homem, identificando os fenômenos físicos envolvidos.

Com o conjunto de habilidades e competências propostas pelo PCNEM, pretendeu-se rediscutir o que ensinar e como ensinar em Física, visando criar condições de promover uma

melhor compreensão do mundo relacionada aos mais diversos fenômenos físicos que acontecem no cotidiano do homem moderno, além de identificar e analisar a diversidade de aplicações tecnológicas.

No entanto, foi observado que, mesmo com a vasta proposta dos PCNEM, permanecia uma lacuna entre a teoria e a prática docente. Nesse contexto, foram criados os PCN+ (BRASIL, 2002), desenvolvidos com o objetivo de oferecer aos professores uma base teórica e metodológica para a implementação da reforma educacional proposta pela nova LDB.

Os PCN+ são orientações educacionais que foram criadas para complementar os Parâmetros Curriculares Nacionais. Esse complemento se faz presente em forma de sugestões que poderão servir de referência para o professor modificar a sua prática docente, dando mais ênfase ao conhecimento de Física que pode ser associado ao cotidiano do aluno. O texto do PCN+ é dividido em cinco partes: A Física no Ensino Médio; As Competências em Física; Temas Estruturantes para o Ensino de Física; Organização do Trabalho Escolar; e Estratégias para a ação.

Os PCN+ (BRASIL 2002, p. 2) afirmam:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo, cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, e que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado. (BRASIL, 2002,p.2)

O professor de Física, em acordo com os PCN+, deverá elaborar estratégias que promovam o desenvolvimento de competências e habilidades, favorecendo o ensino de forma a tornar o conhecimento da disciplina de Física o mais próximo possível da realidade do cotidiano da sociedade moderna, na qual as presenças dos fenômenos físicos se encontram identificados e aplicados desde o funcionamento de um simples abridor de refrigerante, que é uma máquina simples, até o funcionamento do mais moderno computador.

De acordo com Hosoume e Kawamura (2003), a escolaridade média vem sendo ampliada, assim como o espaço de atuação social dos egressos da escola média que não necessariamente buscam o ensino superior. O objetivo da escola média deve, assim, estar

voltado para a formação de jovens, independente de sua escolaridade futura. Essa é, portanto, a compreensão do que seja uma educação para a cidadania e sobre o objetivo do ensino. De acordo com os autores:

[...] Ensinar Física significa fazer compreender aos alunos uma série de conhecimentos, ainda de forma resumida, que seriam mais tarde retomados de forma mais ampla completa na continuação de seus estudos. O conjunto desses conhecimentos estava pré-determinado nos livros didáticos e no coletivo das pessoas, de uma forma tão completa que parecia não haver espaço para outras escolhas: cinemática, dinâmica, estática, eletrostática, etc. A educação vem ainda muito vagorosamente, voltada a ocupar seu espaço, pois educar é mais do que ensinar conhecimentos: é promover o desenvolvimento dos jovens, é possibilitar a construção de uma ética, é expor os valores em que acreditamos e discuti-los. (HOSOUME; KAWAMURA, 2003, p. 23)

O aluno concluinte ou egresso do ensino médio, para dar continuidade aos estudos em nível superior, tinha como acesso único o processo vestibular, processo praticado em todas as instituições de ensino superior nacional, tanto nas instituições públicas ou privadas. Esse método consistia, geralmente, em uma primeira etapa de aplicações de provas objetivas de múltiplas escolhas que envolviam todas as disciplinas e em uma segunda etapa ocorriam, em alguns casos, provas abertas, na qual o aluno tinha de responder as questões de próprio punho, sem contar com um gabarito, e mais uma prova de redação. No geral, as questões davam prioridade à utilização de fórmulas prontas e ao uso contínuo de memorização dos conteúdos para a sua resolução. O processo seletivo do vestibular apresentava em sua maioria uma conotação somente conteudista, na qual o que era valorizado de fato era a quantidade de matéria que o aluno havia estudado e memorizado.

Foi implantado, como outra opção para ingresso em diversas instituições de ensino superior, o vestibular seriado, que era um processo seletivo que consistia em aplicações de provas de todas as disciplinas regulares do Ensino Médio ao término do 1º ano, ao término do 2º ano e também ao término do 3º ano do Ensino Médio. Esse processo seletivo também apresentava o mesmo perfil das provas dos vestibulares tradicionais.

O INEP elaborou o ENEM, que se diferencia das outras formas propostas elaboradas anteriormente pelo Ministério de Educação, por apresentar sua avaliação centralizada no desempenho por competências, cujo foco principal é desenvolvido pelo discente ao longo de todo processo educativo. Assim, a avaliação se apresenta de forma inovadora e atualizada com os processos avaliativos utilizados no mundo.

Os resultados individuais do ENEM também podem ser utilizados para fins de certificação de conclusão do Ensino Médio, por Instituições Certificadoras. Além desse fim,

pode também ser utilizado o resultado do Enem para acesso à Educação Superior ou em processos de seleção nos diferentes setores do mundo do trabalho.

Pode-se considerar duas fases do ENEM: de 1998 a 2008 e de 2009, em diante. No ano de 2009 o Exame passou a constituir-se em 4 (quatro) provas objetivas ao invés de uma prova com 63 (sessenta e três) questões, contendo cada uma 45 (quarenta e cinco) questões e uma redação. As 4 (quatro) provas objetivas e a redação avaliaram as seguintes áreas de conhecimento do Ensino Médio e respectivos componentes curriculares:

**Quadro 3: Áreas de conhecimento do Ensino Médio e respectivos componentes curriculares**

<b>Área do Conhecimento</b>	<b>Componentes Curriculares</b>
Ciências Humanas e suas Tecnologias	História, Geografia, Filosofia e Sociologia
Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Química, Física e Biologia
Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Redação	Língua Portuguesa, Literatura, Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol), Artes, Educação Física e Tecnologias da Informação e Comunicação
Matemática e suas Tecnologias	Matemática.

**Fonte: Elaborado pelo autor com base no edital do ENEM 2011**

O ENEM é elaborado a partir de uma matriz de referência que especifica as competências e habilidades que são exigidas nas questões propostas nas avaliações do processo seletivo. A versão do ENEM, a partir de 2009, apresenta uma matriz de referência com os eixos cognitivos, comuns a todas as áreas de conhecimento; uma matriz de referência de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; outra matriz de referência de Matemática e suas Tecnologias; e uma matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Voltando-se para o estado no qual a presente pesquisa foi realizada, tem-se o documento “Referenciais Curriculares do Ensino Médio do Estado do Maranhão”, elaborado em 2007 com o intuito de orientar o processo educativo das escolas públicas estaduais, nos aspectos pedagógicos e administrativos.

Após um diagnóstico por amostragem, evidenciou-se a necessidade de redirecionar as políticas públicas educacionais no referido estado e, para isso, foi reunida uma equipe de consultores que trabalhou em conjunto com professores, alunos e Secretaria de Estado de Educação.

O documento foi organizado em quatro partes: 1. Concepções fundamentais do Ensino Médio; 2. Área de linguagens, códigos e suas tecnologias; 3. Área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias; e 4. Área de ciências humanas e suas tecnologias. Ao tratar dos fundamentos filosóficos e pedagógicos do Ensino Médio, esses referenciais evidenciaram as mudanças sociais ocorridas nas últimas décadas, provocando, assim, uma mudança no perfil das ocupações e, por conseguinte, exigindo a formação de profissionais aptos a lidar com a complexidade do mundo científico-tecnológico que se apresentava.

Para a aquisição de competências e habilidades que atendessem tais exigências, o indivíduo deveria lidar com o saber e a técnica de forma diferenciada, ou seja, a escolarização tinha de ser continuada e voltada para a cidadania e para o trabalho. Reforçando os quatro pilares contidos no relatório da UNESCO – aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser –, assinala que a mudança necessária ao Ensino Médio está além do currículo, envolvendo questões como a autonomia intelectual, o pensamento crítico e a capacidade de solucionar problemas.

Uma outra referência do documento é a relação com os princípios expressos na Constituição Federal e na LDB, que são: estética da sensibilidade, política de igualdade e ética da identidade. Assim, na formação básica do indivíduo deve haver diversificação e flexibilidade curricular, proporcionando o desenvolvimento da criatividade, sensibilidade, afetividade, cidadania e o reconhecimento da igualdade, do combate à violência e da identidade em formação. De acordo com os Referenciais Curriculares do Maranhão, temos:

Na perspectiva da reforma do Ensino Médio, este passa a ter os seguintes objetivos: aprofundar e ressignificar o conhecimento escolar por meio da contextualização e interdisciplinaridade; estimular a formação continuada de toda a comunidade escolar; desenvolver competências básicas, priorizando a ética e o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico. Cabe à escola reelaborar os objetivos, de acordo com sua realidade, os quais deverão constar no Projeto Político-Pedagógico. (MARANHÃO, 2007, p. 22):

Um importante item ressaltado é a valorização da cultura juvenil, na qual o jovem passa a ser o centro de todo o processo educativo, devendo participar de todas as ações para a aquisição de saberes. Logo, é ator principal em ações que envolvem o bem comum, fonte de iniciativa, ação de liberdade-opção, de compromisso e responsabilidade.

Assim, observa-se que o currículo deve apresentar uma Base Nacional Comum e uma parte diversificada, esta priorizando a contextualização, valorizando as características regionais, como historicidade, cultura e identidade. Os componentes curriculares são

organizados por áreas, a integração dos saberes se dá pela interdisciplinaridade, permitindo a integração do conhecimento e tornando-o muito mais amplo. Ademais, como um processo social, o currículo deve compreender uma articulação entre fatores lógicos, intelectuais e epistemológicos, abarcando a realidade dos educandos e suas experiências de vida. O aluno / sujeito deve ser, portanto, protagonista de todo o processo ensino-aprendizagem.

Pelo Projeto Político-Pedagógico, o currículo, conjunto de atividades a ser desenvolvido pela escola para sistematizar e aprimorar os saberes dos alunos, vai sendo construído com a colaboração da comunidade escolar, formando, assim, cidadãos autônomos e partícipes. De forma integrada, deve contemplar atividades nas dimensões vida em sociedade, atividade produtiva e experiência subjetiva, buscando em todos os momentos a contextualização e a interdisciplinaridade.

Os Referenciais Curriculares do Maranhão ressaltam a função social da escola, afirmando que, além de mediar conhecimentos técnico-científicos, deve-se trabalhar a subjetividade dos alunos, capacitando-os para a vida em sociedade enquanto sujeitos de direitos, de deveres e da própria história. A escola é um espaço sociocultural em que convergem as experiências individuais e o fazer pedagógico, criando, portanto, condições para a formação de uma juventude voltada para o conhecimento e para a cultura.

A concepção metodológica prevista nos Referenciais Curriculares do Maranhão é a de um ensino diversificado, interdisciplinar e contextualizado, assim, expressa:

Os princípios que fundamentam a concepção curricular abordada neste documento definem as concepções de como e o quê o aluno deve aprender, do que é conhecimento, da interação entre sujeito e objeto, das diversas tecnologias e das relações entre professor e aluno no processo de construção do conhecimento. (MARANHÃO, 2007, p. 27)

Para tanto, propõe-se uma metodologia que utilize projetos de aprendizagem, a problematização e a produção de conhecimento. Logo, os conteúdos não têm um fim em si mesmos, vão além; buscam diálogos possíveis com outros ramos do saber, fazendo conexões e descobrindo formas alternativas para descobrir e consolidar o apreendido.

Nesse agir, a avaliação é contínua e sistemática, não esquecendo de que o aluno é o centro de todo o processo educativo. É um juízo de valor formado a partir da coleta de dados e fatos, não é mero acerto de contas, devendo ser coerente com as demais ações inseridas no PPP. Assim, contempla aspectos quantitativos e qualitativos que estejam voltados para a construção de competências básicas e não para a assimilação de conteúdos isolados.

Quanto à disciplina de Física, os Referenciais Curriculares do Maranhão fazem o percurso evolutivo dessa ciência, apontando na linha do tempo seus marcos e como ela é imprescindível para o mundo tecnológico atual. O documento delimita o objeto da Física: estudo das interações mais fundamentais entre tempo, espaço, energia e matéria, afirmando a sua importância para a tecnologia moderna. Assim, mostra a Física como ciência diversificadora, pois com suas descobertas tem promovido a expansão do saber para outras áreas, como a microbiologia e a nanotecnologia, e provocadora, pois a partir da observação da natureza, o aluno vai construindo pensamentos para entender o mundo que o cerca. Portanto, a Física provém do entendimento profundo das leis da natureza e continuará ajudando a moldar o mundo do futuro.

O texto do documento ainda ressalta que a Física pode ser fascinante e divertida, pois desmistifica fenômenos do cotidiano, como o arco-íris, proporcionando o entendimento real de tais fenômenos. Logo, estudá-la é, antes de tudo, enriquecer o conhecimento de mundo dos alunos. Aliado ao conhecimento técnico-científico, o documento explicita valores e atitudes que esse ensino pode oferecer, como o desenvolvimento e demonstração do senso de autonomia e autoestima a partir da vivência e experiência com os conhecimentos dessa ciência, o respeito ao meio ambiente reconhecendo a importância do saber físico para a manutenção do equilíbrio da biodiversidade e da vida do Planeta, e, dentre outros, reconhecer e valorizar o conhecimento científico a partir da experimentação.

As orientações metodológicas trazidas pelos referidos referenciais estão voltadas para um trabalho no qual o professor aproveite o conhecimento de mundo dos alunos e o contextualize com experiências que lhes permitam a resolução de inúmeros problemas. O planejamento didático de Física deve incluir ações educativas de maneira a promover informação, investigação e experimentação, reforçando a motivação dos alunos para a continuidade da aprendizagem e permitindo ao professor uma avaliação segura acerca da apreensão das competências e habilidades propostas.

Nessa perspectiva, nossa proposta de trabalho está voltada para a análise dos livros didáticos de Física recomendados pelos programas governamentais, no que refere à temática “Energia Nuclear”. Também será realizada uma pesquisa com os professores de Física que trabalham em algumas escolas públicas estaduais na cidade de Imperatriz – MA, a partir da aplicação de um questionário que visa saber a opinião dos docentes em relação aos livros didáticos de Física, além da sua formação e tempo de experiência.

Concomitantemente será feito um guia didático de Física a partir das lacunas

encontradas nos livros didáticos e nas necessidades expressas pelos professores pesquisados.

## 1.2 Levantamento do estado da arte

Na sociedade contemporânea, com o advento da informática e da internet, as informações circulam com extrema velocidade e as pessoas têm acesso a uma gama infinita de notícias e informações de forma instantânea. Em se tratando de Energia Nuclear, qualquer acontecimento a seu respeito é divulgado rapidamente, como foi, por exemplo, com o acidente provocado pelo tsunami em uma usina nuclear no Japão, quando o mundo todo ficou atento para a dimensão e as consequências do acidente sobre o meio ambiente e sobre a população. Outro acontecimento atual relacionado à energia nuclear são as constantes ameaças da Coreia do Norte, que contrariando as orientações da ONU realizou três testes com bombas atômicas, além de realizarem ameaças de ataques utilizando armamento nuclear. Em momentos como esse, a mídia escrita e falada aproveita para lembrar outros acidentes ocorridos em usinas nucleares e a utilização da bomba atômica na Segunda Guerra Mundial pelos Estados Unidos sobre o Japão.

Esses acontecimentos reforçam a necessidade do professor desenvolver o conteúdo de energia nuclear para contribuir na formação de um discente detentor de conhecimentos acerca do assunto, pois ele só poderá ter uma compreensão dos fatos sobre o tema se possuir conhecimentos que permitam a análise das situações ocorridas no seu cotidiano.

Com o objetivo de conhecer os trabalhos na área, foi realizada uma pesquisa em artigos em educação sobre o tema energia nuclear. Foram pesquisados artigos em revistas especializadas da área de Física, anais de congressos, simpósios, encontros e também os bancos de dissertações disponíveis no portal da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior. Seguem observações acerca de alguns trabalhos pesquisados.

**1. Artigo:** TERRAZAN, Eduardo Adolfo. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino na Escola de 2º Grau. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, Florianópolis, v.9, n.3:p.209-214,dez.1992

Terrazzan (1992) comenta o currículo de Física e afirma que o mesmo não contempla temas atuais, sendo que a proposta seguida apresenta tradicionalmente a divisão da Física em Mecânica, Física Térmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo. Dessa forma, percebe-se que nas discussões para inserção de novos temas de Física para o Ensino Médio há o

questionamento da ausência no currículo regular dos conhecimentos sobre Física Moderna e Contemporânea. O avanço tecnológico presente nos mais diversos campos de conhecimento pode ser identificado facilmente no cotidiano do homem, seja no ambiente familiar, ambiente escolar ou ainda no mundo do trabalho, e para sua melhor compreensão o discente necessita de informações atualizadas sobre os fenômenos físicos envolvidos.

Segundo o autor, o ensino de Física está defasado em relação aos novos conhecimentos, porém pode ser notado que existem discussões sobre esse ensino. Assim, afirma:

O que não podemos é esperar a entrada do século XXI para iniciarmos a discussão nas escolas da Física do século XX. Utilizando uma frase de um colega pesquisador em ensino de física, Prof. João Zanetic da USP, é fundamental que "ensinamos a física do século XX antes que ele acabe". Porém, é importante ressaltar que já se nota uma preocupação crescente, manifestada por alguns autores ou equipes de projetos de ensino, no sentido de se refletir sobre esta questão. Podemos dizer que há, no momento, uma certa tendência em se pensar a atualização dos programas de ensino de física. (TERRAZZAN,1992 p.211)

Terrazzan (1992) diz que a condição necessária para uma melhor compreensão do mundo, com a incorporação de diversos aparelhos desenvolvidos a partir do avanço da Física, em que se podem identificar diversos fenômenos, é a dos conceitos estabelecidos no final do século XX. Dessa forma, essa situação cria a necessidade de discutir a atualização do currículo de Física, com a inserção dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Segundo o autor:

Aparelhos e artefatos atuais, bem como fenômenos cotidianos em uma quantidade muito grande, somente são compreendidos se alguns conceitos estabelecidos a partir da virada deste século forem utilizados. A influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau. (TERRAZZAN,1992 p.211)

No artigo ainda são levantados alguns problemas envolvidos no ensino de Física, dentre eles, destaca-se a realidade do corpo docente que atua nas escolas públicas. No caso dessa disciplina, na maioria das vezes, são licenciados em Matemática ou em outra área, e essa situação limita o ensino, pois esses profissionais não têm a formação necessária para promover uma atualização no currículo de Física. Essa informação assim está expressa:

A deterioração da qualidade de ensino verificada, desde alguns anos, nas escolas de 2º grau, sobretudo na rede pública, constitui-se numa situação alarmante que deve exigir uma atenção maior para o problema de formação do profissional que atua no ensino secundário. No caso da disciplina Física, esse problema é agravado pela

crescente falta de profissionais formados com habilitação específica na área. É comum encontrarmos, mesmo nos grandes centros urbanos, professores formados em outras áreas, especialmente matemática, lecionando física no 2º grau. (TERRAZZAN,1992, p.213)

Esse artigo realiza, portanto, uma reflexão sobre o ensino de Física do final do século XX, discutindo o currículo usado nas escolas e a inserção de novos temas, analisando o perfil do profissional docente que atua como professor dessa disciplina, além de fornecer sugestões da implementação de um novo currículo, em que a Física Clássica pode ser desenvolvida com a Física Moderna e Contemporânea, com o objetivo de melhorar a aprendizagem dos discentes e oferecer informações atualizadas sobre a Física.

**2. Artigo:** SOUZA, Alcindo Mariano; GERMANO, Auta Stella de Medeiros. Análise de livros didáticos de Física quanto a suas abordagens para o conteúdo de Física Nuclear. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. Anais.Vitória: UFES, 2009. p. 1-10.

Nesse artigo, os autores evidenciam a importância do livro didático como ferramenta relevante no processo ensino-aprendizagem, além de sua contribuição para a formação de docentes críticos e com conhecimentos atualizados. No que se refere à energia nuclear, os autores propõem a elaboração de um material que supra a necessidade do ensino desse tema. Esse material deve contribuir para a formação, levando em consideração o conteúdo de Física relacionado com as questões sociais, a construção de valores e a capacidade de uma contínua aprendizagem por parte dos docentes.

São analisados quatro livros de Física mais utilizados na cidade de Natal-RN em escolas particulares. Para essa análise, foram elaborados dois quadros de quesitos que avaliaram os livros em relação ao conteúdo e em relação as atividades propostas. Os livros são:

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antonio. **Curso de Física**. 6. ed. São Paulo: Scipione, 2006.v.3.

ARAGÃO, H.C.; ARAGÃO, P.H.A. **Física**. Rede Salesiano de Ensino. São Paulo: CIB, 2005. v. 2

GASPAR, A. **Física**. São Paulo: Ática, 2003. v.3

RAMALHO, F. J.; FERRARO, N. G.; TOLEDO, P. A. T. **Os Fundamentos da Física**. 8 ed. São Paulo: Moderna, 2004.v. 3.

Antes da análise das obras com os critérios elaborados, os autores apresentam um texto que relata como a obra é desenvolvida, e, depois, verificam a presença dos quesitos

elencados.

Na conclusão do artigo, destacam que as obras apresentam lacunas, em relação ao tema energia nuclear, pois diversos itens não constam ou são pouco discutidos, tais como: acidente de Goiânia e de Chernobyl, projeto Manhattan, Guerra Fria, além do problema do lixo nuclear.

**3. Artigo:** FRÓES, Walter; SILVA, Ana Claudia Pereira da. Opção Energética. **Estado de Minas Gerais**, Minas Gerais, 15 dez. 2012. p. 7.

Os autores descrevem a importância do uso da energia nuclear na produção de energia elétrica e também enfatizam que o uso dessa matriz energética, seguindo todas as normas de segurança, não apresenta riscos para o meio ambiente e para vida do homem.

Também é descrito a influência do acidente em Fukushima – Japão em diversos países como Alemanha e Itália. O governo alemão anunciou a pretensão de desativar 17 usinas nucleares até 2022 e o governo italiano realizou um referendo sobre a produção de energia utilizando essa fonte, no qual cerca de 94% da população votou contra o uso dessa matriz energética.

O Brasil, apesar de ter como matriz energética principal a hidrelétrica, que atualmente está presente em diversas regiões do país e com projeto de ampliação com a construção de novas usinas hidrelétricas, continua o investimento na construção de uma terceira usina nuclear – Angra dos Reis III – com o objetivo de obter uma produção elétrica que assegure o fornecimento de energia nos períodos em que a produção das usinas hidrelétricas diminuem devido à seca. Observa-se que o Brasil ocupa a 6ª posição na reserva mundial de urânio, mineral essencial na produção da energia nuclear.

Ainda segundo o artigo, o problema do fechamento das usinas nucleares por alguns países será o uso de outra matriz energética, o “carvão mineral”, sendo que sua queima aumentará em mais de 10% a emissão de gases na atmosfera, o que prejudicará diretamente a camada de ozônio, contribuindo para o aumento da temperatura no planeta. O artigo é finalizado apontando os benefícios do uso da energia nuclear.

**4. Artigo:** DOMINGUINI, Lucas; MAXIMIANO, Joelma Rzatki; CARDOSO, Leonel. Física Moderna nos livros didáticos: um contraponto entre o PNLEM 2009 e PNLD 2012. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Santa Catarina, v.34, n.2, p. 2502-2502.7.2012.

O artigo evidencia a importância do discente conhecer o avanço do conhecimento físico para melhor compreender os fenômenos naturais presentes no cotidiano do homem contemporâneo e a tecnologia empregada, que pode ser facilmente identificada em uma variedade de produtos, equipamentos e serviços.

Segundo os autores, essa compreensão é de suma importância para o homem viver no mundo atual, logo é necessária sua inserção no cotidiano escolar. Ressaltam os autores:

Compreender o atual avanço tecnológico e os caminhos pelo qual a ciência moderna trilha requer, entre outros fatores, a apropriação dos conceitos da física moderna. Inserir tal conteúdo no Ensino Médio é fundamental para o aluno obter respostas a todas as perguntas relacionadas às tecnologias que os cerca. Nesse contexto, a superação da ausência deste conteúdo no Ensino Médio deve ser uma das metas de todos aqueles que pensam e põem em prática a escolarização dos alunos. (DOMINGUINI; MAXIMIANNI; CARDOSO, 2012, p. 5)

O ensino de Física tem avançado ao longo do tempo, isso pode ser notado nos próprios livros didáticos utilizados nas escolas públicas e que foram selecionados nos programas do Governo Federal. Esses livros apresentam mudanças no desenvolvimento do conteúdo de Física, sendo que, em geral, os textos são detalhados, as questões propostas levam a discussões. Porém, mesmo com as mudanças verificadas, o artigo observa a existência de uma grande defasagem em relação ao conhecimento de Física atingido pelo homem e o conhecimento encontrado no livro didático. Segundo os autores:

Entretanto, a inserção dos conteúdos de Física Moderna no ensino médio não tem avançado tanto quanto o desenvolvimento científico e tecnológico. Como será possível discutir com os alunos, por exemplo, o desenvolvimento das tecnologias nucleares, sejam elas para fins pacíficos, como a produção de energia, ou armamentista, como no caso das bombas nucleares, se estes não possuírem conhecimentos de física nuclear? (DOMINGUINI; MAXIMIANNI; CARDOSO, 2012, p. 5)

O artigo analisa também a estrutura dos livros didáticos selecionados pelos programas nacionais PNLEM de 2009 e do PNLD 2012 no que se refere à Física Moderna. O objetivo foi verificar se houve avanços no tratamento do conhecimento físico relacionado a esse ramo da Física. Na análise realizada, observou-se que houve uma maior preocupação dos autores em trabalhar o tema, pois o mesmo está presente em todas as obras, em algumas com capítulos próprios, em outras são desenvolvidos ao longo da obra. No PNLEM 2009 foram selecionados seis livros de Física e no PNLD 2012 foram selecionadas dez coleções. Quatro

obras estão presentes nos dois programas. No PNLD as obras coincidentes tiveram um avanço em relação ao tratamento destinado à Física Moderna.

Em relação às outras seis coleções do PNLD 2012, identificou-se que a Física Moderna está presente em todas as obras, com destinação de capítulos específicos para tratar o tema, além de algumas delas apresentarem ao longo dos capítulos diversos textos sobre a temática.

Foi também observado que os autores dos livros didáticos continuaram com a divisão da Física da forma tradicional, ou seja, iniciam a coleção com a Física Clássica e somente no terceiro volume é que se introduz a Física Moderna.

O artigo defende a inserção da Física Moderna no Ensino Médio, pois considera a mesma importante na compreensão do avanço do conhecimento físico e a sua aplicação na tecnologia. Assim, para que se tenha avanços no ensino de Física, precisa-se excluir alguns paradigmas em relação a Física Moderna, tais como o do tempo ser insuficiente ou o conteúdo não é compatível com o nível de ensino, etc. Essa afirmação pode ser verificada no trecho abaixo:

A partir dessas informações, muito ainda precisa ser feito para a consolidação da Física Moderna no Ensino Médio. Talvez o que de mais importante precisa ser feito é a superação do paradigma até então instaurado, que levanta justificativas diversas para alijar os alunos de tais conhecimentos (complexidade matemática, falta de tempo, incompatibilidade com a fase de escolarização). Só com a supressão disso será possível transmitir as informações necessárias para formar cidadãos capazes de compreender e discutir temas relacionados à Física Moderna. (DOMINGUINI; MAXIMIANN; CARDOSO, 2012, p. 13)

Assim, o presente artigo apresenta uma grande contribuição na análise dos livros didáticos em relação à Física Moderna, sendo uma referência para este trabalho.

**5. CARDOSO, Eliezer de Moura. Apostila educativa: Energia Nuclear. Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Energia Nuclear.**

Essa apostila foi produzida pela CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear – com o objetivo de divulgar e informar sobre a energia nuclear. O tema é desenvolvido em uma linguagem simples, utilizando conceitos e diversas ilustrações para tornar a aprendizagem do tema acessível ao público.

Esse material foi desenvolvido em cinco capítulos, com informações gerais sobre a energia nuclear, assim distribuídos:

1. Energia
2. Estrutura da matéria
3. A energia nuclear
4. O reator nuclear
5. A segurança dos reatores nucleares

Em pormenores, mostra a origem da energia, resgatando conceitos básicos usados na Física e na Química para explicar o tema em estudo. Recorrendo a uma linguagem de fácil compreensão, explica os tipos de energia, os seus usos e as transformações entre as diversas modalidades de energia. Também fala sobre o átomo e a estrutura da matéria.

O conteúdo sobre a energia nuclear é desenvolvido na terceira unidade, na qual são conceituadas e explicadas as formas de obtenção e uso, além de tecer comentários sobre a reação em cadeia, isótopos e urânio enriquecido.

O reator nuclear é tratado no quarto e quinto capítulos, explicando seus tipos, o combustível utilizado, seus principais componentes, a segurança nos reatores e ainda comenta alguns acidentes nucleares ocorridos.

**6. CARDOSO, Eliezer de Moura. Apostila educativa: Aplicações da Energia Nuclear.** Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Essa apostila também é produzida pela CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. Assim, com o objetivo de tornar a aprendizagem do tema energia nuclear acessível às pessoas em geral, elege uma linguagem simples para tratar os conceitos, que são acompanhados por diversas ilustrações. Os temas desenvolvidos são:

- a) Os benefícios da energia nuclear e das radiações
- b) Medicina nuclear
- c) Traçadores radioativos
- d) A radioterapia
- e) Os radioisótopos na medicina
- f) Aplicações na agricultura
- g) Aplicações na indústria

- h) Datação do carbono 14
- i) Os raios-x

O objetivo do texto é divulgar os benefícios dessa fonte energética, enfatizando que com o avanço das pesquisas, novas técnicas de aplicação da energia nuclear são ampliadas para diversas áreas do conhecimento humano, sendo as áreas mais beneficiadas, atualmente, a medicina, a indústria, particularmente a farmacêutica, e a agricultura.

**7. Dissertação:** SOUZA, Alcindo Mariano de. **Despertando responsabilidade social no Ensino médio por meio de Temáticas associadas à Física Nuclear.** 2010. 136f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Natal.

Nessa dissertação, o tema energia nuclear foi trabalhado focalizando a formação social dos alunos através de uma proposta de ensino com ênfase em CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade a partir das usinas termonucleares no Nordeste. O texto tem por objetivo contribuir para formação plena do aluno, despertando no mesmo uma visão de cidadania, e para a formação de um indivíduo que possa melhorar seu convívio nos mais variados contextos. Com essas informações, procurou-se entender as atitudes dos discentes em relação ao estudo de Física e Ciências.

O autor enfatiza também a necessidade da formação de um cidadão, que possa exercer a sua cidadania de forma livre e plena, contribuindo para a melhoria do convívio social. Assim, conforme Souza (2010):

O cidadão pleno é aquele que contribui para que nossa sociedade seja melhor, almejando uma democracia verdadeira, mesmo que para isso tenha de influenciar mudanças nessa mesma sociedade. Assim, esse cidadão pleno, possui qualidades importantes para a convivência na coletividade, baseados no respeito dos direitos individuais e coletivos. Para que haja uma participação ativa em uma democracia, com uma visão crítica, é necessário que esse cidadão seja capaz de buscar subsídios e informações para analisar e influenciar e decisões tanto governamentais como de empresa e organizações possibilitando uma atuação com responsabilidade social e de modo a exercer plenamente seus direitos civis, sociais e políticos. (SOUZA, 2010, p. 24)

O autor discute a formação de atitudes nos discentes, de grande importância na capacidade de aprendizagem, no desenvolvimento cultural e nas relações humanas. O

desenvolvimento das atitudes está contido nos documentos oficiais, que segundo a pesquisa, engloba três elementos básicos: o cognitivo, emocional e o comportamental.

Para orientar o trabalho, o autor realizou um estudo sobre as ênfases curriculares no ensino de Ciências, pois as mesmas dão os objetivos ao ensino e a aprendizagem das Ciências. Ressalta que o ensino sofreu e sofre diversas influências, e muitas mudanças são provocadas pelo contexto social, político e cultural.

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade também é comentado. Foi realizado um resgate histórico, descrevendo sua importância e sua contribuição na formação do discente, além de enfatizar a metodologia utilizada no CTS, no qual o ensino deve ser voltado para a contemplação da formação geral do aluno, através da relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Nesse contexto, o autor expressa:

Assim na metodologia CTS deve tanto ser explorada as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, como as relações nos ambientes: o natural; o artificial; e o social, com o aluno, evitando, justamente, a separação entre o mundo do aluno e o mundo da sala de aula, levando em consideração suas experiências com tais ambientes. Portanto é necessário que a proposta incorpore os três ambientes citado, é preciso tratar os temas considerando tanto as relações tecnológicas, como sociais e científicas, assim, levando o aluno a compreender as relações entre os ambientes e, ao mesmo tempo, mostrar que são parte da sua realidade. (SOUZA, 2010 p. 53)

O autor justifica que o ensino da Física Nuclear no Ensino Médio foi escolhido para o trabalho devido à importância que os discentes dão ao tema, pois o mesmo desperta a curiosidade e o interesse pela sua aplicação nos meios tecnológicos, de acordo com pesquisas (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). No estudo, foi feita uma pesquisa com os professores de Natal, na qual se questionou qual livro era adotado nas escolas e como era trabalhado o tema em foco. Após a realização da pesquisa, houve uma análise dos livros de Física mais utilizados nas escolas, especificamente sobre as abordagens da Física nuclear nos livros didáticos do Ensino Médio. A análise utilizou um questionário elaborado com o objetivo de possibilitar uma comparação entre as obras. Ao todo, foram analisadas cinco obras didáticas.

Ademais, foram analisados alguns artigos, dissertações e teses que tratavam do tema e posteriormente foram categorizados em: formação de professores; instrumentação didática e intervenção em sala de aula no Ensino básico.

Assim, a proposta de Ensino CTS é, a partir das Usinas Termonucleares no Nordeste, provocar uma mudança na postura dos discentes em relação às questões de grande relevância, o que pode provocar mudanças sociais e culturais em toda região. Os autores acreditam que somente através da educação o discente poderá analisar as consequências da implantação de

uma usina termonuclear, compreendendo a sua importância, sua contribuição na produção de energia elétrica e também entender os problemas que poderão ser gerados como, por exemplo, o lixo nuclear e o temor de um acidente. Para despertar isso nos alunos, foram realizadas diversas atividades, envolvendo jogos de papéis, entrevistas, enquetes, audiência pública, plebiscito, todos tendo como referenciais questões controversas envolvendo a implantação de uma usina termonuclear.

A dissertação apresenta, portanto, um tema atual, sendo que o autor procurou enfatizar a formação social do discente, tendo como orientação a CTS, além de resgatar o currículo de Ciências. A escolha do tema Energia Nuclear foi justificada, primeiramente, por este estar contido no Ensino de Física Moderna e Contemporânea e que, segundo pesquisas, desperta interesse discente, passível de identificação em seu cotidiano. O livro didático é analisado a partir de quesitos elaborados conforme diversos trabalhos acadêmicos tidos como referência.

**8. Dissertação: DOMINGUINI, Lucas. O conteúdo Física Moderna nos livros didáticos do PNLEM.** 2010, 162f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Extremo Sul de Santa Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Educação, Criciúma.

Essa dissertação faz um resgate histórico sobre as pesquisas referentes aos livros didáticos, o que materializa o estudo por mais de trinta anos, motivados pela preocupação em acompanhar a qualidade do livro didático e a evolução do processo educativo. O autor considera o livro como ferramenta essencial no processo de ensino aprendizagem e ressalta essa importância pelo Governo ao criar um programa de distribuição de livros didáticos nas escolas públicas, descrito na dissertação.

O autor ressalta que o Programa Nacional do Livro do Ensino Médio – PNLEM dá autonomia para os docentes de cada escola escolher o livro que deseja trabalhar, sendo que essa escolha é realizada a partir de uma análise ampla da obra, desde o material utilizado até os textos e exercícios apresentados.

Segundo o autor, o desejo de pesquisar sobre a Física Moderna e Contemporânea surgiu ainda na graduação, momento no qual se observou que os cursos de engenharia pouco estudavam o tema. E para confirmar a gravidade do problema, o autor verificou em pesquisas realizadas nos livros de Física dos anos 1980 e 1990 que tal assunto pouco aparecia nos livros. Assim, afirma:

Ao analisar os livros didáticos de Física das décadas de 1980 e 1990, Wu (2000) destaca a existência de um núcleo comum nas obras deste período, que compreende os estudos da Física Clássica (mecânica, termologia, ondulatória, óptica e eletromagnetismo), enquanto os estudos referentes à Física Moderna são raramente abordados. Quando o são, estão presentes em capítulos específicos ou apenas citados de maneira dispersa entre os temas da Física Clássica. (DOMINGUINI, 2010, p.20)

Essa dissertação tem como objetivo avaliar o conteúdo de Física Moderna nos livros selecionados no PNLEM/2008 a partir de uma análise do aprofundamento do nível da informação sobre Física Moderna e a forma na qual os alunos conseguem absorver tais conhecimentos. Além de analisar os aspectos teóricos, didáticos, metodológicos e históricos sobre a Física Moderna contida nas obras.

A importância da Educação na formação humana também é bastante abordada na obra, o autor destinou um capítulo para esse fim, pois considera que a educação contribui de forma direta para a emancipação do discente, pois somente após passar por um processo de ensino-aprendizagem o indivíduo terá melhores condições de viver em sociedade, compreendendo suas relações e vivenciando sua cidadania de forma plena.

No trabalho, discute-se a relação entre a Educação e a Sociedade, a natureza da Educação, o domínio dos conteúdos específicos e a articulação das atividades educativas com as lutas de classes, explicitando a importância da educação e a sua influência na vida do indivíduo, sendo que para atingir uma educação na perspectiva emancipadora se faz necessário conhecer a formação histórica real da sociedade, em suas dimensões universais e particulares, uma vez que o mundo se desenvolve historicamente determinado e em situações concretas.

O autor desenvolveu um capítulo específico para discutir a produção e a apropriação do conhecimento da Física. O estudo inicia pelo conhecimento científico como produto prático, histórico e social. São levantados diversos conceitos sobre o desenvolvimento do conhecimento e a sua sistematização, além de enfatizar a sua importância para a compreensão da sociedade e das relações humanas, seja no convívio familiar, escolar ou no ambiente do trabalho.

O conhecimento científico desenvolvido em pesquisas e utilizado nos diversos campos do conhecimento, seja na medicina, engenharia, etc, são facilmente identificados em produtos e serviços. Logo, para esse conhecimento chegar ao ambiente escolar e fazer parte do currículo de Física, o mesmo deve passar por algumas adaptações. O autor assegura:

Antes de ser levado ao aluno, o conhecimento científico sofre um processo de transformação, reelaboração e organização para fins didáticos. O conhecimento científico é, portanto, transposto em conhecimento escolar. Estes, por sua vez, encontram-se organizado na forma de conteúdos escolares. (DOMINGUINI, 2010, p.77)

O livro didático foi discutido, explicitando-se a sua importância para a formação do discente, visto que nele se encontra o conhecimento humano organizado de forma sistêmica com o objetivo de garantir a transmissão dos conhecimentos desenvolvidos ao longo do tempo. Os livros distribuídos nas escolas públicas são avaliados para assegurar a qualidade da obra em todos os seus aspectos. Constituem a ferramenta mais utilizada pelos professores na prática docente, norteando os planos didáticos. Nesse sentido, o autor:

O livro didático, além de um apoio instrumental nas aulas de ciências, vem sendo utilizado como um guia metodológico das ações e dos planos didático curriculares. Dentre as funções pedagógicas do livro didático, destacamos a transmissão do conhecimento. Conhecimentos estes que são controlados pela ideologia dominante. (DOMINGUINI, 2010, p.88)

No texto, são destacadas as principais características que o livro deve ter segundo o PNLEM e a LDB. Observa, também, que o ensino da Física Moderna deve ocorrer pela contribuição desse conhecimento ao avanço atingido pelo homem no último século, que alterou de forma significativa sua qualidade de vida, melhorando diversos procedimentos médicos, os meios de comunicação, os transportes, além de inúmeros produtos desenvolvidos a partir de pesquisas realizadas nessa área. Dessa forma, esse conhecimento precisa ser inserido no currículo escolar, como é defendido pelo autor. Veja:

Compreender o atual avanço tecnológico e os caminhos pelo qual a ciência moderna trilha requer, entre outros fatores, a apropriação dos conceitos da Física Moderna. Como podemos discutir com nossos alunos o desenvolvimento das tecnologias nucleares, sejam elas para fins pacíficos como a produção de energia, ou armamentista, como no caso das bombas nucleares, se nossos conhecimentos não abrangem essa área? Defendemos a inserção desse ramo da ciência no Ensino Médio, como uma nova forma de pensar, em primeiro lugar, a realidade natural em que vivemos, e, em segundo lugar, perceber que a realidade social é produto das ações humanas e passível de transformações. (DOMINGUINI, 2010, p.95)

O trabalho é finalizado com a pesquisa sobre a Física Moderna encontrada nos livros de Física selecionados do PNLEM. O resultado da pesquisa foi apresentado em quatro etapas: a primeira apresenta o que o autor informa no Manual do Professor e as informações contidas no Catálogo do PNLEM sobre a inserção da Física moderna no Ensino Médio e o conteúdo contido no livro didático; a segunda realiza a análise das questões históricas da Física; o terceiro tópico expõe os dados relativos à abordagem desse conteúdo pelos autores; e o quarto

tópico verifica os aspectos didáticos e metodológicos utilizados pelo autor para expor esses conhecimentos relativos à Física Moderna.

**9. Dissertação:** RAMOS, Frederico Augusto. **Energia e Sustentabilidade no ensino de Física:** Leituras da matriz energética Brasileira. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Programa de Pós-Graduação de Interunidades em Ensino de Ciências, São Paulo.

Nessa dissertação, o autor faz uma análise sobre a matriz energética adotada no Brasil, partindo do conceito geral de energia e a sua importância para as atividades cotidianas do homem, pois, muito se comenta sobre as mudanças provocadas no planeta pela ação do homem, temas como aquecimento global, reciclagem, sacolas plásticas, créditos de carbono, carros elétricos, conservação de recursos naturais estão presentes no cotidiano social.

Nesse sentido, torna-se cada vez mais necessário que se produza de forma sistêmica um material educativo sobre a “Energia” com o objetivo de criar condições de formar e conscientizar o maior número possível de estudantes sobre o uso da energia, sua produção e suas consequências para a condição de vida no planeta Terra.

Assim, o tema “Energia” é discutido através da metodologia do Ensino de Física, além de estar presente em outras disciplinas como a Química, a Biologia, Educação Física e Geografia, ocupando uma posição de grande importância, pois pode ser facilmente identificado em diversos aparelhos e objetos presentes na vida das pessoas. O autor assegura:

O uso da energia nas residências, nos processos de fabricação industrial, nos meios de transportes, na preparação dos alimentos, são apenas alguns exemplos de como a energia é indispensável na nossa vida. Assim, é fundamental que o estudo da energia na escola esteja presente, seja enfatizado e muito bem elaborado, contribuindo para a formação do cidadão conscientes da implicação do uso de cada forma de energia. (RAMOS, 2011, p.10)

No trabalho, são citados dezessete artigos e pesquisas referentes ao tema, que é desenvolvido sobre diversos aspectos, dentre eles, pode-se destacar a concepção dos alunos e professores sobre o conceito de energia, abordagens teórico e metodológico sobre a energia, propostas e análise de propostas sobre o ensino de energia em sala de aula, além do mesmo também aparecer em muitos trabalhos relacionados à energia com a temática meio ambiente. E, por fim, há trabalhos que relacionam a sociedade e seu desenvolvimento tecnológico e

social com o domínio da produção e uso dos diversos tipos de energia.

Essa dissertação foi desenvolvida tendo como referência a temática energia, seguindo a sua relação com a sociedade e seu desenvolvimento tecnológico e social, além da sustentabilidade. Deu-se a partir de informações disponibilizadas pelo Ministério de Minas e Energia sobre a matriz energética nacional referente a sua produção e distribuição, sendo desenvolvido um roteiro visando explorar o tema para fins didáticos, usando as ideias e propostas no âmbito Ciências, Tecnologia e Sociedade – CTS, e de uma educação ambiental crítica.

Os principais tipos de energia são conceituados, destacando as suas vantagens e sua produção. No trabalho, são citadas a energia dos combustíveis fósseis, a energia da biomassa, a energia mecânica das águas, a energia dos núcleos atômicos, a energia dos ventos e a energia solar.

Foi realizada a quantificação do consumo domiciliar a partir da construção de uma tabela que relaciona o aparelho, potência, tempo de uso e o consumo mensal. Dessa forma, ao se chegar aos valores de energia envolvidos, comparou-se com outras formas de energia. Toda a energia produzida no Brasil é descrita no Balanço Energético Nacional – BEN, no qual há detalhes de como é a produção, a distribuição e o consumo da energia. O documento está disponível no Ministério das Minas e Energia, sendo que no trabalho foram analisados os índices referentes aos consumos de 2007, 2008 e 2009.

A partir dessas análises, foram elaboradas propostas de atividades com o objetivo de fomentar informações sobre a energia produzida, distribuída e produzida no Brasil. A proposta é composta de sete atividades:

1. Observando e discutindo a matriz energética Brasileira
2. Sustentabilidade e renovabilidade
3. Sustentabilidade e impactos ambientais
4. Sustentabilidade e desigualdade
5. Sustentabilidade e desenvolvimento I
6. Sustentabilidade e desenvolvimento II
7. Sustentabilidade e eficiência

As atividades são desenvolvidas através de textos e questionários que levam os discentes a fazerem uma reflexão sobre a matriz energética nacional e a sua influência sobre o

desenvolvimento tecnológico, os impactos ambientais e a vida do homem.

Nessa dissertação, o autor realizou uma pesquisa sobre a matriz energética nacional focalizando não somente a produção de energia elétrica, mas também as diversas formas de energia utilizada pelo homem. Assim, esse trabalho esclarece de forma simples o potencial energético nacional e a equivalente entre as diversas unidades utilizadas para quantificar a produção de energia. É proposta uma série de atividades para serem desenvolvidas em sala de aula com o objetivo de informar acerca do uso e produção de energia e seus impactos sobre a natureza.

Vale enfatizar que em todos os trabalhos citados, sendo artigos, apostilas e dissertações, foram levantados os pontos principais desenvolvidos. Eles apresentaram informações atuais sobre a temática em estudo, alguns desenvolvendo estudos e análises de livros, outros apresentando experiências e roteiros de estudo. Destarte, tais trabalhos citados e analisados contribuem para o aprofundamento para o estudo do tema.

A nossa proposta de trabalho segue a linha da pesquisa sobre o livro didático dando ênfase à temática “Energia Nuclear”, destacando a importância dos discentes terem informações sobre o tema e seus impactos sobre o planeta. Além de observar se houve uma evolução no tratamento do tema presente nos livros didáticos de Física.

## **2 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS**

### **2.1 Nosso entendimento do tópico energia nuclear**

A unidade temática “Energia Nuclear” é algo presente no cotidiano do homem, podendo ser observada em reportagens de revistas como, por exemplo, na revista Veja, que apresenta a seguinte manchete: “De Hiroshima a Fukushima – É o fim da era nuclear?”. Nesse texto jornalístico, constituído por treze páginas, aborda-se o acidente na usina nuclear de Fukushima I, localizada no Japão, além de tecer comentários sobre o ataque nuclear na 2ª Guerra Mundial nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, locais nos quais foram lançadas bombas atômicas, seus efeitos sobre o ambiente e sobre os seres vivos. A reportagem também traz um questionário com quinze perguntas com respostas sobre a energia nuclear, tendo o intuito de tirar dúvidas do leitor sobre o acidente e uso da energia nuclear. (UM INVERNO NUCLEAR?. Veja, n. 2209, mar. 2011.)

A usina em comento utilizava a energia nuclear para produzir energia elétrica e, devido ao terremoto provocado por um tsunami, teve sua estrutura física comprometida, o que gerou falhas no sistema de resfriamento e, conseqüentemente, a liberação de uma grande quantidade de radiação para o ambiente, provocando a contaminação. Por conseguinte, a população teve de ser evacuada para um local seguro.

Esse fato causou discussões em todo mundo sobre a eficiência na utilização dessa matriz energética e a segurança dessas usinas, que deveriam, em caso de acidentes naturais, falhas de equipamentos ou ainda humanas, promover de maneira eficaz o controle de vazamentos radioativos. Muitos países, logo após o acidente de Fukushima, como Itália e Alemanha, divulgaram que iriam reduzir a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear, pois temiam um acidente nuclear semelhante. O Brasil, por sua vez, está fazendo novos investimentos no setor nuclear para ampliar o número de usinas em funcionamento e melhorar as existentes, aumentando, assim, a produção nacional de energia elétrica.

Outro acidente envolvendo a energia nuclear ocorreu em Goiânia, em 13 de setembro de 1987. Uma cápsula de césio 137, contida em um aparelho de raio-x, que foi abandonado em um hospital, foi violada por catadores de papel de um ferro velho por acharem que se tratava de sucata. O aparelho foi desmontado e repassado a terceiros, o que gerou um aumento na contaminação. Após a violação, os catadores ficaram encantados com a substância que emitia uma luz azul muito brilhante, resolvendo, então, levar a substância para suas casas, distribuindo entre os familiares e vizinhos. O material causou contaminação do solo, provocou morte de diversas pessoas e doenças em outras. O episódio levantou a discussão sobre as normas de segurança destinadas aos aparelhos que utilizam a radiação, seu armazenamento e seu destino após uso. O acidente com Césio-137 foi o maior acidente radioativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido fora das usinas nucleares. O acidente radioativo produziu, segundo o artigo denominado *Acidente radiológico de Goiânia*, 6000 toneladas de lixo radioativo que estão em um depósito na cidade de Abadia de Goiás, o qual deverá ficar por 180 anos.

Em 1986, um acidente envolvendo usina nuclear ocorreu em Chernobyl, na Ucrânia, antiga União Soviética. Com a explosão do reator nuclear, houve um grande vazamento de radiação, o que provocou a morte de dezenas de pessoas e a contaminação de uma vasta área.

Apesar desses e outros acidentes que ocorreram com a energia nuclear, ela é considerada uma energia limpa, pois a sua utilização para produzir energia elétrica não causa dano ao meio ambiente, visto o resíduo do processo lançado no ambiente é o vapor de água.

Os outros resíduos são armazenados, seguindo rígidas normas de segurança.

Além da aplicação na produção de energia elétrica, a energia nuclear é utilizada para outros fins, como por exemplo, na saúde é usada no tratamento e diagnósticos de doenças; na indústria é usada em diversas aplicações, principalmente na medição de espessuras, controle da qualidade de junções de peças metálicas e de vazões de líquidos. Além do mais, é muito utilizada em pesquisas de meio ambiente, na agricultura, na alimentação de animais e no controle de pragas.

Com tantas aplicações da energia nuclear, é necessário que na última etapa da educação básica, ou seja, no Ensino Médio, o aluno tenha contato com as informações sobre essa forma de energia, sua obtenção e uso.

Na sociedade contemporânea, o conhecimento científico é cada vez mais valorizado, principalmente devido a crescente influência que a tecnologia apresenta no dia-a-dia do ser humano. Por esse motivo, vê-se que hoje não é mais possível pensar na formação de um cidadão crítico que esteja à margem do saber científico.

Enfatiza-se que vivemos em um mundo globalizado, onde as informações se deslocam com uma grande velocidade. As invenções, as descobertas, os avanços tecnológicos nos mais diversos campos dos conhecimentos estão à disposição das pessoas em um tempo muito pequeno. E, nesse cenário, o ensino de Física tem uma grande contribuição para a formação do aluno. Os PCN para o Ensino Médio afirmam:

A Física é um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo em que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias. (BRASIL, 1998, p.22).

Essa velocidade de transmissão de informações e conhecimentos tem provocado mudanças sociais no mundo, o cotidiano das pessoas sofreram alterações, foram incorporados vários hábitos com o desenvolvimento de novos produtos e serviços, e, com isso, a demanda de energia tem aumentado em progressão geométrica. Por outro lado, a produção de energia tem aumentado de forma linear, pois a falta de investimento para ampliar a produção, distribuição e/ou o desenvolvimento de novas formas de produção de energia levou o Brasil a sofrer ao longo do tempo diversos apagões – uma interrupção repentina de energia elétrica, causada pela baixa produção e alto consumo, por quedas de raios, falhas de equipamentos e/ou falhas humanas.

No Brasil, a energia elétrica é produzida utilizando várias matrizes, a hidrelétrica é a

mais usada, porém, em menor escala se usa a eólica, a solar, a termoelétrica e a nuclear. Com a incorporação da energia à rotina humana, e com seu crescente consumo, ficou evidente a necessidade do aumento da produção, logo as diversas matrizes energéticas atuais precisam ser utilizadas para atender a população. Conforme Rebouças, Braga e Tundisi (2006), no Brasil, a produção energética provem aproximadamente de 97% de usinas hidrelétricas e no mundo atinge 25%.

A energia nuclear está ligada diretamente ao avanço tecnológico de um país, pois o domínio de sua obtenção necessita de um grande investimento na formação de uma mão-de-obra altamente qualificada e especializada na área, além de uma estrutura física apropriada. Nesse contexto, o Brasil está inserido no cenário mundial de países que utilizam a energia nuclear na produção de energia elétrica e também em outras áreas.

O Brasil possui atualmente duas Usinas Nucleares: A Angra dos Reis I e Angra dos Reis II, e está em início de construção da usina Angra dos Reis III. Essas usinas fazem parte da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, localizadas no estado do Rio de Janeiro, na cidade de Angra dos Reis. Segundo dados da Eletronuclear, no ano de 2011, as usinas nucleares forneceram cerca de 30% da energia elétrica consumida pelo Rio de Janeiro e com a implantação da terceira usina nuclear estima-se que a energia fornecida chegará a 60%.

Para construir a usina Angra dos Reis I, a Eletrobras realizou uma concorrência internacional, vencida pela empresa americana Westinghouse. O contrato previa a construção sem o repasse da tecnologia usada. Já a usina de Angra dos Reis II foi construída com uma parceria do Brasil e Alemanha, sendo repassada a tecnologia utilizada na construção e funcionamento da mesma. Atualmente a Usina Angra I funciona com PWR, 657 MW e a Usina Angra II funciona com PWR, 1350 MW.

Os planos de diversificação da matriz elétrica brasileira preveem, além de usinas com outras fontes de combustível, a construção, até 2030, de 4 a 8 usinas nucleares, localizadas no Nordeste e no Sudeste do Brasil. Escolhas de sítios, tipos de reator e outras questões estão em estudos no país por intermédio da Eletrobras Eletronuclear.

Com todas essas informações repassadas constantemente pelos meios de comunicação de massa ou ainda inseridas em revistas, livros e jornais específicos, faz-se necessário que o ensino possa contribuir de forma direta na formação de um aluno atualizado e dinâmico com os conhecimentos científicos atuais. Segundo os PCN, os professores devem ensinar uma Física que contemple os fenômenos físicos presentes no universo, desde a formação do cosmos até uma leitura de uma simples conta de energia. Assim, o documento esclarece:

Apresentar uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão as formas de comunicação. Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diversas fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. (BRASIL, 1998, p.22)

Muitas dúvidas surgem acerca da utilização e produção da energia nuclear, por se tratar de conhecimentos que necessitam de estudos mais pontuais para sua compreensão, pois as informações de senso comum associam à energia nuclear na maioria das vezes à produção de bomba atômica, à contaminação do meio ambiente, à produção de lixo atômico, à radiação, enfim, de uma maneira geral, ela está associada somente a coisas que são prejudiciais ao homem.

Os benefícios provenientes da energia nuclear, por falta de informações, quase sempre não são conhecidos pelos estudantes. Em consonância a isso, os PCN afirmam que o ensino de Física não deve tratar apenas de elaborar novas listas de tópicos de conteúdos, mas, sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. (BRASIL, 1998, p.22).

Em pleno século XXI não é mais aceitável que alunos do Ensino Médio não detenham conhecimentos sobre as várias formas de energia, e em especial sobre a energia nuclear. Essas informações ajudam na formação de um aluno crítico, detentor de uma postura ética baseada em informações técnico-científicas acerca dessa fonte energética, pois somente após ter a compreensão do processo o aluno terá condições de posicionar-se diante do assunto.

O estudo de Física no Ensino Médio, portanto, mostrou-se com deficiência ao longo do tempo no que se refere ao estudo da energia nuclear, pois uma parcela dos livros didáticos utilizados não contemplavam esse assunto e os poucos que tratavam, o faziam de maneira superficial e quase sempre descontextualizada. Com a implantação dos programas governamentais destinados à avaliação e seleção dos livros didáticos de Física para o Ensino Médio, uma melhoria nesse aspecto foi esperada, pois os livros tiveram de ser mais contextualizados e atualizados. Destarte, segundo Souza (2009):

Pequenas mudanças e avanços estão sendo percebidos no que se refere à presença de tópicos de FMC em livros didáticos para o EM, embora sejam geralmente colocados nos finais do livro, como se estivesse apenas apresentando uma satisfação aos órgãos oficiais que reiteram a necessidade da presença de tais tópicos. Entretanto, é evidente que tais tópicos não são normalmente apresentados aos alunos, devido às poucas aulas de Física. (SOUZA, 2009, p.51)

Assim, segundo os PCN do Ensino Médio, etapa final da educação básica, o livro didático deverá contribuir para a formação do aluno. O documento ressalta:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. (BRASIL, 199, p.22)

Dessa forma, o tema “Energia Nuclear”, devido a sua importância, deverá fazer parte dos conteúdos desenvolvidos ao longo do Ensino Médio, para que o aluno tenha conhecimento sobre essa fonte energética, sabendo como a mesma é obtida, suas aplicações e seus benefícios e malefícios para o meio ambiente e para todos os seres vivos.

Segundo Santos Neto (2007), o ensino das ciências deverá ser mais próximo da realidade do aluno, tornando a disciplina de Física mais agradável e fácil de ser compreendida. Ele afirma:

Segundo apontam pesquisas nacionais e internacionais na área de ensino de física nas últimas décadas, muitos esforços têm sido realizados, principalmente nas escolas do ensino médio, para que o ensino se torne mais dinâmico e próximo do universo cotidiano dos alunos e da cultura de modo geral. Preocupa-se também em buscar elementos que possam motivar os alunos no intuito de aprenderem de maneira significativa os conteúdos da física. Apesar das dificuldades dos resultados dessas pesquisas chegarem efetivamente às salas de aula, a maior parte delas prega a necessidade de novas abordagens metodológicas e conceituais em contraponto às tradicionais que há muito se fazem presentes no ensino da física. De maneira geral, as pesquisas evidenciam a necessidade de novas propostas que não se baseiem na simples memorização de fórmulas e conceitos, ou na mera resolução mecânica e exaustiva de problemas e exercícios sem instigar a curiosidade e o desejo de querer aprender para além das provas e testes escolares. As pesquisas em ensino de física, além de tratarem dos conteúdos disciplinares visando a instrução e a aprendizagem, têm explorado aspectos complementares ao extenso universo conceitual desta disciplina. Para isso, têm buscado alternativas na história, filosofia e epistemologia da ciência. Estas áreas são capazes de evidenciar o lado social e humano da atividade científica, de se integrarem aos produtos da ciência tornando-a potencialmente mais significativa e mais abrangente. (SANTOS, 2007, p.01)

E, dessa maneira, o professor utilizando um material didático que contemple os conteúdos de Física, que poderá ser um livro selecionado por programas governamentais acrescidos de outros materiais disponíveis, como vídeos, livros paradidáticos, jogos ou experiências, poderá desenvolver aulas mais dinâmicas, que envolvam os alunos no universo da disciplina, deixando bem claro a importância e as contribuições da Física para o

desenvolvimento da humanidade. Com isso, haveria o favorecimento da formação de uma cultura científica entre os discentes.

Dominguini (2010 p.14) ressalta que os conteúdos de ensino são os conhecimentos científicos, acrescidos das habilidades, valores, hábitos, ideias, convicções, atitudes, organizados didaticamente para serem transmitidos pelo professor e assimilados pelos alunos. E, nesse sentido, Libâneo (1990, p. 448) complementa:

Podemos dizer que os conteúdos retratam a experiência social da humanidade no que se refere a conhecimentos e modos de ação, transformando-os em instrumentos pelos quais os alunos assimilam, compreendem e enfrentam exigências teóricas e práticas da vida social. Constituem o objeto de mediação escolar no processo de ensino, no sentido em que a assimilação e compreensão dos conhecimentos e modos de ação se convertem em idéias sobre as propriedades e relações fundamentais da natureza e da sociedade, formando convicções e critérios de orientação das opções dos alunos frente às atividades teóricas e práticas postas pela prática social.

## **2.2 A grade de análise**

Para a avaliação dos livros didáticos foram elaborados quesitos de análise com o objetivo de desenvolver uma metodologia de análise e estabelecer parâmetros de comparação entre as obras didáticas. Os quesitos tiveram referência inicial dos trabalhos de ZORZI (2006), SONZA (2007) e SOUZA (2010), por serem trabalhos apoiados em Ciências, Tecnologia e Sociedade CTS, e que tinham o objetivo de pesquisar sobre a Física Nuclear, Física Moderna e radiação, além da prática docente e o livro didático de Física.

Além dessas referências, também foram considerados os pressupostos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ano de 2012, do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM) do ano de 1996, dos Parâmetros Curriculares Nacionais de 1999 (Ensino Médio), das Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (DCNEM) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais Mais (PCN+) e os Referenciais do Maranhão.

Os Programas apresentam recomendações gerais sobre a qualidade das obras didáticas em diversos aspectos, seja em relação à estrutura física, como normas acerca das dimensões, tipo de material, cor e tamanho das letras, a legibilidade do verso etc. Por outro aspecto, os programas também avaliam o conteúdo didático dos livros inscritos, analisando os conceitos, as ilustrações, as atividades, a coerência das informações contidas nos textos, as propostas de pesquisas e atividades, se as coleções dos livros seguem a mesma proposta didática etc. Conforme essas orientações gerais obtidas das análises desses programas foram elaboradas

quatro listas de quesitos a serem atendidos nos aspectos supracitados.

A análise do livro se concentra na unidade temática Física Nuclear e no uso da energia nuclear na produção de energia elétrica. Acredita-se que “energia” é um tema atual, relevante, presente na sociedade e que está associada ao domínio e ao grande avanço tecnológico atingido por um país, sendo um conhecimento primordial para a compreensão da produção, utilização, avaliação dos riscos de acidentes nucleares, enfim, os benefícios e malefícios do uso de tal fonte energética.

A análise dos livros está dividida em:

- a) Análise dos textos
- b) Análise das atividades
- c) Análise das ilustrações
- d) Análise do Manual do professor

Para analisar os textos do livro didático foi elaborado um quadro de análise com 10 quesitos com o objetivo de verificar se apresentam informações corretas, contextualizadas e que favorecem a compreensão dos conhecimentos físicos, além de observar se os conteúdos estão distribuídos em uma sequência didática que pode facilitar a aprendizagem dos discentes. Observou-se também se o texto transmite valores que favorecem a formação de uma consciência ambiental e se há informações sobre a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear, sobre os acidentes ocorridos e ainda informações sobre a energia nuclear no Brasil.

**Quadro 4: Itens utilizados como referência para as análises dos livros didáticos em relação a composição geral dos seus textos**

Item	Descrição
1	O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?
2	O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?
3	Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?
4	O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?
5	O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?
6	O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?
7	Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?
8	Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?
9	O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseado em conhecimentos científicos?
10	O texto apresenta sugestão de algum experimento?

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Em relação às atividades propostas, foram elaborados quatro quesitos com o objetivo de avaliar as atividades oferecidas aos discentes, pois as mesmas são de grande importância para a compreensão dos conteúdos desenvolvidos, podendo inclusive ampliar as informações através de exercícios contextualizados e atuais. Nessa avaliação, questionou-se se as atividades propostas estavam relacionadas com os conteúdos trabalhados, com as questões éticas, políticas, sociais ou ambientais, se havia propostas para serem desenvolvidas em grupos e ainda se as atividades contribuíam para o desenvolvimento do senso crítico em relação ao tema estudado.

**Quadro 5: Itens utilizados como referência para as análises dos livros didáticos em relação as suas propostas de atividades**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?

**Fonte:** Elaborado pelo autor

As ilustrações também foram avaliadas devido a sua importância no processo de aprendizagem, podendo ser utilizadas para representar um fenômeno físico, uma experiência, um ambiente, etc.

As ilustrações foram avaliadas em relação ao seu objetivo e sua relação com o texto, à sua identificação, se retratam a realidade e se mantêm uma proporcionalidade com as informações verbais.

Quando representam a realidade de forma errada ou incompleta, podem prejudicar a formação do aluno. Na avaliação do livro didático feito por BENEVIDES (2009), focalizando as usinas hidrelétricas foi constatado diversas ilustrações com erros. Veja:

[...] é apresentada uma figura na página 314, (FIG. 53) muito pobre de detalhes com o transformador suspenso no ar, um volume de água no canal de fuga superior à represa, contrariamente ao real em que a água à jusante é, na maioria das vezes reduzida, em relação à montante. Também é ilustrado um possível circuito trifásico inacabado. (BENEVIDES, 2009, p.150)

[...] página 377, (FIG. 58) a seguir, foi inserido um esquema ilustrativo bastante simplificado, dando a impressão de uma possível usina estar suspensa sobre a água. Novamente saem apenas dois fios do transformador. (Indo para onde?) (BENEVIDES, 2009, p.153)

**Quadro 6: Itens utilizados como referência para as análises dos livros didáticos em relação as suas ilustrações**

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>
1	As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto?
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?

Fonte: Elaborado pelo autor

O Manual do Professor é um componente essencial na obra didática e tem o objetivo de explicar a composição didática, sugerir a distribuição dos conteúdos no período letivo, além de disponibilizar a resolução das atividades propostas e sugerir outras atividades com o objetivo de complementar as aulas, tais como: filmes, livros, visitas técnicas e experiências.

Foram elaborados três quesitos para a avaliação do Manual do professor, referentes à maneira de utilização do livro, as propostas de atividades e as sugestões de resolução das questões.

**Quadro 7: Itens utilizados como referência para a análise do Manual do Professor**

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?
2	Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?
3	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3 ANÁLISE DE DADOS

Observa-se que, na metodologia de análise adotada, a cada livro analisado é feito o preenchimento de tabelas com os quesitos propostos para avaliação dos textos, das atividades, das ilustrações e do manual do professor. São acrescentados ainda comentários sobre cada obra didática.

#### 3.1 O posicionamento dos professores

Um questionário com seis perguntas abertas foi distribuído entre oito professores de Física da rede pública estadual da cidade de Imperatriz-MA, pretendendo conhecer um pouco mais sobre o ensino de Física Nuclear. Com o objetivo principal de sondagem, esse questionário procurou verificar o conhecimento dos professores sobre a abordagem da Física Nuclear nos livros didáticos de Física recomendados pelo Programa Nacional de Livros Didáticos, além de saber que livros foram selecionados nos programas, quais os recebidos e se neles houve mudanças. Também o professor foi indagado sobre que aspectos ele mais gosta e o que menos gosta no livro didático adotado na escola, e especificamente sobre o tema Física Nuclear, buscou-se descobrir os aspectos que o professor acha mais adequados e menos adequados na abordagem do livro e como esse professor avalia as sugestões oferecidas pelo Manual do Professor. Ainda foi perguntado ao professor se o mesmo tem alguma sugestão para complementar o livro didático e o seu respectivo manual.

No questionário, além de perguntas acerca do livro em uso e dos programas nacionais do livro didático, foi colocada uma parte intitulada “Caracterização do Professor”, cuja finalidade era obter informações relativas ao professor, como sua idade, formação, tempo de experiência, instituição na qual se formou, carga horária semanal, turno de trabalho e escolas que leciona.

Os professores foram escolhidos seguindo o critério de ser docente da rede pública Estadual e lecionar a disciplina de Física, dentre as principais escolas da rede pública Estadual da cidade de Imperatriz-MA. As dez escolas selecionadas estão localizadas no centro e nos bairros próximos e são:

1. CEEM Edson Lobão
2. CEEM Nascimento de Moraes
3. CEEM Graça Aranha

4. CEEM Castelo Branco
5. CEEM Urbano Rocha
6. CEEM Governador Acher
7. CEEM Dorgival Pinheiro de Sousa
8. CEEM Mourão Rangel
9. Escola Militar Tiradentes
10. CEEM Supletivo

Conforme análise das respostas dos questionários respondidos pelos docentes, constatou-se que seis professores participaram de uma reunião que teve como objetivo a escolha do livro didático de Física. Um professor afirmou que não houve discussão para a escolha do livro didático na escola que leciona. E apenas um outro informou que, ao iniciar seu trabalho na escola, o livro já havia sido escolhido, portanto o mesmo não participou da escolha do livro adotado.

Tratando-se do livro escolhido em cada escola, notou-se que em três escolas o livro escolhido pelos professores não foram os mesmos que a escola recebeu para distribuir para os alunos. Vejamos os casos:

Escola 1:

Livro escolhido: Física – Ciência e Tecnologia. Ed. Moderna

Livro recebido: Física. Ed. Saraiva

Escola 2:

Livro escolhido: Física – Ciência e Tecnologia. Ed. Moderna

Livro recebido: Física. Ed. Saraiva

Escola 3:

Livro escolhido: Curso de Física. Ed. Scipione

Livro recebido: Física aula por aula. Ed. FTD

Em cinco escolas o livro escolhido pelos professores foram os mesmos que a escola recebeu. Os livros escolhidos foram:

1. Curso de Física. Ed. Scipione
2. Compreendendo a Física. Ed. Ática
3. Física para o Ensino Médio. Ed. Saraiva
4. Física aula por aula. Ed. FTD

Na escola que o professor não participou da escolha do livro e também na escola que a diretora trouxe o livro de outra escola, o livro adotado foi Física – Ciência e Tecnologia, da Ed. Moderna.

No PNLD 2012, foram recomendados dez coleções de livros didáticos de Física, porém no Maranhão somente oito coleções foram disponibilizadas aos professores para serem avaliados e adotados para o triênio 2012-2014. Os livros disponibilizados foram:

1. Compreendendo a Física. Ed. Ática
2. Física aula por aula. Ed. FTD
3. Curso de Física. Ed. Scipione
4. Física Ciência e Tecnologia. Ed. Moderna
5. Física em Contextos – Social – Pessoal – Histórico. Ed. FTD
6. Conexões com a Física. Ed. Moderna
7. Física para o Ensino Médio. Ed. Saraiva
8. Física. Ed. Saraiva

As coleções Quanta Física, da Ed. PD, e Física e Realidade, da Ed. Scipione, não foram analisadas pelos professores.

Em relação às mudanças nos livros participantes dos dois programas do livro didático, sete professores enfatizaram que a principal alteração foi quanto à contextualização, conforme se observa nas respostas de dois professores. Observe:

“Eles estão vindo com mais textos, leituras, interpretação e cálculos que envolvem o dia-a-dia, a vida prática do aluno.” (Professor 1)

“O livro didático do PNLEM/2007 era pouco contextualizado, longe da linguagem do ENEM e com muitos comerciais de marcas mundialmente conhecidas. O do PNLEM/2012, os capítulos são mais organizados, as atividades bem mais contextualizadas, ou seja, mais de acordo com o ENEM e nada de propagandas de marcas conhecidas e que pouco acrescentam no conhecimento.” (Professor 2)

Somente um professor não fez o comparativo entre os programas, pois estava afastado da escola no período.

Em relação à opinião do professor sobre o que mais gosta e o que menos gosta no livro didático de Física escolhido, observa-se que o maior número de professores gosta da contextualização e da linguagem simples utilizada nos livros, conforme as seguintes respostas

dos professores:

“Aspectos que mais gosto: bons exercícios, bons textos ricos em informações pertencentes à Física, nada de comerciais” (Professor 3)

“O aspecto que mais gosto: Com certeza é a contextualização feita em todos os conteúdos do ensino médio.” (Professor 4)

E, tratando-se do aspecto que menos gosta, destaca-se o número reduzido de questões, o nível das questões, a abordagem muito técnica, textos extensos, poucos exemplos respondidos e o grande volume do livro. Exemplificam esse posicionamento as respostas que seguem:

“Aspectos que menos gosto: Volumoso, ou seja, muito conteúdo, não compatível com a carga horária extremamente pequena oferecida pelas escolas públicas.” (Professor 5)

“O aspecto que menos gosto: é o fato do livro vir com poucas questões resolvidas pra os alunos assimilarem.” (Professor 6)

Ao serem questionados sobre o que acham adequado ou não adequado na abordagem do livro didático adotado na escola sobre a Física Nuclear, os professores destacaram como adequado os exemplos disponíveis no livro, a linguagem apropriada, as informações sobre a produção e uso dessa fonte energética, a aplicação da Física Nuclear na medicina e as ilustrações. Eles acharam não adequado a linguagem, o formalismo matemático superficial, os exercícios complexos, a falta de informações sobre o histórico do desenvolvimento da área e da produção e a localização do assunto no livro, que sempre está no último capítulo.

Na avaliação dos professores sobre o Manual do Professor, quanto as sugestões para o desenvolvimento do tema Energia Nuclear, a opinião foi unânime em declarar que as sugestões, quando existem, são vagas e sem aplicação prática, além de oferecerem somente a resolução de exercícios.

Segundo os professores, o livro didático ou o Manual do Professor poderiam ser complementados com estudos mais atuais, biografia dos cientistas, aprofundar no formalismo matemático. As questões poderiam ter aplicações no cotidiano do aluno, oferecer sugestões diversas na resolução das questões, sugestões de livros, filmes e experiências, informações sobre a Física Nuclear no Brasil, informações sobre a geração de energia, benefícios, custos e problemas que podem ser causados por essa matriz energética.

Na caracterização do professor, pode-se observar que a idade dos docentes varia entre 30 a 45 anos, e que cinco professores são formados em Ciências, com habilitação em

Matemática, e três são formados em Física. A carga de trabalho semanal varia entre 20 a 60 horas e a experiência profissional varia entre 6 a 21 anos. Em relação ao turno de trabalho, um professor trabalha nos três turnos, dois trabalham em um turno e cinco trabalham em dois turnos. Em relação ao número de escolas que trabalham, um professor trabalha em quatro escolas, quatro professores trabalham em uma escola e três professores trabalham em duas escolas.

Pode-se observar, a partir da análise dos questionários respondidos pelos professores, que o ensino de Física ainda precisa de melhorias, pois apesar da implantação dos programas governamentais de seleção e distribuição do livro didático, o mesmo, na sua execução, apresenta falhas, principalmente no que se refere à disponibilidade de todos os livros selecionados pelo programa para a avaliação dos professores e a garantia de recebimento do livro escolhido pelos docentes.

Enfatiza-se, conforme a análise da maioria dos professores, que uma mudança significativa do livro de Física foi o melhoramento em relação à contextualização dos assuntos desenvolvidos.

A visão dos professores que foram pesquisados foi de suma importância no desenvolvimento, estruturação e concepção do guia didático de Física, pois tendo como referência seus anseios e expectativas por um material disponível que pudesse complementar suas aulas e amenizar as lacunas existentes nos livros didáticos de Física surgiu o guia didático de Física.

### **3.2 Os livros de Física recomendados no PNLEM 2007**

Neste trabalho, são analisados os livros de Física selecionados no Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) de 2007<sup>1</sup>, e os livros selecionados pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLD) de 2012<sup>2</sup>.

---

1 – Publicado no Diário Oficial da União de 01/02/2009, Seção 1, páginas 19 e 20.

2 – Publicado no Diário Oficial da União de 04/12/2009, Seção 3, página 60

No PNLEM 2007, foram selecionados seis livros de Física, sendo três coleções em volumes únicos e três coleções de seriadas (três volumes). Os livros de Física selecionados pelo PNLEM 2007 são apresentados no Quadro 8, seguidos pelos quadros de análise de cada obra.

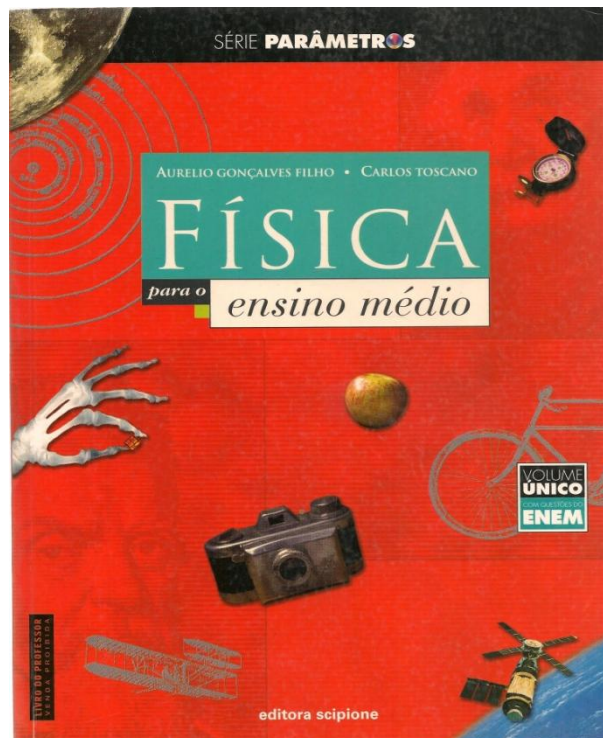
**Quadro 8: Livros de Física recomendados no PNLEM 2007**

<b>Livro</b>	<b>Autor</b>	<b>Editora</b>	<b>Volume</b>
Física	Alberto Gaspar	Ática	Único
Física – Ciência e Tecnologia	Magno Azinaro Torres / Paulo César Martins Penteado	Moderna	1, 2 e 3
Universo da Física	José Luiz Pereira Sampaio / Caio Sérgio Vasques Calçada	Atual Editora	1, 2 e 3
Física	José Luiz Pereira Sampaio / Caio Sérgio Vasques Calçada	Atual Editora	Único
Física	Antonio Máximo Ribeiro da Luz / Beatriz Álvares Alvarenga	Scipione	1, 2 e 3
Física	Aurélio Gonçalves Filho / Carlos Toscano	Scipione	Único

**Fonte: Elaborado pelo autor**

I. GONÇALVES FILHO, Aurelio; TOSCANO, Carlos. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2002. v. único

**Figura 1: Capa de livro – Física para o ensino médio**



Fonte: GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2002.

**Quadro 9: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro utiliza uma linguagem de fácil compreensão, porém as informações acerca da energia nuclear são muito superficiais. Não apresenta a evolução histórica e também não cita os principais físicos que contribuíram para o desenvolvimento da energia nuclear. O livro não destina um capítulo específico para estudar a Física Nuclear, que está inserida na Unidade 3 – “Energia elétrica: produção e distribuição”. O texto da p. 378, com subtítulo “As usinas e a distribuição da energia elétrica”, comenta o processo de obtenção e produção de energia elétrica nas usinas hidrelétrica e termelétrica. Em se tratando da usina nuclear, aborda o processo de obtenção de energia através da utilização do urânio, que é bombardeado por nêutrons e o seu núcleo é desintegrado, liberando energia, usada para vaporizar a</p>

**Quadro 9: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio**

	<p>água. O texto não explica o processo de fissão e fusão, não informa as vantagens e desvantagens de se usar tal matriz energética, também não informa sobre as usinas nucleares brasileiras: Angra I e II e sua produção.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>As informações presentes no livro se limitam a apenas uma breve noção sobre a Física Nuclear no que se refere ao uso da energia nuclear para a produção de energia elétrica.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>Em geral, o livro apresenta uma linguagem simples, clara e de fácil interpretação. Os conteúdos foram divididos em unidades, sendo estas organizadas em capítulos seguindo uma divisão tradicional do currículo de Física. No que se refere à energia nuclear, o livro faz uma pequena abordagem da aplicação desta em usinas nucleares.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O livro aborda somente a aplicação da energia nuclear na produção de energia elétrica em usinas nucleares, sem oferecer maiores informações sobre os processos ou outros exemplos de aplicações.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto, na p. 379, informa que além da usina oferecer riscos de acidentes nucleares, ela ainda produz lixo atômico constituído de substâncias radioativas, cujas emissões perduram por um longo tempo. Comenta também que as usinas podem ser utilizadas por apenas um período compreendido entre 20 a 25 anos. Com essas informações o aluno fica mais esclarecido acerca do tema, despertando a partir desses conhecimentos mais respeito pelas pessoas e pelo ambiente.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto explica o funcionamento de diversas usinas elétricas, dentre elas as usinas nucleares, porém não apresenta o número de usinas em operação no Brasil e nem a produção atual. O livro ainda mostra algumas desvantagens do uso dessa matriz</p>

**Quadro 9: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio**

	energética, porém sem incentivar as discussões sobre o tema.
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O livro não apresenta nenhuma informação sobre o desenvolvimento da Física nuclear, não cita as descobertas ou físicos que contribuíram para o seu desenvolvimento. Em relação à Física nuclear no Brasil também não apresenta nenhuma informação</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O texto não analisa as consequências de nenhum acidente nuclear em usinas nucleares, porém descreve algumas desvantagens do uso da energia elétrica produzida a partir da energia nuclear, tais como: produção de lixo atômico, com elementos radioativos que duram um longo período e podem contaminar o solo, as águas e o ar, além da pequena vida útil de uma usina nuclear.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O texto não apresenta nenhuma sugestão de leituras complementares, filmes ou artigos que poderiam auxiliar na aprendizagem dos alunos.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O livro, além da aplicação da energia nuclear na produção de energia elétrica, não informa outra aplicação de tal fonte de energia.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 10: Análise da proposta de atividades do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades propostas pelo livro estão de acordo com o respectivo assunto. No que se refere à Física nuclear e sua aplicação na produção de energia elétrica, apresenta na p. 380, somente três questões teóricas, de fácil resolução. O livro oferece ao aluno as provas do ENEM de 1998 a 2000.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p>

**Quadro 10: Análise da proposta de atividades do livro Física para o ensino médio**

	O livro, apesar de propor uma série de exercícios, não apresenta atividades para serem desenvolvidas em grupos.
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?  As poucas questões propostas pouco favorecem o despertar de um senso crítico em relação ao tema, pois abordam somente conceitos simples.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?  O livro não promove discussões que enfoquem as questões éticas e políticas. No que se refere à questão ambiental, o tema pode ser discutido na questão da p. 380, nº 19, na qual são cobradas as diferenças entre uma usina termelétrica e uma usina nuclear.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 11: Análise das ilustrações do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto?  A maioria das ilustrações está em conformidade com os textos e favorece a sua compreensão. Algumas são desenhos e outras fotografias.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?  Várias figuras estão corretamente identificadas, apresentando uma legenda e título. As figuras também apresentam uma boa definição de imagens.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?  As ilustrações retratam o esquema de funcionamento de uma usina nuclear, além de apresentar uma fotografia do reator e do prédio da usina. Essas imagens representam a realidade e estão em proporcionalidade com o texto.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 12: Análise do manual do professor do livro Física para o ensino médio**

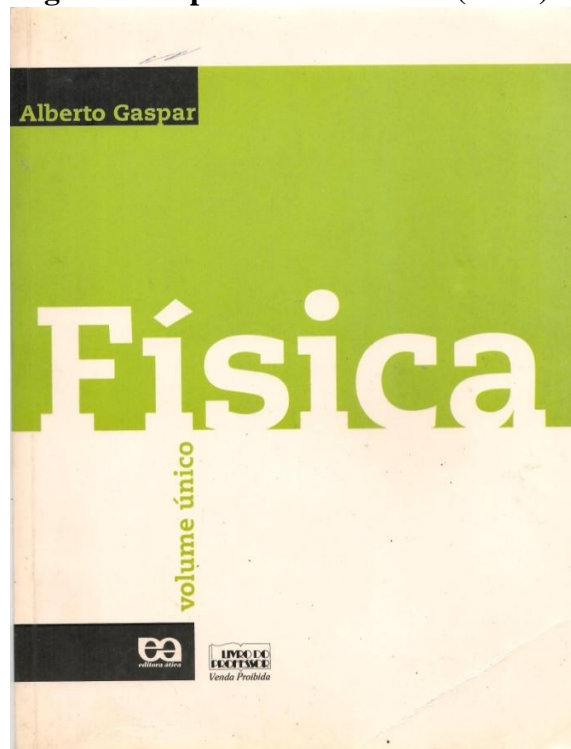
Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual fornece orientações para o professor trabalhar com o livro didático e disponibiliza um texto breve que comenta os capítulos do livro, orientando o professor na sua prática docente.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O livro não apresenta atividades extras que envolvem a temática energia nuclear.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões e apresenta gráficos. As questões estão separadas por capítulo, sendo que aquelas que envolvem cálculos, estes estão apresentados de forma resumida.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

A obra didática analisada apresenta o tema “Energia Nuclear” a partir de conceitos, que nem sempre estão contextualizados. O desenvolvimento da energia nuclear e o programa nacional de energia nuclear não são tratados na obra. As atividades propostas são simples e em pequeno número. As ilustrações são bem explicativas. O manual do professor oferece explicações sobre a obra e a resolução das questões, porém não sugere complementos para enriquecer as aulas.

II. GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática, 2011. v. único

**Figura 2: Capa de livro – Física (Ática)**



Fonte: GASPAR, 2011.

**Quadro 13: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Ática)**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro apresenta um texto simples, bem resumido. Descreve os modelos do átomo, comenta sobre as radiações e os tipos de partículas atômicas, porém não existem comentários sobre a energia nuclear e suas aplicações.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto passa poucas informações sobre Física nuclear.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O conteúdo é trabalhado dentro de uma sequência didática, na qual o aluno constrói seu conhecimento a partir da compreensão de cada capítulo estudado. O livro não disponibiliza texto sobre a obtenção da energia elétrica obtida a partir da energia nuclear.</p>

**Quadro 13: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Ática)**

4	O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas? O livro não comenta sobre as aplicações tecnológicas da energia nuclear.
5	O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas? O texto não busca evidenciar nada sobre a construção desses aspectos referentes ao respeito ao meio ambiente e às pessoas.
6	O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear? O texto não trata desse assunto.
7	Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil? O texto não aborda esse assunto.
8	Analisa acidentes nucleares e suas conseqüências para o meio ambiente? Também não aborda esse assunto.
9	O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos? O texto não sugere nenhuma leitura complementar ou outra fonte de pesquisa para aprofundamento do assunto.
10	O texto apresenta sugestão de algum experimento? Não há sugestões de experimento.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 14: Análise da proposta de atividades do livro Física (Ática)**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos? O livro não apresenta atividades sobre a energia nuclear.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa? O livro não oferece esse tipo de questões.

**Quadro 14: Análise da proposta de atividades do livro Física (Ática)**

3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>As questões não buscam desenvolver no discente um senso crítico sobre qualquer assunto.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>O livro não apresenta questões que envolvem esses temas.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 15: Análise das ilustrações do livro Física (Ática)**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto?</p> <p>As ilustrações utilizadas no livro estão relacionadas com o texto, sendo que a maioria delas é construída no computador, aparecendo, portanto, poucas fotografias.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>Um número grande de imagens não indica a fonte, possuindo somente uma legenda que explica seu significado.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As imagens são claras e retratam bem a realidade à qual se referem. Quanto à obtenção de energia elétrica a partir da energia nuclear, o livro não apresenta nenhuma imagem de usinas nucleares ou do esquema de funcionamento dessas usinas.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 16: Análise do manual do professor do livro Física (Ática)**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual oferece orientações ao professor sobre a utilização do livro didático. Inicialmente, cada unidade do livro é comentada através de um texto-resumo, que fornece informações gerais de cada capítulo. O manual também traz informações</p>

**Quadro 16: Análise do manual do professor do livro Física (Ática)**

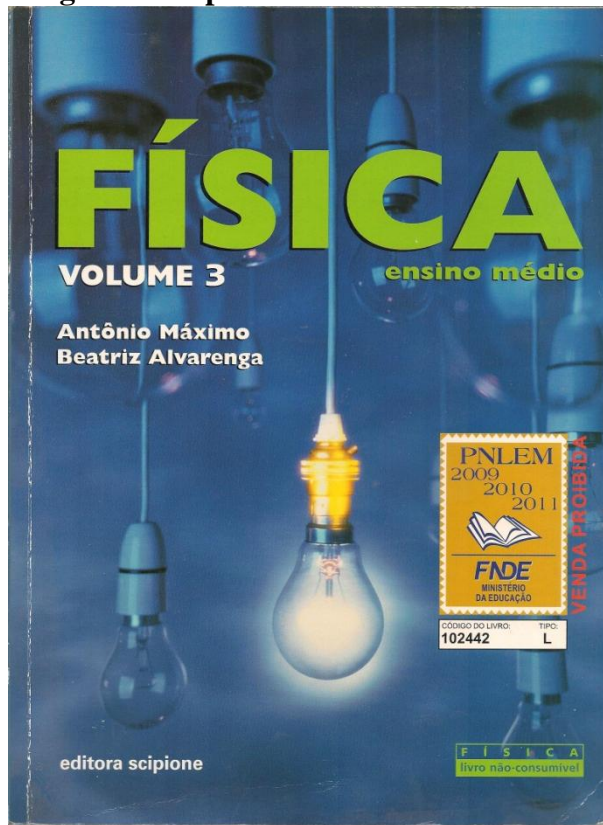
	sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, enfatiza as habilidades e competências a serem atingidos em Física.
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual não oferece atividades extras e nem experimentos que contemplem tema proposto.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O manual do professor comenta cada capítulo e destaca as competências e habilidades a serem atingidas. As pesquisas propostas no livro são comentadas no manual, sendo destacados os pontos principais que os alunos precisam compreender. Observa-se que as atividades propostas no livro são respondidas no manual do professor.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

O tema “Energia Nuclear” não é tratado no livro, o mesmo comenta de forma simples os modelos do átomo, a radiação e os tipos de partículas atômicas. Não há comentários sobre o programa nacional de energia nuclear. Também não há atividades relacionadas ao tema. O Manual do Professor não apresenta nenhuma sugestão relacionada com o tema.

III. LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2000. v.3.

**Figura 3: Capa de livro – Curso de Física**



Fonte: LUZ; ÁLVARES, 2000.

**Quadro 17: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro não destinou um capítulo para o estudo específico da Física Nuclear, que está inserida no decorrer do livro, por exemplo, o assunto Usina nuclear é abordado na Unidade 10 – Eletromagnetismo, no capítulo 24, no subitem 24.2 – “A lei de Faraday”. Na p. 297 há um texto intitulado “Usinas geradoras de energia elétrica”, que ilustra o esquema de funcionamento de uma usina nuclear, que também é abordado no subitem 24.7 na p. 319 – “Transmissão e distribuição de energia elétrica”, sendo que as explicações são as mesmas nas duas páginas citadas. Na p. 315, o texto “Raios gama (Raio <math>\gamma</math>)” comenta o</p>

**Quadro 17: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física**

	perigo das armas atômicas devido à radiação. O livro não se aprofunda na explicação sobre os processos de obtenção de energia nuclear, nem cita sua aplicação, acidentes ocorridos ou ainda as usinas brasileiras.
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto apresenta poucas informações que levem o aluno a compreender a Física nuclear. Em se tratando da obtenção da energia nuclear, não aborda os processos de fusão e fissão nuclear. E com relação à sua aplicação na produção de energia elétrica, são fornecidas poucas informações.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>A distribuição dos conteúdos que trata o tema energia nuclear encontra-se fragmentado em várias partes do livro. Assim, o tema é tratado de forma superficial e por meio de uma linguagem de fácil entendimento.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto apresenta poucos exemplos sobre esse tema. Ademais, não apresenta nenhum dado sobre a produção, seus riscos ou ainda as usinas instaladas no Brasil. Na p. 314, cita aplicações das radiações em exames médicos.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto não traz nenhuma abordagem que favoreça a construção dessas virtudes.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O livro aborda na p. 297 – “Usinas geradoras de energia elétrica” – o funcionamento da usina e também mostra o esquema de funcionamento. Também aborda na p.319 – “Transmissão e distribuição de energia elétrica” – o esquema de funcionamento de uma usina nuclear, sendo que as observações nas duas páginas mencionadas são as mesmas.</p> <p>O texto não informa a produção nacional com essa matriz e nem as usinas em funcionamento no país, também não fala dos benefícios e malefícios da utilização de forma de energia.</p>

**Quadro 17: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física**

7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto não apresenta informação sobre a Física nuclear no Brasil. Em algumas seções do livro há uma pequena biografia dos principais físicos que realizaram contribuições para o desenvolvimento da Física nuclear, dentre eles cita James Clerk Maxwell, Wilhelm Röntgen, Cesar Lattes, Ernest Orlando Lawrence.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O livro não comenta nada sobre os acidentes nucleares ocorridos no mundo e no Brasil.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O livro apresenta na p. 415 – “Bibliografia indicada para os alunos” – sugestões de livros e de sites que podem ser utilizados pelos alunos para ampliar seus conhecimentos.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O livro apresenta a relação de algumas experiências na seção denominada “Algumas EXPERIÊNCIAS SIMPLES para serem feitas”, que se referem a diversos assuntos.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 18: Análise das propostas de atividades do livro Curso de Física**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades sugeridas estão relacionadas com o conteúdo proposto. Em relação à energia nuclear, são apresentadas somente duas questões na p. 323. A primeira questiona quais as formas de energia são usadas para se obter energia elétrica em diversas usinas e a segunda a origem da energia utilizada nas usinas mencionadas no texto. Além dessas questões, no final do livro há questões do ENEM referente ao tema em foco.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p>

**Quadro 18: Análise das propostas de atividades do livro Curso de Física**

	O livro não propõe nenhuma questão que estimule o trabalho em grupo.
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?  As questões são distribuídas nas seções “Exercícios de fixação”, “Problemas e testes”, “Revisão” e “Questões de vestibular”, sendo as mais diversas e algumas exigem do aluno leitura e pesquisa para respondê-las. A maioria das questões é respondida com puramente aplicação de fórmulas e resoluções matemáticas e a minoria leva o aluno à pesquisa e a valorização dos conceitos físicos e ao desenvolvimento de senso crítico.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?  O livro não apresenta questões que tenham esse enfoque.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 19: Análise das ilustrações do livro Curso de Física**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?  As ilustrações sobre a energia nuclear estão em conformidade com o texto, embora este seja muito simples, citando a fissão nuclear, sem explicar o processo, nem os riscos do uso dessa fonte energética. A ilustração mostra o esquema de funcionamento de uma usina nuclear e a distribuição de energia elétrica. Outras ilustrações mostram fotografias de diversos físicos que contribuíram para o desenvolvimento da Física.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?  Todas as figuras apresentam identificação, além de uma legenda que explica a imagem. Algumas fotografias são em preto e branco e outras são coloridas.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?  Tanto as ilustrações quanto as fotografias retratam a realidade, porém algumas ilustrações são representadas sem adotar uma escala, podendo provocar no aluno uma concepção errada das dimensões dos objetos. As imagens estão distribuídas nos textos de forma organizada e próximas ao texto de referência. Observa-se que elas são bem nítidas, o que torna o livro bem agradável.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 20: Análise do manual do professor do livro Curso de Física**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual explica os aspectos gerais da obra didática, suas características, as atividades experimentais, exercícios e os tópicos especiais. O manual do professor fornece sugestões de bibliografia e sites recomendados para informações e pesquisas. Além de orientar como trabalhar com o livro didático, o manual ainda disponibiliza um planejamento para o 1º, 2º e 3º anos para cada aula. Contém ainda as seções, tópicos e atividades a serem respondidas.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual comenta na p. 125 o esquema e funcionamento de uma usina hidrelétrica e de uma usina nuclear, afirmando que uma usina nuclear não passa de uma usina termelétrica. O manual não apresenta outra informação sobre a energia nuclear, portanto o tema é tratado sem mais profundidade.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O manual do professor disponibiliza somente as resoluções das atividades e experiências que estão no livro do aluno e não sugere nenhuma atividade ou experiência extra.</p>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O livro não destinou um capítulo específico para tratar do tema, o mesmo aparece ao longo da obra. O mesmo traz conceitos sobre o tema, porém algumas informações não são apresentadas, como o programa nacional de energia nuclear, os principais acidentes ocorridos em usinas nucleares. No livro são sugeridos sites e livros para aprofundamento do tema. As atividades propostas no livro são em pequeno número e superficiais. O Manual do Professor explica a obra didática e fornece a resolução dos exercícios, porém não sugere nenhuma atividade extra que possa ser utilizada para aprofundar e diversificar as aulas de Física.

IV. PENTEADO, Paulo Cesar M.; TORRES, Carlos Magno. **Física Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2005, v.3.

**Figura 4: Capa de livro – Física Ciência e Tecnologia**



Fonte: PENTEADO; TORRES, 2005.

**Quadro 21: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro destina um capítulo específico para estudar a Física Nuclear, é o Capítulo 7 – “Física Nuclear”, na Unidade II, de Física Moderna. É tratada também no capítulo 4 – “Energia hoje e amanhã”, Poluição, na p. 162. O texto utiliza uma linguagem científica e de forma contextualizada explica as descobertas e experiências. As informações são de fácil interpretação e adequadas para o aluno desse nível.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto explica por meio de uma linguagem simples, destarte sem perder o rigor</p>

**Quadro 21: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

	científico. Em se tratando de energia nuclear, explica o processo de fusão nuclear e fissão nuclear e sua aplicação em usinas, apresentando seus benefícios e riscos para o homem e para o meio ambiente. Dessa maneira, o aluno desenvolve uma visão geral da Física nuclear.
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>A distribuição do conteúdo segue uma sequência didática adequada, os assuntos foram divididos em capítulos, que se completam. O texto é claro e de fácil interpretação. O tema energia nuclear é abordado em dois momentos: o primeiro na p. 162, em que é explanado seu uso em usinas nucleares, às quais aproveitam a liberação da energia para provocar a vaporização da água que movimentará turbinas, transformando energia mecânica em energia elétrica; e, o segundo, a partir da p. 227, com explicações sobre o átomo, radioatividade, fissão e fusão, rejeitos radioativos, acidentes nucleares, partículas fundamentais da natureza e um pouco de cosmologia.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto apresenta uma série de aplicações da Física nuclear presentes no cotidiano do discente. Por exemplo, na p.235 é citada a aplicação da radioatividade na medicina, em exames de tomografia, de ressonância magnética; e na p. 240 são abordados os acidentes nucleares.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto busca evidenciar a construção dessas virtudes através de informações presentes a partir da p.167, no subtítulo 6 – “A poluição ambiental”, em que discutidas as diversas formas de poluição e suas consequências para o ambiente. Na p. 239, no subtítulo “Lixo radioativo” e na p. 240, no subtítulo “Acidentes nucleares” são discutidos acidentes ocorridos em algumas usinas e suas consequências.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto discute a produção e ainda afirma que essa fonte energética em alguns países representa a principal forma de obtenção de energia elétrica, apresenta</p>

**Quadro 21: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

	informações na p. 162 sobre a produção em diversos países, citando a França, Lituânia, Bélgica, Eslováquia e o Brasil. O mesmo ressalta a produção na usina Nuclear Angra I e Angra II e a previsão de produção na Usina Angra III.
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto apresenta diversas informações históricas. Na p.146, o texto informa que a partir de 1960 a energia nuclear começou a ser utilizada para a obtenção do vapor que aciona os geradores elétricos. E ainda apresenta em gráfico a produção de energia elétrica das diversas matrizes. Na p. 162, o texto descreve o esquema de funcionamento de uma usina nuclear, além de levantar o histórico das usinas no Brasil. A partir da p.227, o texto explora desde átomo passando pelas radiações, pelos processos de fusão e fissão, citando ainda a contribuição de alguns físicos no seu desenvolvimento.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O texto analisa na p. 240 somente dois acidentes nucleares. O primeiro o que ocorreu na usina de Three Mile Island, na Pensilvânia, Estados Unidos, em 28 de março de 1979, e o segundo na usina de Chernobyl, na Ucrânia, em 26 de abril de 1986. O texto informa os problemas causados por esses acidentes. Observa-se que o livro deixou de citar o acidente ocorrido no Brasil, em Goiânia com o césio 137, em 1987, que causou mortes, e também não levantou a discussão sobre o armazenamento de equipamentos que utilizam substâncias radioativas, pois o acidente em Goiânia foi causado pela manipulação por pessoas sem formação técnica.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O livro apresenta uma série de livros na seção “Sugestão de Leitura”. Na p. 225 foram selecionados 3 livros e na p.248 foram selecionados 5 livros como opção de leituras complementares, que tratam desde os temas ambientais até a formação do universo.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>Na seção denominada “Proposta experimental”, o livro oferece sugestão de</p>

**Quadro 21: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

	<p>experimento simples que o aluno pode desenvolver para explicar fenômenos físicos. O livro apresenta diversas experiências envolvendo a eletricidade e o eletromagnetismo, porém, em se tratando de Física nuclear com foco em energia nuclear, não há nenhuma experiência.</p>
--	---

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 22: Análise das propostas de atividades do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades estão relacionadas com o assunto desenvolvido. No livro, as questões estão distribuídas em uma seção denominada “Exercícios”, na qual apresenta questões de dois níveis de dificuldade: fundamental e de fixação. Na lista proposta, as questões são selecionadas de alguns vestibulares e outras são questões abertas.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro apresenta na seção “Atividade em grupo” sempre uma proposta de atividade para ser desenvolvida em grupo. Dessa forma, busca valorizar a</p>
	<p>opinião de todos. Na p.162, a proposta da atividade é pesquisar em grupos a vida útil de uma usina nuclear, e na p. 240 a outra atividade proposta em grupo é pesquisar as vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Algumas questões propostas levam o aluno a discutir sobre as aplicações dos avanços da Física na sociedade, analisando os benefícios e os malefícios tanto para o ambiente como para o homem.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>Algumas atividades propostas levam o aluno a desenvolver uma consciência ambiental, pois abordam os impactos ambientais e suas consequências para a qualidade de vida dos seres.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 23: Análise das ilustrações do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto?</p> <p>As ilustrações presentes são bem definidas e mantêm uma ligação com os textos, ajudando, assim, na compreensão da idéia perpassada na obra. As imagens são compostas de fotografias, ilustrações e gráficos.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As ilustrações estão devidamente identificadas com título e legenda.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As ilustrações estão bem distribuídas no decorrer do texto. Elas apresentam tamanhos variados e mantêm um equilíbrio com a parte verbal, o que torna a leitura agradável.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 24: Análise do manual do professor do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual denominado “Suplemento do professor” apresenta um fragmento dos PCN que explica as habilidades e competências que o ensino de Física deve atingir. O manual ainda apresenta as características da obra, oferecendo sugestões ao professor como deve ser trabalhado o livro para obter o máximo rendimento. Para isso, apresenta em cada capítulo um texto-resumo, conceitos principais, estratégias didáticas e a resolução de atividades.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O suplemento do professor, na p. 27, orienta o docente a discutir com os alunos as fontes de energia alternativas e o porquê da necessidade de buscar essas novas fontes. O suplemento também orienta, na p. 32, que o professor comente com os alunos sobre as bombas “atômicas” de Hiroshima e Nagasaki, além de orientar que os textos sobre “Lixo nuclear” e “Acidentes nucleares” podem ser usados como temas de pesquisa ou debates.</p>

**Quadro 24: Análise do manual do professor do livro Física Ciência e Tecnologia**

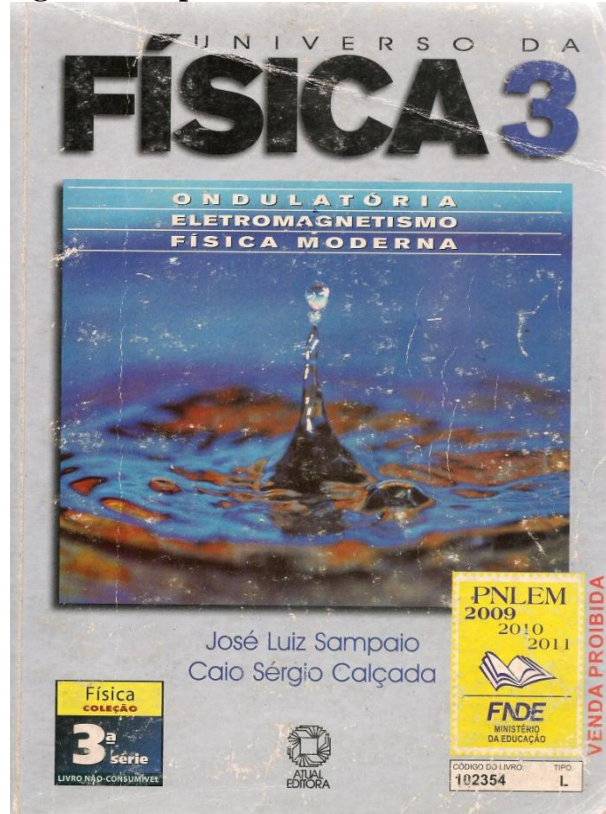
3	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes? O livro fornece as respostas das questões consideradas mais difíceis.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A obra destinou um capítulo específico para tratar do tema, o mesmo é desenvolvido através de conceitos, exemplos e aplicações, o que favorece a aprendizagem dos discentes. A obra ainda cita os principais acidentes nucleares ocorridos, os impactos ambientais, e a utilização dessa fonte energética na produção de energia elétrica, na medicina, na agricultura e na indústria. São apresentadas atividades individuais e em grupo. As ilustrações, que são distribuídas ao longo da obra, são claras e objetivas. O Manual do Professor, além de comentar a obra, sugere livros e sites para o aprofundamento do assunto.

V. SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio Vasques. **Universo da Física**, de José Luiz. São Paulo: Atual, 2005. v.3.

**Figura 5: Capa de livro – Universo da Física**



Fonte: SAMPAIO; CALÇADA, 2005

**Quadro 25: Análise da composição geral dos textos do livro Universo da Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro aborda esse tema de maneira muito superficial, citando-o na p. 27, no capítulo 2 -"Corrente Elétrica", comentando de forma muito resumida o processo de obtenção de energia elétrica a partir da energia nuclear. Na p. 468, na Unidade 4 - Física Moderna, no capítulo 18, na seção "Não é bem assim", apresenta um texto sobre a bomba atômica no qual é comentado o processo de fissão.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>As informações presentes no livro desenvolvem no aluno uma visão geral de forma superficial sobre a Física nuclear, dessa forma o aluno tem acesso a uma informação sem aprofundar os conceitos físicos e suas aplicações.</p>

**Quadro 25: Análise da composição geral dos textos do livro Universo da Física**

	As informações presentes no livro desenvolvem no aluno uma visão geral de forma superficial sobre a Física nuclear, dessa forma o aluno tem acesso a uma informação sem aprofundar os conceitos físicos e suas aplicações.
3	Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?  O livro apresenta textos com uma linguagem simples. Os assuntos trabalhados estão distribuídos em unidades e capítulos que seguem uma organização curricular. No que se refere à energia nuclear, a abordagem é superficial, sem aprofundar os conceitos físicos necessários.
4	O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?  O livro não faz esta relação.
5	O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?  O livro não oferece textos, atividades ou sugestões de pesquisas que favoreçam o desenvolvimento de virtudes no aluno de respeito pelas pessoas e pelo meio ambiente.
6	O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?  O livro cita na p. 27 a utilização da energia nuclear a partir da divisão do átomo de urânio, o texto não discute o uso dessa matriz energética, não apresenta informações da produção de energia elétrica nas usinas nucleares brasileiras, Angra I e II ou comenta sobre os acidentes nucleares ocorridos.
7	Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?  O livro não apresenta nenhuma informação sobre a Física nuclear.
8	Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?  Não há análise de nenhum acidente nuclear.
9	O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?  O livro apresenta nas páginas 42 e 483, na seção “Sugestões de leitura”, uma relação de oito livros para leitura complementar.
10	O texto apresenta sugestão de algum experimento?

**Quadro 25: Análise da composição geral dos textos do livro Universo da Física**

	O livro não traz sugestões de experiência.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 26: Análise da proposta de atividades do livro Universo da Física**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos? As atividades estão relacionadas com o assunto desenvolvido. No livro, as questões estão distribuídas nas seções denominadas “Aplicação”, “Reforço”, “Revisão”, “Desafios” e “Aprofundamento”, que apresentam questões de diversos níveis de dificuldade, sendo que algumas delas são selecionadas de diversos vestibulares do país.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa? O livro não apresenta atividades para serem desenvolvidas em grupo.
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos? A maioria das atividades é de questões que tem rigor matemático e o uso de fórmulas para sua resolução. O livro não apresenta questões que levem a discussões de temas de relevância na sociedade.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais? As listas de questões não apresentam atividades que discutem as questões éticas, políticas, sociais ou ambientais.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 27: Análise das ilustrações do livro Universo da Física**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto? As ilustrações presentes são bem definidas e mantêm uma ligação com os textos, favorecendo, portanto, a leitura da obra. As imagens são compostas de fotografias, ilustrações e gráficos.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?

**Quadro 27: Análise das ilustrações do livro Universo da Física**

	As ilustrações estão devidamente identificadas com título e legenda.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto? As ilustrações estão distribuídas ao longo dos textos. Em relação à Física nuclear, as imagens utilizadas são muito simples e não apresentam uma usina nuclear.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 28: Análise do manual do professor do livro Universo da Física**

Item	Descrição
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica? O manual do professor apresenta fragmentos dos documentos oficiais do MEC, que orientam o ensino no Brasil. Apresenta ainda explicações sobre o livro didático na seção denominada “Estrutura da obra”, com os objetivos gerais do livro e sua estrutura. O manual traz textos que comentam cada capítulo e seus objetivos específicos.
2	Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno? O manual oferece textos que descrevem cada capítulo e propõe atividades ao discente. Em relação ao uso da energia nuclear na produção de energia elétrica, o manual não apresenta nenhuma sugestão.
3	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes? O manual apresenta a resolução de algumas atividades propostas no livro, no entanto, apresenta somente uma única forma de resolução.

Fonte: Elaborado pelo autor

A obra não destinou um capítulo específico para tratar do tema, o mesmo é comentado no decorrer da obra de forma muito superficial, sem contextualização, e as informações apresentadas são de pouca abrangência. A produção elétrica, as usinas nacionais e os acidentes nucleares ocorridos não são apresentados no livro. Não há nenhuma ilustração de

uma usina nuclear. Não há atividades referentes ao tema. O Manual do Professor não sugeriu sites, livros ou experiências sobre o tema.

VI. SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio Vasques. **Física**. São Paulo: Atual, 2005. v. único.

**Figura 6: Capa de livro – Física (Atual)**



Fonte: SAMPAIO; CALÇADA, 2005

**Quadro 29: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Atual)**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro apresenta o conteúdo de maneira simples, sem aprofundar os conceitos e aplicações, não apresenta os principais acidentes nucleares e nem cita a produção de energia elétrica das usinas nucleares brasileiras. Apresenta o conteúdo sobre energia nuclear aplicado à produção de energia elétrica na p.382, capítulo70, denominado “Algumas aplicações da indução eletromagnética”, no subtítulo “Geradores eletromagnéticos”, em que citados os tipos de usinas usados para produção de energia elétrica. Explica, ainda, na p. 420, o processo da fissão nuclear e a reação em cadeia.</p>

**Quadro 29: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Atual)**

2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>As informações presentes no livro tornam a Física nuclear compreensível, porém o aluno adquire somente uma visão geral, pois as informações são superficiais. Por exemplo, sobre radioatividade, átomo e fissão, os conceitos apresentados são básicos.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O livro apresenta textos com uma linguagem simples. Os assuntos trabalhados estão distribuídos em unidades e capítulos seguindo uma organização curricular. No que se refere à energia nuclear, a abordagem é feita de maneira superficial.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O livro faz esta relação.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O livro não oferece textos, atividades ou sugestões de pesquisas que favoreçam o desenvolvimento de virtudes no aluno de respeito pelas pessoas e pelo meio ambiente.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O livro cita na p. 382 a utilização da energia nuclear a partir da divisão do átomo de urânio na produção de energia elétrica nas usinas nucleares. Informa que além da poluição térmica ainda tem a produção do lixo atômico que pode causar problemas para os seres vivos. Cita a existência das centrais elétricas de Angra dos Reis. As informações contidas no texto são básicas, no que se refere a produção de energia elétrica. O livro não cita o número de usinas existentes e como se dá a produção nas usinas. Não comenta os acidentes nucleares ou levanta discussões sobre as vantagens e desvantagens do uso de tal fonte energética.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O livro cita as usinas de Angra dos Reis, porém não apresenta informações sobre o desenvolvimento da Física Nuclear.</p>

**Quadro 29: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Atual)**

8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O livro não analisa nenhum acidente nuclear.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O livro apresenta, nas páginas 401 e 411, na seção “Sugestões de leitura”, uma relação de seis livros para leitura complementar.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O livro não apresenta sugestões de experiência.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 30: Análise da proposta de atividades do livro Física (Atual)**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades estão relacionadas com o assunto desenvolvido. No livro, as questões estão distribuídas nas seções denominadas “Exercícios propostos”, “Questões e testes de vestibulares” e “Questões do ENEM”, que apresentam questões de diversos níveis de dificuldade. No que se refere ao conteúdo energia nuclear, o livro oferece um número reduzido de questões.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro não apresenta atividades para serem desenvolvidas em grupo.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>A maioria das atividades é constituída por questões que exigem rigor matemático e o uso de fórmulas para sua resolução. O livro não apresenta questões que levem a discussões de temas de relevância na sociedade.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>As listas de questões não apresentam atividades que discutem as questões éticas, políticas, sociais ou ambientais.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 31: Análise das ilustrações do livro Física (Atual)**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto?</p> <p>As ilustrações são bem definidas e mantêm uma ligação com os textos. São compostas por fotografias e ilustrações.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As ilustrações estão devidamente identificadas com título e legenda.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As ilustrações estão distribuídas ao longo dos textos. Em relação à Física nuclear, as imagens utilizadas são muito simples e não apresentam os detalhes de uma usina nuclear.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 32: Análise do manual do professor do livro Física (Atual)**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual do professor apresenta fragmentos dos documentos oficiais do MEC, que orientam o ensino no Brasil, além de apresentar explicações sobre o livro didático na seção denominada “Estrutura da obra”, em que são discutidos os pontos gerais da obra. O manual ainda apresenta sugestão para cada ano do conteúdo e o número de aulas necessário para ministrar o assunto, tudo acompanhado de comentários e sugestões. Traz também uma tabela indicando relações entre diferentes tópicos de Física.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual oferece pequenos textos que comentam os capítulos e sugere sites para aprofundamento nos assuntos relacionados à Física. Em relação ao uso da energia nuclear na produção de energia elétrica, o manual não apresenta nenhuma sugestão.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e</p>

**Quadro 32: Análise do manual do professor do livro Física (Atual)**

	<p>possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O manual apresenta a resolução das atividades propostas no livro, ainda que se restrinja a uma única forma de resolução.</p>
--	--

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O tema é desenvolvido de forma superficial e não contextualizada, pois não é relacionado com o cotidiano do discente, não são citadas aplicações referentes a energia nuclear, acidentes nucleares acontecidos e as usinas nacionais. O mesmo cita os tipos de usinas utilizadas na produção de energia elétrica, além do processo de fissão. As atividades são simples e individuais. As ilustrações não apresenta uma usina nuclear em detalhes. O Manual do Professor não sugeriu outras fontes de pesquisas para o professor.

O Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio – PNLEM/2007 é um marco na educação brasileira contemporânea, pois seu objetivo de universalizar o livro didático, utilizando obras recomendadas a partir de um rigoroso processo avaliativo, permitiu que em todas as escolas públicas do Brasil os alunos pudessem estudar usando livros de boa qualidade didática.

As obras de Física recomendadas pelo PNLEM/2007 são bem diversificadas e apesar de passarem por um processo avaliativo, ainda apresentam algumas lacunas referente ao tema em estudo. Os autores tratam de maneira diferenciada o tema pesquisado, algumas obras destinaram um capítulo específico para desenvolver o tema, outras o apresentam distribuído ao longo da obra e há ainda uma obra que não trata o tema.

### 3.3 Os livros de Física recomendados no PNLD/2012

No PNLD 2012, foram selecionadas dez coleções de Física, sendo que o edital determinou a seleção somente de coleções seriadas, ou seja, com três volumes. As coleções de livros de Física selecionados pelo PNLD 2012 são:

**Quadro 33: Livros de Física recomendados no PNLD 2012**

<b>Livro</b>	<b>Autor</b>	<b>Editora</b>	<b>Volume</b>
Compreendendo a Física	Alberto Gaspar	Ática	1, 2 e 3
Curso de Física	Antonio Máximo Ribeiro da Luz / Beatriz Alvarenga Alvarez	Scipione	1, 2 e 3
Conexões com a Física	Blaidi Sant'Anna / Glória Martini / Hugo C. Reis /Walter Spinelli	Moderna	1, 2 e 3
Física – Ciência e Tecnologia	Carlos M. A. Torres/ Nicolau G. Ferraro/ Paulo Antonio de T. Soares	Moderna	1, 2 e 3
Quanta Física	A. Kantor/ Lilio Alonso P. Junior/ Luis Carlos de Menezes/ Marcelo de C. Bonetti/ Osvaldo C. Junior/ Viviane M. Alves	PD	1, 2 e 3
Física	Gualter / Helou / Newton	Saraiva	1, 2 e 3
Física aula por aula	Benigno Barreto Filho/ Cláudio Xavier da Silva	FTD	1,2 e 3
Física e Realidade	Aurélio Gonçalves Filho/ Carlos Toscano	Scipione	1, 2 e 3
Física em contextos – Pessoal – Social – Histórico	Alexander Pogibin/ Maurício Pietrocola Renata de Andrade/ Talita Raquel Romero	FTD	1, 2 e 3
Física para o Ensino Médio	Fuke / Kazuhito	Saraiva	1, 2 e 3

Fonte: Elaborado pelo autor

I. GONÇALVES FILHO, Aurelio; TOSCANO, Carlos. **Física e realidade**. São Paulo: Scipione, 2010, v.3.

**Figura 7: Capa de livro – Física e realidade**



Fonte: GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2010

**Quadro 34: Análise da composição geral dos textos do livro Física e realidade**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>A diferença do livro selecionado no PNLEM 2007, além do título, que antes era “Física para o ensino médio”, para o livro selecionado pelo PNLD 2012, que passou a se chamar “Física e realidade”, é a de apresentar um capítulo denominado “Tópicos da Física moderna”. O livro não destina um capítulo específico para estudar a Física Nuclear, que está inserida no Capítulo 4 – “Energia elétrica: produção e distribuição” e no Capítulo 5, denominado Tópicos de Física Moderna.</p> <p>O texto utiliza uma linguagem simples sem perder o rigor científico. As informações são atuais e o estudante pode compreender o conteúdo, situando-se em relação ao desenvolvimento contemporâneo da Física.</p>
2	O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física

**Quadro 34: Análise da composição geral dos textos do livro Física e realidade**

	<p>Nuclear?</p> <p>As explicações utilizadas sintetizam de forma clara as informações acerca da Física Nuclear. O texto apresenta um histórico do desenvolvimento, enfatizando a sua obtenção e aplicação.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O texto foi construído em uma linguagem científica clara e de fácil interpretação, porém algumas informações estão mal localizadas, o que não contribui para uma boa compreensão. Por exemplo, o texto sobre Usina Nuclear (p. 146) não cita o nome do processo de obtenção de energia que ocorre com o urânio 235 (3% do total) e o urânio 238 (97% do total). Os processos de obtenção de energia somente são explicados no texto “O Núcleo Atômico” (p.175), que define a fissão e a fusão nuclear.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>A partir das explicações disponíveis no livro sobre a energia nuclear, o aluno poderá constatar a presença da Física Nuclear na vida do homem moderno.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto informa na p. 146 que além dos riscos de acidentes nucleares oferecidos pelas usinas, estas ainda produzem lixo atômico constituídos de substâncias radioativas, cujas emissões perduram por um longo tempo. Comenta que as usinas podem ser utilizadas apenas de 20 a 25 anos.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto explica o funcionamento de diversas usinas elétricas, dentre elas as usinas nucleares, apresentando os esquemas de produção de eletricidade nas diversas usinas.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto cita o desenvolvimento da Física Nuclear apresentando alguns cientistas e suas contribuições para o seu desenvolvimento, dentre eles, Ernest Rutherford, Hideki Yakawa e o brasileiro Cesar Lattes</p>

**Quadro 34: Análise da composição geral dos textos do livro Física e realidade**

8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O texto não analisa as consequências de nenhum acidente nuclear em usinas nucleares, porém cita na p. 174 os ataques dos Estados Unidos sobre o Japão, nos quais foi utilizada bomba atômica sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki. Na p. 171, cita o acidente em Goiânia com o césio 137, ocorrido em 1987, e descreve algumas desvantagens do uso da energia elétrica produzida a partir da energia nuclear, tais como: produção de lixo atômico, com elementos radioativos que duram um longo período e podem contaminar o solo, as águas e o ar, além da pequena vida útil de uma usina nuclear, estimada em torno de 20 a 25 anos.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O texto não apresenta nenhuma sugestão de leituras complementares, filmes ou artigos que poderiam auxiliar na aprendizagem dos alunos.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O livro descreve experiências da Física Nuclear aplicada na medicina, nas televisões de LED e na liberação de energia da bomba atômica.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 35: Análise da proposta de atividades do livro Física e realidade**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>Sim. As atividades propostas estão relacionadas com o conteúdo proposto. O livro apresenta uma série de questões dos vestibulares de diversas universidades, além de outras questões que incentivam a pesquisa.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro, apesar de apresentar uma série de atividades, não contempla nenhuma proposta de atividade para ser desenvolvida em grupo.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Um número muito reduzido de questões apresentadas incentiva o aluno a realizar</p>

**Quadro 35: Análise da proposta de atividades do livro Física e realidade**

	um resgate histórico do tema e também da biografia dos físicos envolvidos, além de verificar a aplicação dos conhecimentos físicos no cotidiano do homem moderno e dessa forma tenta favorecer o aluno a desenvolver um censo crítico sobre o tema. Observa-se, por outro lado, que a maioria das questões sugere apenas uma única resposta, que são encontradas no texto ou obtidas através de cálculos.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?  O livro não promove discussões que enfoquem as questões éticas e políticas. No que se refere à questão ambiental, a obra apresenta alguns riscos relacionados ao lixo radioativo e a acidentes nucleares.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 36: Análise das ilustrações do livro Física e realidade**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto?  A maioria das ilustrações estão em conformidade com os textos e favorece a sua compreensão. Algumas são desenhos e outras fotografias.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?  Várias figuras estão corretamente identificadas, apresentam uma legenda, título e também um texto explicativo do assunto tratado. Apresentam também um colorido que realça e embeleza o livro.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?  As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto. Estão pertinentes ao texto, sendo algumas ilustrações pequenas e outras um pouco maiores. Porém, nas páginas do livro, a maior parte do espaço é ocupada com o texto.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 37: Análise do manual do professor do livro Física e realidade**

Item	Descrição
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?  O manual fornece diversas sugestões ao professor de trabalhar com o livro didático

**Quadro 37: Análise do manual do professor do livro Física e realidade**

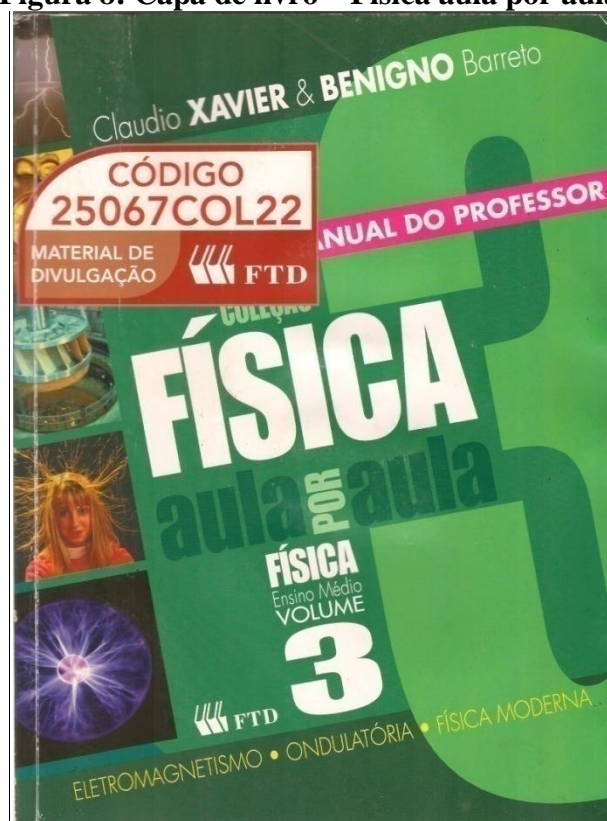
	dispondo de orientações tendo como base o PCNEM. As orientações são claras, objetivas e estão em conformidade com a proposta didática da obra.
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O livro oferece como sugestão o filme “O início do fim”, que aborda a temática do uso da energia nuclear nas bombas atômicas. A partir dessa temática são discutidas as questões éticas, políticas, físicas, químicas e biológicas. No que se refere à Física, podem ser abordados os processos de fissão e fusão, radiação, dentre outros.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões, porém não discute formas diferentes de resolução.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

O livro é estruturado em capítulos, porém o tema “Energia Nuclear” não tem um capítulo específico, ele é apresentado em capítulos distintos ao longo da obra. A obtenção e aplicação da energia nuclear, os riscos oferecidos pelo uso da energia, os impactos ambientais, os acidentes nucleares, as bombas atômicas são comentados na obra. As atividades são voltadas para a resolução individual. As ilustrações distribuídas na obra são bem atuais. O Manual do Professor apresenta a obra e fornece sugestão de filmes para discutir a temática, além de disponibilizar a resolução dos exercícios.

II. SILVA, Claudio Xavier da; BARRETO FILHO, Benigno. **Física aula por aula**. São Paulo: FTD, 2010, v.3.

**Figura 8: Capa de livro – Física aula por aula**



Fonte: SILVA; BARRETO FILHO, 2010

**Quadro 38: Análise da composição geral dos textos do livro Física aula por aula**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro destinou o capítulo 20 para o estudo específico da Física Nuclear, que está inserido na Unidade 6 e denomina-se Física Moderna. Apresenta uma leitura fácil e inicia o capítulo provocando o aluno sobre a utilização da energia nuclear, se esta pode somente fazer o mal. O texto é bem dividido, os conceitos favorecem a compreensão do conteúdo e está adequado ao nível de ensino.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto busca repassar as informações de maneira simples. Explica como ocorre a liberação de energia, a radiação e ainda exemplifica algumas aplicações dessa</p>

**Quadro 38: Análise da composição geral dos textos do livro Física aula por aula**

	forma de energia, explicitando as vantagens e desvantagens de sua produção e utilização.
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O conteúdo foi dividido de forma a favorecer a construção do conhecimento acerca do tema proposto, sendo que as informações são trabalhadas gradualmente em pequenos subtítulos. Há uso da linguagem científica e os conceitos são bem elementares.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto apresenta aplicações da energia nuclear na medicina, na produção de energia elétrica e na indústria. Esses exemplos procuram evidenciar para os alunos a importância de tal forma de energia na vida moderna.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto cita o perigo oferecido pelo lixo atômico para o meio ambiente, porém não procura criar no aluno, através de discussões, uma consciência de respeito ao homem e ao seu <i>habitat</i>.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>A energia nuclear é explanada sobre diversos aspectos. O texto cita a utilização da energia nuclear para fins bélicos, na II Guerra Mundial, nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki. Depois, explica a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear, descrevendo o processo de sua obtenção em detalhes. Também apresenta a produção de energia elétrica utilizando diversas matrizes, a hidrelétrica, térmica, nuclear e a eólica, sendo que a participação da matriz nuclear é de 2,1% da produção total.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto não apresenta um histórico da Física Nuclear, não cita físicos que contribuíram para o seu desenvolvimento. Com relação ao Brasil, o texto apresenta dados sobre a produção das usinas brasileiras, além de apresentar um breve histórico da construção das usinas Angra dos Reis I e II e do acordo firmado com a</p>

**Quadro 38: Análise da composição geral dos textos do livro Física aula por aula**

	Alemanha. O texto também evidencia o uso da energia nuclear na medicina e na indústria.
8	Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente? O texto descreve o acidente radioativo com o céscio 137, que ocorreu em Goiânia em 1987, a partir do abandono de equipamento hospitalar, deixado em uma clínica e depois violado por algumas pessoas. Cita o acidente na usina nuclear na Ucrânia (Chernobyl) e também a experiência do uso de bombas atômicas. Enfatiza que todos esses fatos provocaram uma contaminação do meio ambiente, causando mortes e destruição.
9	O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos? O texto apresenta somente um pequeno texto na seção intitulada “Quer saber”. Nela é apresentado o urânio enriquecido e o processo para o seu enriquecimento. Além desse texto, o livro não apresenta nenhuma sugestão de leitura complementar ou cita algum site para pesquisa e aprofundamento.
10	O texto apresenta sugestão de algum experimento? O texto não realiza e nem sugere qualquer tipo de experiência.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 39: Análise da proposta de atividades do livro Física aula por aula**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos? O livro apresenta uma série de questões distribuídas em duas seções denominadas “Elabore as questões” e “Elabore em casa”. As questões são variadas e selecionadas de diversos vestibulares. Em algumas delas as respostas são encontradas através de pequenos cálculos ou no texto de apoio, outras questões necessitam de leituras complementares e pesquisas em outras fontes para que o aluno possa produzir um texto emitindo sua opinião, e, dessa forma, ampliar seus conhecimentos. O livro traz ao final do capítulo questões do ENEM referentes ao tema proposto.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o

**Quadro 39: Análise da proposta de atividades do livro Física aula por aula**

	<p>conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro apresenta exercícios de diversos níveis de resolução, questões de respostas simples, encontradas no texto ou através de cálculos, além de exercícios que levam o aluno a realizar um resgate histórico acerca do tema energia nuclear, dos acidentes nucleares, porém, no que se refere a questões para serem trabalhadas em grupo, não oferece nenhuma opção.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Algumas questões apresentam textos que resgatam a trajetória da energia nuclear, citando a aplicação dessa fonte e as consequências para o homem, além de exemplificar a utilização da mesma na produção de energia elétrica, na medicina, na indústria, em acidentes nucleares e em bombas atômicas. O texto também evidencia os conceitos físicos. Com essa leitura, o aluno pode construir uma opinião crítica sobre o tema.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>O livro apresenta algumas questões sobre a problemática do uso da energia nuclear, levantando discussões sobre as vantagens e desvantagens de seu uso, criando no aluno condições para analisar essa aplicação. Fala também do risco da contaminação radioativa que pode ocorrer em caso de acidente ou através da produção do lixo radioativo. Assim, são levantadas as questões ambientais e o risco para a sociedade.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 40: Análise das ilustrações do livro Física aula por aula**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto?</p> <p>As ilustrações são distribuídas em todo o texto, completando seu sentido e auxiliando o aluno a compreender o conteúdo trabalhado. O texto utiliza fotografias e ilustrações sobre o tema. No que se refere à usina nuclear, as ilustrações são simples e não apresentam o interior das usinas.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>Todas as figuras apresentam identificação, além de uma legenda que explica a</p>

**Quadro 40: Análise das ilustrações do livro Física aula por aula**

	imagem. Algumas fotografias são em preto e branco e outras são coloridas.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto? As imagens estão situadas no decorrer do texto, localizadas próximo ao texto de referência e retratam de forma real o tema em estudo. Algumas imagens mostram os acidentes nucleares ocorridos na Ucrânia, na usina de Chernobyl, a bomba atômica utilizada na cidade de Nagasaki, no Japão, e a construção da Usina de Angra 1. As imagens, em sua maioria, são pequenas, possibilitando a utilização de até três imagens em uma página.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 41: Análise do manual do professor do livro Física aula por aula**

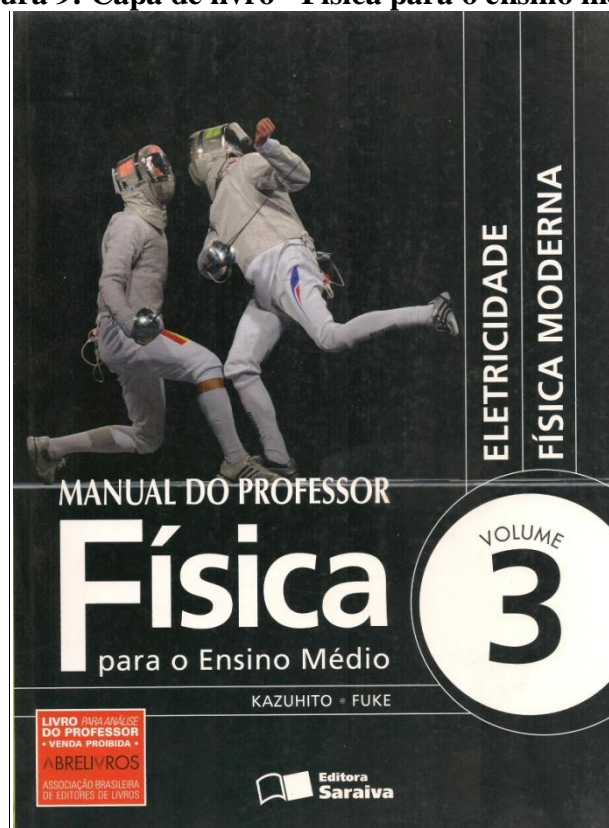
Item	Descrição
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica? A proposta do uso do livro é a de valorização dos conceitos Físicos. A abertura do capítulo do manual é seguida de um texto que apresenta sugestões ao professor de como trabalhar o conteúdo, motivar e sensibilizar os discentes para os conhecimentos Físicos.
2	Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno? O manual do professor apresenta uma série de textos como atividades complementares que tem como objetivo estimular o aluno a desenvolver o aprendizado. Os textos são acompanhados de um roteiro de trabalho com questões para análise. Neles são discutidos diversos assuntos da Física, desde sua origem, passando pelo átomo, pela teoria ondulatória da luz, pelo nascimento da eletrônica.
3	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes? O manual apresenta resolução de algumas questões, porém não há discussões e nem sugestões de outras formas de resoluções das atividades.

Fonte: Elaborado pelo autor

O livro destinou um capítulo específico para desenvolver o tema, nele é explicada a obtenção da energia nuclear, suas aplicações, os riscos de contaminação, o uso em armas, descrevem os principais acidentes nucleares ocorridos, além de informar sobre as usinas brasileiras de Angra dos Reis. As atividades propostas, apesar de serem em pequeno número proporcionam ao discente conhecimento sobre a evolução da energia nuclear. As Ilustrações são bem diversificadas, porém em relação as usinas nucleares, as mesmas não mostram os detalhes. O Manual do Professor apresenta a obra e oferece um pequeno texto com atividades complementares além de disponibilizar a resolução dos exercícios.

III. KAZUHITO, Yamamoto; FUCE, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Saraiva, 2011, v.3.

**Figura 9: Capa de livro - Física para o ensino médio**



Fonte: KAZUHITO; FUCE, 2011

**Quadro 42: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro destinou um capítulo específico para estudar a Física Nuclear: o capítulo 19, p. 260 a p.280. O texto foi construído utilizando uma linguagem científica que se aprofunda no conteúdo estudado, fornecendo conceitos e definições sobre o tema. Na abertura do capítulo são realizadas diversas perguntas sobre Energia Nuclear com o objetivo de despertar no aluno o interesse pela temática. O texto utiliza tabela, gráfico, e ilustrações para complementar o sentido do texto. Os conceitos usados são atuais e de fácil interpretação, porém necessitam de relacionamento com conhecimentos de Química para ajudar na compreensão de alguns deles. O texto também apresenta algumas seções especiais que trazem informações mais detalhadas sobre diversos temas, como: “De onde vem o carbono-14”, “Usinas Nucleares Brasileiras”, “Núcleo Pesado, Eletrosfera leve”, “Detectores de partículas; A Câmara de bolhas”, “Perguntas sobre o núcleo e duas descobertas”, “A Física na história”, “Para saber mais – Livro”.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto realiza um resgate histórico sobre o átomo, explica os processos de obtenção da energia nuclear, a radioatividade e as aplicações dessa forma de energia. Com essas informações, a compreensão da Física é favorecida.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O texto apresenta o conteúdo distribuído seguindo uma sequência que favorece a construção do conhecimento, pois utiliza linguagem simples, sem fugir do rigor científico. É dividido em subtítulos, que são acompanhados de pequenas seções especiais, trazendo informações mais profundas sobre o tema.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto busca evidenciar a presença da Física Nuclear em diversos campos, dentre eles a conservação dos alimentos, como peixes, carnes, frutas e verduras, além do uso para a produção de energia elétrica.</p>

**Quadro 42: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio**

5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>A única informação presente no texto que evidencia a preocupação com os riscos ambientais provocados pelos elementos radioativos encontra-se na p. 269, ao informar que o lixo radioativo deverá ser bem guardado, evitando risco de contaminação em caso de violação. No que se refere aos valores que respeitem as pessoas, o livro não apresenta nenhuma informação sobre essa relação.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto descreve o funcionamento de uma usina nuclear, explicando as etapas de cada processo, até a produção da energia elétrica. Porém, não traz nenhuma informação da quantidade de energia produzida nas Usinas Angra I e Angra II, que são usinas nacionais ou ainda cita informações sobre a produção mundial de energia elétrica a partir da energia nuclear.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto apresenta um breve histórico do desenvolvimento da Física Nuclear, passando pelos modelos do átomo, pelas descobertas das propriedades radioativas. Apresenta também pequenas biografias e contribuições de alguns físicos, tais como o japonês Hideki Yakawa, o brasileiro Cesar Lattes, a polonesa Marie Curie e o francês Pierre Auger. Quanto à energia nuclear no Brasil, apresenta informações sobre as usinas brasileiras, seu modelo e fonte utilizada, além de mostrar um esquema que explica o funcionamento da usina.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O texto não descreve ou analisa qualquer acidente ocorrido envolvendo a energia nuclear.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O texto apresenta como sugestão de leitura para complementação da aprendizagem o livro “Energia Nuclear: uma tecnologia feminina”, sendo que esta sugestão é a única.</p>

**Quadro 42: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio**

<b>10</b>	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O texto não demonstra ou oferece sugestão de experiências que os alunos poderiam realizar.</p>
-----------	---

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 43: Análise da proposta de atividades do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As questões propostas estão em conformidade com os conteúdos desenvolvidos. O livro apresenta somente uma série de exercícios denominados “Exercícios propostos”, com um número reduzido de questões. São doze atividades, sendo quatro questões selecionadas de vestibulares. A maioria é bem simples, sendo que o aluno encontra a resposta da atividade no próprio texto. O livro não disponibiliza nenhuma questão do assunto retirada do ENEM.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro não disponibiliza nenhuma atividade que possa ser desenvolvida, através de debates e/ou pesquisa em grupo.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>As atividades não apresentam essa característica de desenvolver um senso crítico, pois a maioria cobra conceitos e cálculos simples, sendo que o foco das questões não desperta a curiosidade e o debate entre os alunos e nem a pesquisa ou leitura de outras fontes.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>Somente duas questões presentes na p. 278 e p. 279, números Ep4 e Ep11, levam o aluno a analisar de maneira superficial o emprego ético da energia nuclear. No que se refere às questões ambientais e políticas, não há exercícios que as contemplem.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 44: Análise das ilustrações do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?</p> <p>O livro apresenta diversas ilustrações e fotografias, todas diretamente associadas ao texto, complementando o sentido da informação veiculada. As imagens estão distribuídas ao longo dos textos, localizadas em diversas posições. No que se refere à usina nuclear, as ilustrações são detalhadas. Por exemplo, na p. 272, mostram-se as varetas de combustível, o vaso de pressão, e na p. 273, mostra-se a usina nuclear Angra I por meio de uma ilustração que detalha o esquema de seu funcionamento da usina.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As figuras contidas no texto estão todas identificadas com a fonte e também com uma legenda referente a figura. Elas retratam aparelhos, objetos, construções, alguns físicos, a explosão da bomba atômica, além do símbolo usado para identificar alimento irradiado.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>O texto utiliza diversas imagens que retratam fenômenos, experiências, construções e fotografias dos físicos Hideki Yukawa, do brasileiro Cesar Lattes, da polonesa Marie Curie e do francês Pierre Auger. As imagens foram distribuídas ao longo do texto em conformidade com o texto de referência, elas retratam a realidade e mantêm um equilíbrio com o texto, resultando em um livro de aparência agradável.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 45: Análise do manual do professor do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual oferece uma estrutura textual composta de diversas orientações metodológicas de como o professor deve trabalhar com o livro e aproveitar ao máximo suas informações. As orientações do manual são simples e objetivas.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p>

**Quadro 45: Análise do manual do professor do livro Física para o ensino médio**

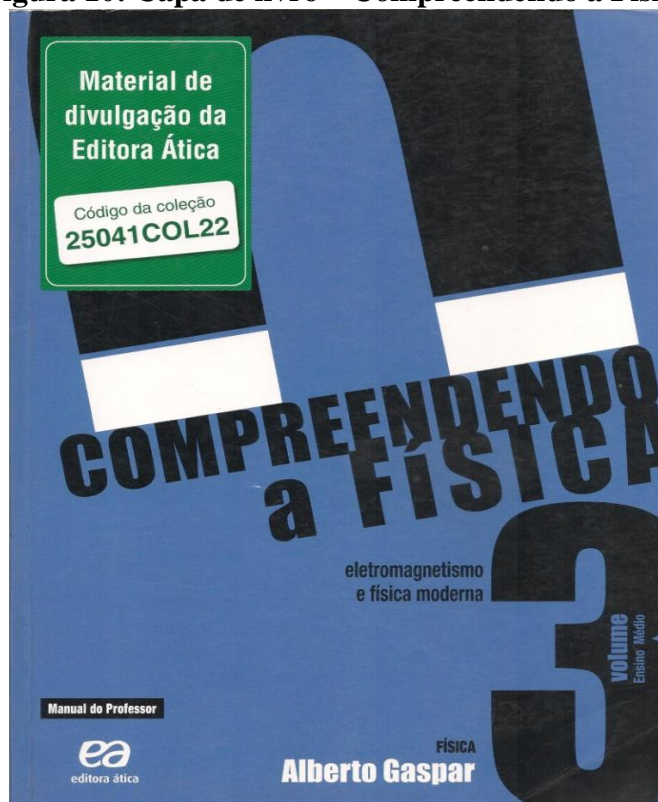
	Na abertura do capítulo 19 – Física Nuclear é sugerida a leitura do texto da revista Física na Escola, para auxiliar na aprendizagem do tema “Contaminação radioativa”, sob título “O que é radiação?”. O texto é precedido por uma série de questões para análise. Além desse texto, o manual também sugere uma série de filmes, documentários, sites e periódicos.
3	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes? O manual apresenta a resolução dos exercícios propostos, porém não oferece maneiras diferentes de resolver a mesma questão.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

O livro desenvolve o tema no capítulo 19, onde são apresentados conceitos e aplicações da energia nuclear, e os riscos do uso da energia nuclear. O livro disponibilizou algumas biografias de cientistas que contribuíram para a evolução da Física, ainda tece comentários sobre as usinas nucleares de Angra dos Reis. As atividades propostas no livro são em pequeno número e superficiais. As ilustrações estão distribuídas ao longo do capítulo, elas são nítidas e detalha uma usina nuclear. O Manual do Professor oferece orientações metodológicas sobre a obra, além de sugerir revistas, filmes e sites para o professor aprofundar o assunto.

IV. GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Ática, 2010, v.3.

**Figura 10: Capa de livro – Compreendendo a Física**



Fonte: GASPAR, 2010

**Quadro 46: Análise da composição geral dos textos do livro Compreendendo a Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro não destina um capítulo específico para estudar a Física Nuclear, que está inserida no Capítulo 13, denominado Origens da Física Quântica. Nele são trabalhados a radioatividade e os modelos atômicos. No capítulo 14, denominado A Nova Física, é trabalhado o núcleo atômico e a energia nuclear. O texto utiliza linguagem científica que explica as descobertas e experiências. Os conceitos e informações contidas estão corretos, porém muitas deles estão em nível muito elevado para o ensino médio, pois necessitam de conhecimentos que os alunos não adquiriram em anos anteriores.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p>

**Quadro 46: Análise da composição geral dos textos do livro Compreendendo a Física**

	O texto explica de forma muito científica e formal a obtenção de energia. Traz ainda o processo de fusão nuclear e fissão nuclear utilizando gráficos e equação.
3	Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção? O livro apresenta os conhecimentos físicos utilizando linguagem científica e aprofundando os conceitos, porém não apresenta uma sequência de conteúdos que contemple profundamente as aplicações da energia, seja na produção de energia elétrica em uma usina nuclear, na conservação de alimentos ou ainda em exames médicos.
4	O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas? O texto não evidencia essa relação, citando apenas a aplicação no exame de ressonância magnética. O texto restringe-se à explicação da fissão e fusão nuclear. Em uma seção denominada “Conhecendo um pouco mais”, apresenta a biografia de diversos físicos, além de descrever diversas descobertas.
5	O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas? O texto não busca evidenciar a construção dessas virtudes referentes ao respeito ao meio ambiente e às pessoas.
6	O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear? O texto não trata desse assunto.
7	Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil? O texto não aborda esse assunto.
8	Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente? O texto não aborda esse assunto.
9	O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos? O texto não sugere nenhuma leitura complementar.
10	O texto apresenta sugestão de algum experimento? Na seção denominada “Feira de Ciências”, o livro oferece sugestão de

**Quadro 46: Análise da composição geral dos textos do livro Compreendendo a Física**

	experimento simples que o aluno pode desenvolver para explicar a reação em cadeia.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 47: Análise das propostas de atividades do livro Compreendendo a Física**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos? As questões apresentadas estão relacionadas com os conteúdos, porém são questões que não incentivam a pesquisa e a curiosidade do aluno. São questões cujas respostas são determinadas através de pequenos cálculos, sem que o discente desenvolva uma cultura em Física. A lista de questões é pequena, conta com apenas quatro itens.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa? As questões propostas não incentivam o trabalho em equipe.
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos? As questões não desenvolvem no discente um senso crítico sobre o assunto.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais? O livro não apresenta questões que envolvam tais temas.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 48: Análise das ilustrações do livro Compreendendo a Física**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto? O texto é pobre em imagens, sendo que as poucas presentes mantêm uma relação direta com o texto. As biografias presentes no livro estão acompanhadas das respectivas fotografias dos cientistas.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título? As ilustrações estão devidamente identificadas com título e um pequeno texto que esclarece sua relação com o texto principal.

**Quadro 48: Análise das ilustrações do livro Compreendendo a Física**

3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As ilustrações estão bem distribuídas, porém o livro não apresenta ilustrações dos acidentes nucleares ocorridos.</p>
---	---

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 49: Análise do manual do professor do livro Compreendendo a Física**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual oferece uma estrutura textual composta de diversas orientações metodológicas para o trabalho o professor com o livro, aproveitando ao máximo suas informações. As orientações do manual são simples e objetivas.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual, na p. 34, sugere ao professor que a energia nuclear necessita de um trabalho interdisciplinar mais profundo. Pode-se realizar um trabalho envolvendo química, biologia, história e geografia. O manual sugere o livro “O brilho de mil soís - História da bomba atômica” (José Augusto Dias Júnior e Rafael Roubicek, Ática, 1996, Série História em Movimento), a ser usado como atividade interdisciplinar.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O manual apresenta a resolução dos exercícios propostos, porém não oferece maneiras diferentes de resolver a mesma questão.</p>

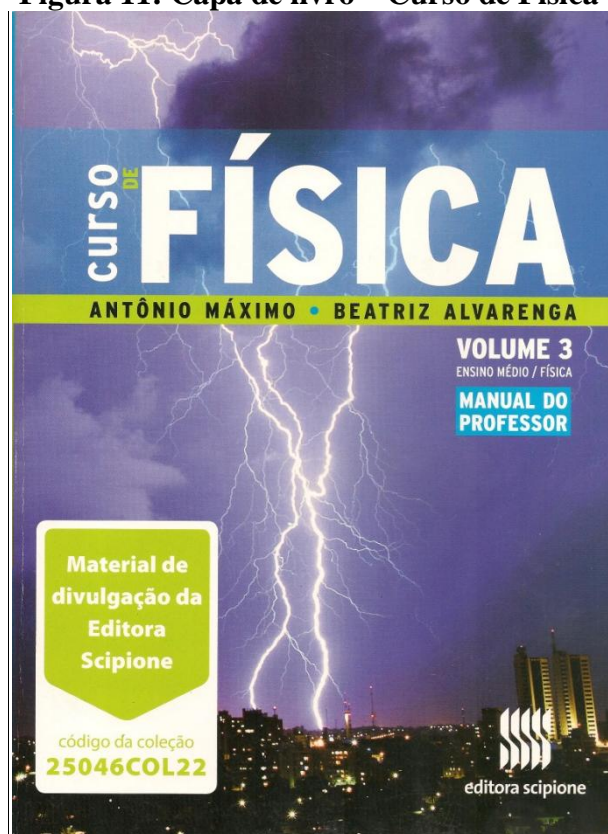
Fonte: Elaborado pelo autor

A obra didática trabalha o tema ao longo dos capítulos, porém de maneira superficial, sem entrar em detalhes, não cita as usinas nucleares, os acidentes nucleares ocorridos e os riscos ambientais. As atividades propostas são superficiais e em pequeno número. A obra apresenta poucas ilustrações. Os Manuais do Professor além das orientações metodológicas

sobre a obra sugeriram que o professor desenvolva um trabalho interdisciplinar envolvendo a temática. E também ofereceu a sugestão de livros que discutem o tema.

V. LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2010, v.3.

**Figura 11: Capa de livro – Curso de Física**



Fonte: LUZ; ÁLVARES, 2010

**Quadro 50: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro não apresenta nenhuma mudança de conteúdo ou abordagem em relação ao livro selecionado no PNLEM 2007. A alteração restringe-se à numeração das páginas na nova edição do livro. Não destina um capítulo para o estudo específico da Física Nuclear, que está inserida no decorrer do livro. Por exemplo, em se.</p>

**Quadro 50: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física**

	<p>tratando de Usina nuclear, o assunto é abordado na Unidade 8 – Eletromagnetismo, no capítulo 8, no subtítulo 8.2 A lei de Faraday na seção “Para saber um pouco mais” - Usinas geradoras de energia elétrica. Também é abordado no subtítulo 8.7 – “Transmissão e distribuição de energia elétrica”. O livro não se aprofunda na explicação sobre os processos de obtenção de energia nuclear, nem cita sua aplicação, acidentes ocorridos ou as usinas nucleares brasileiras.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto apresenta poucas informações que permitam o aluno compreender a Física nuclear, pois não aborda a radioatividade, os processos de fusão e fissão nuclear. Na p.356, em um Tópico denominado “Física no cotidiano”, apresenta o texto “Perigo das radiações eletromagnéticas”.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>Os conteúdos que tratam o tema energia nuclear encontram-se distribuídos em várias partes do livro. A abordagem é superficial, usando uma linguagem de fácil entendimento.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto apresenta poucos exemplos sobre esse tema, citando somente o uso em usina nuclear, em exames médicos na formação de imagem em um tubo de TV. Não apresenta aplicações na área da indústria e engenharia.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto não traz nenhuma abordagem que favoreça a construção dessas virtudes</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto apresenta na p. 282 o funcionamento de uma usina nuclear e na p.304, apresenta o esquema de funcionamento da usina. Nessas páginas, os autores repetiram as mesmas observações sobre o tema. O texto não informa a produção nacional com essa matriz e nem as usinas em funcionamento, também não fala dos benefícios e malefícios da utilização dessa forma de energia.</p>

**Quadro 50: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física**

7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>Em algumas seções apresenta-se uma pequena biografia dos principais físicos que realizaram contribuições para o desenvolvimento da Física nuclear, dentre eles Niels Bohr, Louis-Victor de Broglie, Erwin Schrödinger, Max Born, Max Planck Albert Einstein e Cesar Lattes. Em relação à Física nuclear no Brasil, o texto não apresenta nenhuma informação.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O livro não comenta nada sobre os acidentes nucleares ocorridos no mundo e no Brasil.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O livro apresenta na seção “N@ internet”, p. 307, uma sugestão de pesquisa sobre Usina hidrelétrica e também sobre a energia nuclear, na Comissão Nacional de Energia Nuclear. Na p.388, a mesma seção sugere para pesquisa o Laboratório Nacional de Luz de Síncroton.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O livro apresenta a relação de algumas experiências sobre diversos assuntos na p. 388, na seção denominada “Algumas EXPERIÊNCIAS SIMPLES para serem feitas”.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 51: Análise da proposta de atividades do livro Curso de Física**

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades sugeridas estão relacionadas com o conteúdo proposto. Em relação à energia nuclear, é apresentada somente uma questão na p. 308 que pergunta sobre a origem da energia utilizada nas usinas mencionadas no texto. Além dessas, o livro traz, questões do ENEM referentes ao tema proposto.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p>

**Quadro 51: Análise da proposta de atividades do livro Curso de Física**

	O livro não propõe nenhuma questão que estimule o trabalho em grupo. A maioria das questões propostas é de fácil resolução, pois as respostas encontram-se no texto ou são determinadas através de cálculos.
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?  As questões são distribuídas nas seções “Exercícios de fixação”, “Problemas e testes” e “Revisão”. De maneira geral, não despertam no aluno a construção de um senso crítico a partir de sua resolução. Os conceitos físicos, são pouco valorizados nas questões propostas.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?  O livro não apresenta questões com esse enfoque.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 52: Análise das ilustrações do livro Curso de Física**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?  As ilustrações sobre a energia nuclear estão em conformidade com o texto, embora sejam muito simples, pois o mesmo cita a fissão nuclear, mas não explica o processo, nem os riscos do uso de tal fonte energética. A ilustração mostra o esquema de funcionamento de uma usina nuclear e a distribuição de energia elétrica. Outras ilustrações mostram fotografias de diversos físicos que contribuíram para o desenvolvimento da Física.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?  Todas as figuras apresentam identificação, além de uma legenda que explica a imagem. Algumas fotografias são em preto e branco e outras são coloridas.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?  Tanto as ilustrações e fotografias retratam a realidade, porém algumas ilustrações são representadas sem adotar uma escala, o que pode conduzir a uma concepção errada das dimensões dos objetos. As imagens estão distribuídas nos textos de forma organizada e próximas ao texto de referência. São bem nítidas, o que torna o livro bem agradável.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 53: Análise do manual do professor do livro Curso de Física**

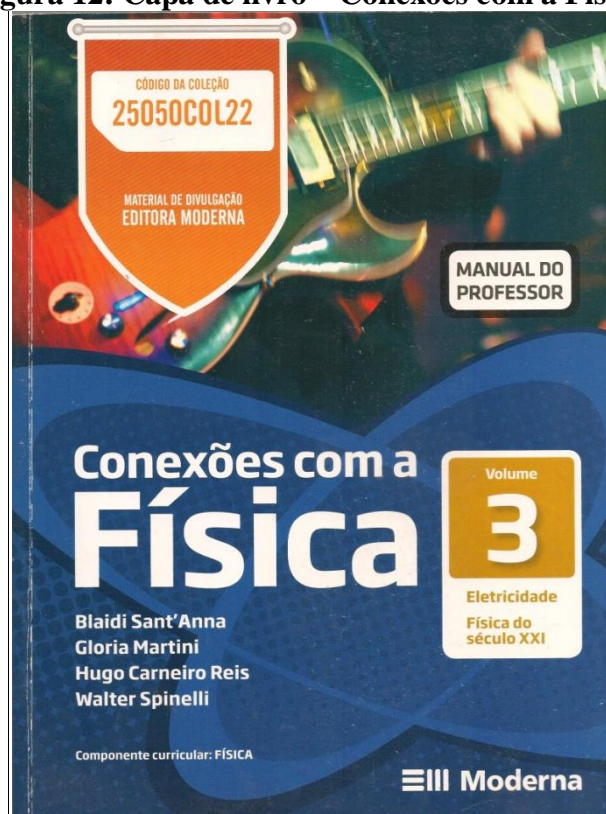
Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual do professor fornece sugestões para o trabalho docente com o livro didático, além de disponibilizar um planejamento para o 1º ano, 2º ano e 3º ano, para cada aula. Contêm seções, tópicos e atividades a serem respondidas. Disponibiliza um quadro comparativo dos objetivos propostos pelo PCNEM, PCN+ e ENEM com as propostas do livro, além de sugestões de aprofundamento com bibliografias, sites e revistas.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual comenta somente as atividades e experiências que estão no livro texto do aluno, não sugerindo nenhuma atividade ou experiência extra. O manual apresenta de forma superficial a usina nuclear, sem acrescentar nenhuma informação em relação à contida no livro.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões e em algumas comenta a resposta e cita a parte do livro referente ao assunto trabalhado. Apresenta somente uma forma de responder as questões.</p>

**Fonte: Elaborado pelo autor**

Essa obra era recomendada pelo PNLEM/2007 e passou a ser recomendada pelo PNLD/2012. A mesma não apresentou alterações referentes ao tema em estudo. O tema nessa versão continuou a ser estudado ao longo da obra.

VI. SANT'ANA, Blaide; MARTINI, Gloria; REIS, Hugo Carneiro; SPINELLI, Water. **Conexões com a Física**. São Paulo: Moderna, 2010.v.3.

**Figura 12: Capa de livro – Conexões com a Física**



Fonte: SANT'ANNA; MARTINI; REIS; SPINELLI, 2010

**Quadro 54: Análise da composição geral dos textos do livro Conexões com a Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro não destina nenhum capítulo para o estudo específico da energia nuclear, que está inserido no capítulo 14, denominado “Força eletromotriz induzida e energia mecânica”, no subtítulo 6, na p. 284 denominado “A Tecnologia do eletromagnetismo”. O comentário é muito superficial acerca do funcionamento de uma usina nuclear, sem entrar em detalhes.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>Nos tópicos referentes à Física moderna não é discutido a Física nuclear.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um</p>

**Quadro 54: Análise da composição geral dos textos do livro Conexões com a Física**

	<p>vocabulário científico na sua construção?</p> <p>Nos capítulos referentes à Física moderna, que contempla A teoria da relatividade, Elementos da mecânica quântica, e os Desafios da Física no século XXI, os assuntos estão bem distribuídos. Os conteúdos são explicados utilizando uma linguagem simples e de fácil entendimento.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>Nas poucas informações sobre o tema, não o relaciona com o cotidiano dos alunos, tampouco com aplicações tecnológicas.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto não passa nenhuma mensagem sobre tais valores.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>Na p. 284, o texto explica que o calor de reações nucleares provoca a vaporização da água que movimenta as turbinas e produz energia elétrica. Não informa a produção ou algum risco do uso de tal fonte energética.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto não apresenta nenhuma informação sobre o desenvolvimento da Física nuclear.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>Não há análise de nenhum acidente nuclear e suas possíveis consequências.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O texto não oferece sugestões de leituras complementares. Apresenta no início de cada capítulo, além de um texto introdutório, uma pergunta sobre o tema abordado com objetivo de verificar os conhecimentos do aluno. Ao final do capítulo, a pergunta de abertura é retomada para verificar se o aluno compreendeu o assunto. O livro também apresenta seções para aprofundamento no assunto, com dicas e notícias em que os conhecimentos físicos estão presentes, denominadas “Para saber mais” e “Outras maneiras de conhecer”.</p>

**Quadro 54: Análise da composição geral dos textos do livro Conexões com a Física**

10	O texto apresenta sugestão de algum experimento? O livro não sugere experiências.
----	--

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 55: Análise da proposta de atividades do livro Conexões com a Física**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos? As questões abordam os conteúdos desenvolvidos. O livro fornece quatro listas de exercícios nas seções “Questões propostas”, “Para continuar aprendendo”, “Avalie sua aprendizagem” e “Questões de integração”. As listas são compostas por exercícios de diversos níveis de dificuldade, algumas questões são fechadas e outras são abertas.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa? O livro apresenta uma seção denominada “Para investigar em grupo”, na qual são propostas atividades que podem ser desenvolvidas em grupo. Traz questões que proporcionam discussões e troca de informações entre os alunos.
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos? Com exceção das questões da seção “Para investigar em grupo”, as demais não incentivam discussões ou aprofundamento, tampouco criam condições para desenvolver o senso crítico.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais? As questões não apresentam questionamentos sobre esses temas.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 56: Análise das ilustrações do livro Conexões com a Física**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto? As ilustrações e fotografias estão de acordo com o assunto desenvolvido. No que se refere à usina nuclear, estão presentes uma fotografia de uma usina na

**Quadro 56: Análise das ilustrações do livro Conexões com a Física**

	Alemanha e ilustrações do esquema de funcionamento de uma usina nuclear.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título? As figuras apresentam identificação, além de uma legenda que explica a imagem em detalhes, fornecendo até a informação da falta de escala e das cores fantasia empregadas. Algumas fotografias são em preto e branco e outras coloridas.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto? Quanto às usinas nucleares, as imagens ocupam um espaço maior que o texto, como é observado na p.284, que contém quatro imagens ocupando mais da metade da página. Duas imagens representam o esquema de funcionamento de uma usina nuclear, outra representa o esquema de funcionamento de uma usina termoeletrica e a outra mostra uma usina nuclear na Alemanha.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 57: Análise do manual do professor do livro Conexões com a Física**

Item	Descrição
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica? O manual explica a utilização do livro de maneira clara, favorecendo a compreensão pelo professor dos objetivos da obra. É denominado “Suplemento para o professor” e apresenta diversos textos que discutem o ensino de Física, situando contexto social e relacionando com os avanços tecnológicos. Para cada unidade é fornecido um texto, que explica de forma resumida o capítulo, dessa maneira o professor passa a ter uma visão geral do capítulo. O manual ainda sugere uma bibliografia com documentos oficiais, pedagógicos e de ensino de Física.
2	Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno? O manual responde somente as atividades propostas no livro. Em relação à experiência, oferece sugestões relativas à eletricidade e ao magnetismo.
3	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?

**Quadro 57: Análise do manual do professor do livro Conexões com a Física**

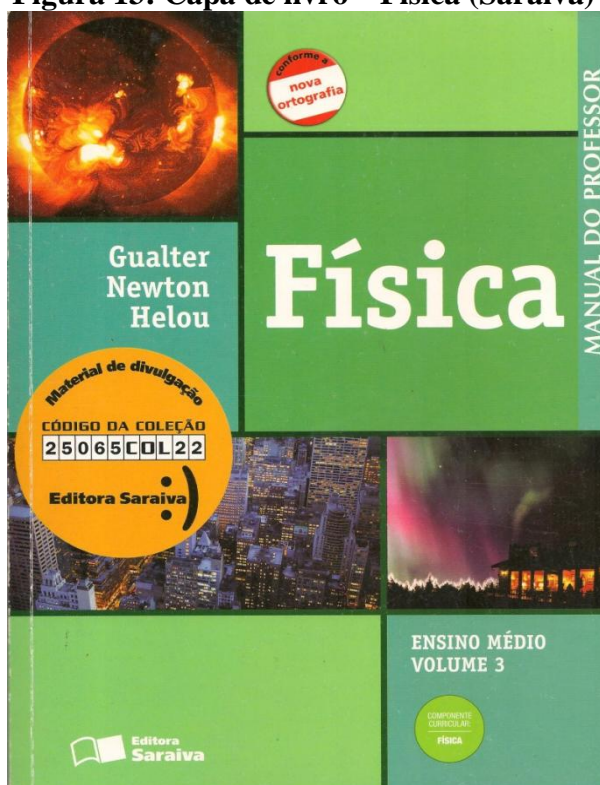
	O livro fornece as respostas das questões, porém não discute formas diferentes de resolução.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa obra apresenta o tema “Energia Nuclear” com poucas informações, não descreve a obtenção de energia nuclear, os riscos ambientais, não comenta os acidentes, não apresenta informações sobre o programa nacional de energia nuclear. Há um número reduzido de questões. As ilustrações retratam uma usina nuclear. O Manual do Professor discute o ensino de Física, oferece ao professor uma orientação metodológica sobre a obra e também documentos oficiais referente à educação, além da resolução das questões propostas no livro.

VII. DOCA, Ricardo Helou; GUALTER, José Biscuola; NEWTON, Villas Bôas. **Física**. São Paulo: Saraiva, 2010. v.3.

**Figura 13: Capa de livro – Física (Saraiva)**



Fonte: DOCA; GUALTER; NEWTON, 2010.

**Quadro 58: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Saraiva)**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro não destinou um capítulo específico para a Física Nuclear, citada somente de forma superficial na p.280, no Capítulo 11 – “Indução eletromagnética”, na seção “Leitura” no texto “Ainda sobre Faraday”, que comenta a produção de energia elétrica nas usinas nucleares, baseando-se na fissão nuclear de elementos como o urânio enriquecido. Os processos de fissão e fusão são explicados na p.322, na Unidade IV “Física moderna”, no capítulo 13, subtítulo “As quatro forças fundamentais da natureza”.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O tema é pouco comentado, as informações repassadas são insuficientes para a compreensão da Física Nuclear.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>Em relação à Física moderna, o livro apresenta o conteúdo bem distribuído. Em relação à Física nuclear, no tópico energia nuclear, o texto apresenta somente um pequeno comentário muito superficial na p. 280 sobre a produção de energia elétrica nas usinas nucleares.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O livro menciona somente que o funcionamento de uma usina nuclear tem como base a energia liberada pela fissão nuclear, sendo que essa informação não está inserida no cotidiano do aluno.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto não favorece a construção desses valores.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto cita superficialmente na p.280 que a energia elétrica produzida em uma usina nuclear baseia-se na fissão nuclear, sem trazer informação sobre a produção ou o número de usinas em funcionamento.</p>

**Quadro 58: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Saraiva)**

7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O livro não apresenta informação alguma sobre o desenvolvimento da Física nuclear.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>Não há análise sobre esses itens.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>No final do livro, na seção denominada “Para saber mais”, sugere-se como leitura uma relação de 39 livros no campo da ciência Física, 12 vídeos e 7 sites</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O livro apresenta uma seção denominada “Faça você mesmo”, que oferece diversas experiências.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 59: Análise da proposta de atividades do livro Física (Saraiva)**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As questões propostas estão relacionadas com os conteúdos desenvolvidos. O livro apresenta os exercícios distribuídos em quatro seções, a saber: ”Questões comentadas”, com respostas; “Questões propostas”, com questões para compreensão do capítulo; “Questões de sedimentação e aprofundamento”, com questões selecionadas de diversos vestibulares; e “Descubra mais”, com questões abertas que levam o aluno a análise do assunto.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro não disponibiliza nenhuma atividade a ser desenvolvida através de debates ou pesquisa em grupo.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>As atividades não possibilitam o desenvolvimento de um senso crítico, pois a</p>

**Quadro 59: Análise da proposta de atividades do livro Física (Saraiva)**

	maioria cobra conceitos e cálculos simples, sendo que o foco das questões não desperta a curiosidade e o debate entre os alunos, nem a pesquisa ou leitura de outras fontes.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais? O livro não apresenta questões que atendam esses critérios.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 60: Análise das ilustrações do livro Física (Saraiva)**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto? O livro não apresenta nenhuma imagem relacionada com a Física nuclear (energia nuclear).
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título? As figuras presentes no livro estão identificadas e próximas ao texto de referência.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto? As imagens utilizadas na obra representam a realidade. Retratam objetos, aparelhos, ferramentas e construções.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 61: Análise do manual do livro Física (Saraiva)**

Item	Descrição
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica? O manual descreve os objetivos fundamentais da obra, a metodologia utilizada e a composição com suas divisões. Apresenta na p. 12 um texto explicativo dos capítulos do livro. Na abertura de cada capítulo, é citado seu objetivo e são enfatizados pontos do capítulo que não podem deixar de serem ministrados. O livro utiliza uma linguagem clara, favorecendo ao professor a compreensão dos objetivos propostos.
2	Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do

**Quadro 61: Análise do manual do livro Física (Saraiva)**

	<p>aluno?</p> <p>Na p.93, o manual oferece um texto complementar ao texto da p. 280 (Ainda sobre Faraday) referente à obtenção de energia. Em relação às atividades ou experiências, o manual discute somente as propostas no livro. Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões, porém não discute formas diferentes de resolução.</p>
--	--

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O livro não destinou um capítulo para o tema, apresenta poucas informações sobre a energia nuclear, que estão distribuídas ao longo da obra. Na obra é informado que a produção de energia nas usinas nucleares é baseado no processo de fissão, o mesmo não comenta os riscos do uso dessa fonte energética, não cita os acidentes nucleares, não descreve o funcionamento de uma usina, não comenta sobre o programa nacional de energia nuclear e as usinas de Angra dos Reis. As atividades propostas são superficiais. Não há ilustrações referentes ao tema. O Manual do Professor discute a obra, apresenta a resolução dos exercícios.

VIII. TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Física Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2005. v.3.

**Figura 14: Capa de livro – Física Ciência e Tecnologia**



Fonte: TORRES; FERRARO; SOARES, 2005.

**Quadro 62: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro apresenta pequenas mudanças em relação ao livro do PNLEM 2007. Tais mudanças se iniciam pelos autores, permanecendo Carlos Magno A. Torres e incorporando Nicolau Gilberto Ferraro e Paulo Antonio de Toledo Soares. Em relação ao conteúdo sobre energia nuclear e sua aplicação para obtenção da energia elétrica, não ocorrem modificações, sendo que nesta edição foi acrescentado o capítulo 8 – “Tecnologia das comunicações”. O livro destina um capítulo específico para estudar a Física Nuclear, inserida no Capítulo 7, na Unidade III, Física Moderna, também é tratada no capítulo 4. O texto utiliza uma linguagem científica de forma contextualizada que explica as descobertas e experiências. As informações são de fácil interpretação e adequadas para o aluno de Ensino Médio</p>

**Quadro 62: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto usa uma linguagem simples, sem perder o rigor científico. Em se tratando de energia nuclear, apresenta o processo de fusão nuclear e fissão nuclear e sua aplicação em usinas, com seus benefícios e riscos para o homem e para o meio ambiente. Dessa maneira, o aluno desenvolve uma visão geral da Física nuclear.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>A distribuição do conteúdo segue uma sequência didática adequada, os assuntos foram divididos em capítulos, que se completam e são apresentados de maneira clara e de fácil interpretação. O tema energia nuclear é abordado em dois momentos: na p. 193, na qual é explanado seu uso em usinas nucleares, em que se aproveita a liberação da energia para provocar a vaporização da água que movimentará turbinas, transformando energia mecânica em energia elétrica; a partir da p. 282, abordando o átomo, radioatividade, fissão e fusão, rejeitos radioativos, acidentes nucleares, partículas fundamentais da natureza e um pouco de cosmologia.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto apresenta uma série de aplicações da Física nuclear presentes no cotidiano do discente. Por exemplo, na p.291, cita-se a aplicação da radioatividade na medicina, em exames de tomografia, de ressonância magnética; e, na p. 297, são abordados os acidentes nucleares.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto busca evidenciar a construção dessas virtudes através de informações presentes a partir da p. 204, no subtítulo 6 – “A poluição ambiental”, em que são discutidas as diversas formas de poluição e suas consequências para o ambiente. Na p. 295, no subtítulo “Rejeito radioativo”, e na p. 297, no subtítulo “Acidentes nucleares”, são discutidos acidentes ocorridos em algumas usinas e suas consequências.</p>

**Quadro 62: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto discute essa produção e afirma que essa fonte energética em alguns países representa a principal forma de obtenção de energia elétrica. Apresenta informações, na p. 195, sobre a produção em diversos países, como França, Lituânia, Bélgica, Eslováquia, Suíça, Japão e no Brasil. Cita a produção na usina Nuclear Angra I e Angra II e a previsão de produção na Usina Angra III.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto apresenta diversas informações históricas. Na p.174, informa-se que a partir de 1960 a energia nuclear começou a ser utilizada para a obtenção do vapor que aciona os geradores elétricos. Apresenta ainda em gráfico a produção de energia elétrica das diversas matrizes. Na p. 193, o texto descreve o esquema de funcionamento de uma usina nuclear, além de levantar o histórico das usinas no Brasil. A partir da p.282, o texto explora o átomo, radiações, processos de fusão e fissão, citando ainda a contribuição de alguns físicos no seu desenvolvimento.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O texto analisa na p. 297 somente dois acidentes nucleares: o primeiro na usina de Three Mile Island, na Pensilvânia, Estados Unidos, ocorrido em 28 de março de 1979; o segundo na usina de Chernobyl, na Ucrânia, ocorrido em 26 de abril de 1986. O texto informa os problemas causados por esses acidentes.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O livro apresenta uma série de leituras na seção “Sugestão de Leitura”. Na p. 224 foram selecionados 6 livros e na p.306 foram selecionados 5 livros como opção de leitura complementares. Os livros tratam desde os temas ambientais até a formação do universo. Na p. 223, na seção “Navegue na web”, o livro apresenta diversas sugestões de sites para pesquisa, que tratam de diversos temas da atualidade. O livro anterior não oferecia sugestões de sites.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>Na seção denominada “Proposta experimental”, o livro oferece sugestão de experimento simples a ser desenvolvido pelo aluno. O livro apresenta diversas</p>

**Quadro 62: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

10	experiências envolvendo a eletricidade e o eletromagnetismo, porém sobre Física nuclear, focalizando energia nuclear, não há nenhuma experiência.
----	---

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 63: Análise da proposta de atividades do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades estão relacionadas com o assunto desenvolvido. No livro, as questões estão distribuídas em uma seção denominada “Exercícios” com questões de dois níveis de dificuldade: fundamental e de fixação. Na lista proposta, as questões são selecionadas de alguns vestibulares, do ENEM e outras questões são abertas.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro apresenta na seção “Atividade em grupo” uma proposta de atividade a ser desenvolvida em grupo e dessa forma valoriza a opinião de todos. Na p.196, a proposta é pesquisar em grupos as vantagens e desvantagens da obtenção de energia elétrica nas usinas: hidrelétricas, termelétricas e as nucleares. Ao final da pesquisa, os grupos devem comparar essas vantagens e desvantagens.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Algumas questões propostas levam o aluno a discutir sobre as aplicações dos avanços da Física na sociedade, analisando os benefícios e os malefícios tanto para o ambiente como para o homem.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>Algumas atividades proporcionam o desenvolvimento de uma consciência ambiental, pois abordam os impactos ambientais e suas consequências para a qualidade de vida.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 64: Análise das ilustrações do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?</p> <p>As ilustrações são bem definidas e mantêm uma ligação com os textos, ajudando na formação da ideia da obra. São compostas por fotografias, ilustrações e gráficos.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As ilustrações estão devidamente identificadas com título e legenda.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As ilustrações estão bem distribuídas no decorrer do texto, apresentando tamanhos variados e mantendo um equilíbrio com os textos, o que torna a leitura agradável.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 65: Análise do manual do professor do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual denominado “Suplemento do professor” explica como deve ser trabalhado o livro para obter o máximo rendimento. Ainda apresenta um texto-resumo de cada capítulo do livro que repassa uma ideia geral dos temas. O manual fornece diversas sugestões ao professor, dispondo de orientações tendo como base o PCNEM. As orientações são claras e objetivas e estão em conformidade com a proposta didática da obra.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O suplemento do professor disponibiliza vários textos e vídeo que aborda o tema energia nuclear. O manual, na p. 59, faz uma sugestão de atividade complementar ao professor, o vídeo “Energia nuclear – Chernobyl”, que tem o objetivo de discutir essa matriz energética. Além dessa atividade, recomenda na p. 70 a leitura do texto “A radioatividade e a história do tempo presente”, que objetiva sensibilizar o discente sobre a relação entre a produção científica/tecnológica e o</p>

**Quadro 65: Análise do manual do professor do livro Física Ciência e Tecnologia**

	<p>contexto histórico. Na p. 71, disponibiliza o texto adicional “Hiroshima e Nagasaki”, que explica os efeitos das explosões das bombas atômicas. Na p. 73, informa o endereço eletrônico do CNEN – Comissão nacional de energia nuclear, com as normas que regulamentam as operações com energia nuclear. E, na p. 74, oferece sugestão de leitura para o professor de livros que abordam o tema tópicos de Física nuclear.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões e tece comentários no início de cada resolução.</p>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Essa obra era recomendada pelo PNLEM/2007 e passou a ser recomendada pelo PNLD/2012. A mesma não apresentou alterações referentes ao tema em estudo.

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. v.3.

**Figura 15: Capa de livro -- Quanta Física**



Fonte: KANTOR; PAOLIELLO JR; MENEZES; BONETTI; CANATO JR; ALVES, 2010.

**Quadro 66: Análise da composição geral dos textos do livro Quanta Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro aborda o assunto de forma correta e contextualizada, tanto no volume 1, quanto no volume 3. No volume 3, o assunto é tratado no capítulo 3 – “As radiações, o núcleo atômico e suas partículas”, na p. 52, e nos subtítulos “As radiações nucleares e a constituição do núcleo” e “Bombas e usinas nucleares”. No volume 1, o assunto é abordado no capítulo 2 – “Recursos energéticos naturais”, na p. 42, e nos subtítulos “Combustíveis nucleares” e no capítulo 4 – “Máquinas e processos térmicos”, na p. 67. Os livros apresentam o conteúdo com uma escrita simples e de fácil compreensão, tornando as informações bem acessíveis aos alunos desse nível.</p>

**Quadro 66: Análise da composição geral dos textos do livro Quanta Física**

2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>As informações são detalhadas, acompanhadas de ilustrações e aplicações, o que favorece a compreensão.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O assunto é desenvolvido de maneira bem gradual, sendo que as informações são iniciadas por explicações básicas – núcleo do átomo, passando pelas radiações, pelas interações nucleares, até chegar às bombas atômicas e usinas nucleares. No volume 1, é dada a informação do início da utilização da energia nuclear, inicialmente nas bombas e posteriormente nas usinas nucleares para produção de eletricidade. A linguagem é científica, mas de fácil interpretação.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>Em diversas passagens o livro informa a aplicação da Física nuclear em exames médicos, como ressonância nuclear magnética, na produção de energia elétrica, nas usinas nucleares.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>As informações sobre a produção de energia elétrica em usinas nucleares, com seus riscos de contaminação do ambiente por acidentes ou ainda pelo lixo radioativo produzido nas usinas, desperta no aluno uma preocupação com a manutenção e o perigo oferecido por tais empreendimentos. Por outro lado, as outras aplicações, por exemplo, na área da saúde, que está nos exames de ressonância e tomografias e no tratamento, por exemplo, do câncer, sensibiliza o discente, criando um respeito pelas pessoas, principalmente as que estão em tratamento de doenças submetidas a tais procedimentos.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto descreve a produção de energia elétrica a partir dessa matriz. Essa informação está presente tanto no volume 1 quanto no volume 3. O texto explica o funcionamento de diversas usinas elétricas, dentre as quais as usinas nucleares,</p>

**Quadro 66: Análise da composição geral dos textos do livro Quanta Física**

	apresentando os esquemas de produção de eletricidade nas diversas usinas. O texto cita as Usinas Angra I e II, porém não informa sua produção.
7	Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?  O livro informa as várias etapas do desenvolvimento da Física Nuclear, bem como das contribuições de diversos Físicos, dentre os quais Marie Curie, Enrico Fermi, Richard Feynman, Neils Bohr, Albert Einstein. A Física Nuclear no Brasil é citada nas aplicações nas usinas Angra I e II e também em exames médicos.
8	Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?  O livro cita os acidentes nos Estados Unidos, na usina Three Mille Island, em 1979, na Ucrânia na usina de Chernobyl, em 1986 e o acidente radioativo no Brasil, em Goiânia em 1987. Comenta os riscos do uso de tal fonte energética.
9	O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?  O livro na seção “Dica” fornece o endereço de diversos sites para pesquisa na área de Física. No final do livro também são fornecidas sugestões de leitura, bibliografia, hipertextos nacionais e hipertextos internacionais.
10	O texto apresenta sugestão de algum experimento?  Na seção “Faça você mesmo” são sugeridas algumas experiências.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 67: Análise da proposta de atividades do livro Quanta Física**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?  As atividades estão localizadas na seção “Faça parte” e são selecionadas de diversos vestibulares. Na seção ”Sua parte”, as atividades são mais para compreensão do texto. As questões propostas estão relacionada com os conteúdos desenvolvidos.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?  Na seção “Faça parte” são propostas algumas atividades que podem ser

**Quadro 67: Análise da proposta de atividades do livro Quanta Física**

	desenvolvidas em grupo.
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Algumas questões presentes na seção “Faça parte” estimulam a pesquisa, a valorização dos conceitos físicos, a análise e aplicações da Física. O aluno que pesquisa e discute os temas propostos, desenvolve o senso crítico sobre o tema, pois conhecerá os processos envolvidos.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>O livro apresenta algumas questões que propõem aos alunos o desenvolvimento das virtudes relacionadas à ética. Por exemplo, o uso da energia nuclear, seus benefícios e malefícios, os tratamentos médicos que usam a energia nuclear.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 68: Análise das ilustrações do livro Quanta Física**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?</p> <p>A maioria das ilustrações está em conformidade com os textos e favorece a sua compreensão. Algumas são desenhos e outras fotografias.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As imagens estão acompanhadas de legenda, título e explicações.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As ilustrações representam a realidade e estão inseridas no decorrer dos textos. O tamanho e a posição de cada imagem estão harmônicas com o texto.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 69: Análise do manual do professor do livro Quanta Física**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual é denominado “Manual teórico-metodológico” no qual explica-se toda a obra didática. Há um texto sobre cada unidade, com a explanação dos objetivos e orientações sobre os conteúdos a serem trabalhados. O manual fornece uma série</p>

**Quadro 69: Análise do manual do professor do livro Quanta Física**

	de informações sobre o livro, além de associar a cada atividade realizada as competências e habilidades desenvolvidas pelo aluno.
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual oferece sugestões de livros e sites na p. 27 para aprofundamento do conteúdo trabalhado. Em relação às atividades, oferece a resolução e comentários das questões propostas no livro. Destarte, não disponibiliza atividades extras que envolvam a Física nuclear.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O manual oferece a resolução das atividades com comentários que enfatizam o objetivo a ser alcançado na resolução de cada atividade.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa obra aborda o tema “Energia Nuclear” de maneira ampla, apresenta diversas informações referentes ao tema, informa sobre a obtenção e aplicação da energia nuclear, além dos acidentes, usinas nucleares de Angra dos Reis, descreve a evolução da energia nuclear. As atividades propostas proporcionam aos discentes o aprofundamento do conteúdo através de pesquisas. As ilustrações refletem a realidade do tema em estudo. O Manual do Professor apresenta a obra através de textos reflexivos, além de sugerir livros e sites para aprofundamento do assunto e a resolução das questões propostas.

X. PIETROCOLA, Maurício; POGIBIN, Alexandre; ANDRADE, Renata de; ROMERO, Talita Raquel.. **Física em contextos: pessoal, social e histórico**.São Paulo: FTD, 2011. v.3.

Figura 16: Capa de livro – Física em contextos



Fonte: PIETROCOLA; POGIBIN; ANDRADE; ROMERO, 2011.

Quadro 70: Análise da composição geral dos textos do livro Física em contextos

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro apresenta no capítulo 13, denominado “Estrutura da matéria”, um texto bem claro, usando uma linguagem simples, que explica a energia nuclear, sua obtenção e aplicação.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>As informações do texto realizam um resgate histórico da energia nuclear, citando as aplicações e alguns cientistas que contribuíram com diversas pesquisas, culminando com o domínio de sua produção. Essa abordagem favorece a compreensão pelos discentes desse conteúdo.</p>

**Quadro 70: Análise da composição geral dos textos do livro Física em contextos**

3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>A distribuição do conteúdo utilizada pelo livro favorece o aprendizado do aluno, pois a sequência didática e o vocabulário científico utilizado estão de acordo com o nível de ensino. Os capítulos apresentam subtítulos que explicam em pormenores o assunto de Física nuclear. Na p. 398, por exemplo, o livro disponibiliza o texto “História da estrutura da matéria”, na p.429 o livro apresenta a biografia de Marie Curie, na p. 438 o texto disponibilizado é a “Datação por carbono -14”, na p. 441 o texto é “O contexto tecnológico e social” e na p. 442 o texto “Enriquecimento do urânio”.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O livro cita diversas aplicações da Física nuclear, tais como: exames médicos, produção de energia elétrica, bombas atômicas, tubos de imagens etc. Os alunos que apreenderem as teorias Físicas podem ter mais facilidade em compreender as aplicações da Física nuclear.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>Na p. 441, o texto “O contexto tecnológico e social” transmite para os alunos informações sobre a discussão em torno do uso da energia nuclear, dos benefícios e malefícios do uso de fonte energética. Com a leitura deste texto, podem ser despertados valores de preservação ambiental e de valorização da vida.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto informa a técnica utilizada para produzir energia elétrica a partir do uso da energia nuclear. O texto ainda informa a produção de energia nas usinas Angra I e Angra II, e a previsão da construção de Angra III.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto faz um resgate da evolução da Física Nuclear desde definição do modelo do átomo, passando pelas radiações, pela força nuclear, pelos processos de obtenção de energia nuclear. No que se refere ao Brasil, são citadas as usinas nucleares de Angra I e II, além das aplicações na área da saúde.</p>

**Quadro 70: Análise da composição geral dos textos do livro Física em contextos**

8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O livro, na p. 439, cita os acidentes nucleares de Goiânia e Chernobyl e as cidades de Nagasaki e Hiroshima que sofreram ataques com bombas nucleares. Na p. 442, o livro cita os problemas causados nas pessoas pela radiação. Na p. 452, o livro propõe uma atividade de pesquisa sobre o funcionamento e os tipos de reatores; o acidente de Chernobyl; a produção de energia nuclear no Brasil; as aplicações das pesquisas nucleares na medicina, agricultura e na exploração do petróleo; o lixo nuclear e o acidente de Goiânia com o césio-137.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>No final de cada unidade, o livro dá sugestão de livros e filmes para aprofundamento do conteúdo. As sugestões tanto de leitura quanto de filmes apresentam na sua composição aplicações de conhecimentos físicos.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>No final de cada unidade, o livro sugere experiências para enriquecer a aprendizagem. No geral, são experiências simples nas quais o aluno pode observar algum fenômeno Físico.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 71: Análise da proposta de atividades do livro Física em contextos**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades estão de acordo com os conteúdos desenvolvidos. São compostas por questões abertas e questões selecionadas de diversos vestibulares no Brasil.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro, na seção “Experimento - investigue você mesmo”, propõe experiências que podem ser realizadas em grupo. E na seção “Pesquise, proponha e debata” também propõe atividades de pesquisa que podem ser realizadas em grupo ou individualmente para posterior debate com os resultados. Dessa forma, valoriza o estudo individual e fortalece os conhecimentos com as trocas de informações com</p>

**Quadro 71: Análise da proposta de atividades do livro Física em contextos**

	toda a sala.
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Algumas atividades despertam no aluno a formação de um senso crítico, a ser construído com a análise das informações adquiridas ao longo das aulas, das atividades e das trocas de experiências cotidianas durante o período letivo.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>O livro propõe algumas atividades de pesquisa das aplicações e riscos da Física nuclear. Essas questões podem ou procuram sensibilizar o aluno para as consequências da utilização dessa fonte energética para o meio ambiente e para a vida.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 72: Análise das ilustrações do livro Física em contextos**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?</p> <p>As ilustrações mantêm uma relação direta com o texto, algumas são ilustrações computadorizadas e outras são fotografias, umas coloridas e outras em preto e branco.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As ilustrações utilizadas estão corretamente identificadas, com legenda e título.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As imagens utilizadas retratam o assunto desenvolvido, estando distribuídas ao longo do texto e apresentando tamanhos e cores diversos. Elas mantêm com os textos uma proporção, que se reflete no resultado final do livro, um livro de fácil leitura e imagens que agradam o leitor.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 73: Análise do manual do professor do livro Física em contextos**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual explica de forma clara a metodologia adotada na obra didática e a maneira da organização do conteúdo. Em cada unidade são fornecidos um texto introdutório e sugestões de abordagem, além de elencar as competências e habilidades trabalhadas em cada capítulo. Oferece ao professor textos que levam a reflexão da prática docente, da importância de ensinar Física, de como deve ser ensinada, apresentando ainda a relação do conhecimento da Física com o cotidiano.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual oferece a opção de trabalhar com projetos, no que se refere à Física nuclear. Na p. 107, sugere, dentro de uma perspectiva utilitarista, desenvolver um projeto que leve o aluno a investigar a eletricidade, sua produção, os tipos de usinas, seus impactos para o meio ambiente e o uso da radioatividade.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões, porém não discute formas diferentes de resolução.</p>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O livro desenvolve o tema energia nuclear de forma ampla, pois além de apresentar conceitos, descreve os acidentes e aplicações da energia nuclear. O livro aborda o tema dando uma conotação social, despertando no aluno uma visão do desenvolvimento tecnológico atingindo pelo homem e seus benefícios e malefícios que podem oferecer a humanidade. As atividades proposta são diversas, algumas são para resolução individual e outras pra serem resolvidas em grupo. As ilustrações são nítidas. O Manual do Professor explica a obra através de textos pedagógicos, além de sugerir projetos para aprofundamento e fixação dos conteúdos.

Das dez coleções de livros recomendados pelo PNLD/2012, quatro também tinham sido recomendados pelo PNLEM/2007, sendo que estas obras não apresentaram mudanças significativas em relação ao tema em estudo. Das seis coleções restantes, algumas apresentam o tema de forma satisfatória, descreve a forma de obtenção da energia nuclear, suas aplicações, riscos, o programa nacional de energia nuclear, ainda descrevem os principais acidentes ocorridos.

As obras do PNLD no geral apresentaram mudanças no desenvolvimento dos conteúdos trabalhados, os textos estão mais contextualizados, as atividades são mais amplas e incentivam a resolução em grupo, além de promover a reflexão sobre os impactos ambientais e sociais.

### **3.4 Análise comparativa dos programas PNLEM/2007 e PNLD/2012**

Após a análise dos livros de Física selecionados pelo Programa Nacional do livro do Ensino Médio – PNLEM/2007 e pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2012, pode-se observar que o ensino de Física na última década mudou bastante, principalmente, no que se refere ao livro didático, ferramenta mais presente nas aulas, que dão apoio pedagógico e didático ao professor e, muitas vezes, a única fonte de pesquisa disponível. Nesse contexto, destaca-se que, mesmo com os avanços alcançados, há muito a ser melhorado, ser aperfeiçoado. Livros precisam ser revistos e reformulados, conteúdos devem ser revisados e atualizados, as atividades propostas precisam ser mais diversificadas, oferecendo atividades individuais e em grupo, que despertem a curiosidade e o interesse do estudante pela Física. Tudo isso poderá favorecer a formação de discentes mais críticos e detentores de conhecimentos científicos.

Observou-se, portanto, que nas obras do PNLEM os autores apresentaram posicionamentos distintos: Gaspar não trata do assunto; Torres e Penteadó buscaram aprofundar o assunto, sendo o conteúdo apresentado em um capítulo específico; Sampaio e Calçada trabalharam o conteúdo de forma satisfatória, comentando, inclusive, as vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear, além de descrever as Usinas Nucleares de Angra dos Reis I e II; Luz e Alvarenga não destinaram capítulo específico para o assunto, que é comentado de forma simples; Gonçalves e Toscano também apresentam o assunto com conceitos simples, não apresentando nenhuma informação sobre as usinas brasileiras.

Nas 10 coleções didáticas selecionadas pelo PNLD, quatro delas tinham sido selecionadas pelo PNLEM. Percebeu-se que elas não apresentaram mudanças significativas para o novo programa. Na obra de Sant'Anna, Martini, Reis e Spnelli, o conteúdo é tratado de forma muito superficial, apresentando somente um texto com poucas informações; Kantor, Alonso, Menezes, Bonetti, Canato e Alves destinaram um capítulo para tratar do tema, que está presente nos volumes 1 e 3 da coleção; Gualter, Helou e Newton trouxeram um pequeno texto para comentar o tema energia nuclear; Já Barreto e Xavier destinaram um capítulo específico para desenvolver o assunto, que se inicia com um resgate histórico, além de comentários sobre o programa nacional brasileiro; Pogibin, Pietrocola, Andrade e Romero destinaram um capítulo específico para tratar o tema e nele comentam o programa nacional e também disponibilizam biografias de diversos físicos pertinentes ao objeto de estudo.

Em relação às propostas de atividades, observou-se, por exemplo, que somente Penteadó e Torres aperfeiçoaram suas atividades, selecionando questões de vestibulares e do ENEM, atividades em grupo e que objetivam favorecer o desenvolvimento do senso crítico e da preservação ambiental. Gonçalves e Toscano, Luz e Alvarenga, Sampaio e Calçada disponibilizaram um número reduzidos de questões e a obra de Gaspar não ofereceu atividades relacionadas com a energia nuclear.

Nos livros participantes do PNLD, as atividades propostas apresentaram melhorias significativas se comparadas com o PNLEM. Xavier e Barreto oferecem diversas questões selecionadas de vestibulares, algumas delas favorecem o desenvolvimento do senso crítico sobre a energia. Yamamoto e Fuke disponibilizaram uma lista de questões que contemplam atividades individuais e em grupo. Sant'Anna, Martini, Reis e Spinelli inseriram quatro listas de atividades com diversos graus de dificuldades para a resolução, contemplando também atividades individuais e em grupo. Gualter, Helou e Newton ofereceram questões selecionadas de vestibulares que são propostas para resolução individual e não se relacionando com as questões éticas, políticas e ambientais. Kantor, Paoliello, Menezes, Canato e Alves distribuíram os exercícios na seção "Faça sua parte". Há atividades em grupo, que estimulam a pesquisa, além de valorizar a ética e o meio ambiente. Pietrocola, Pogibin, Andrade e Romero selecionaram questões de vestibulares, sendo algumas atividades em grupo e estimulando o experimento e o desenvolvimento do bom senso e ética.

Em relação às ilustrações contidas nas obras, observou-se que os livros tanto do PNLEM e do PNLD utilizam as imagens distribuídas ao longo do texto. Isso favorece a melhor compreensão da informação verbal e oportunizam o aluno à observação, com relativo

detalhe, das usinas nucleares e da aplicação da energia. As quatro obras presentes nos dois programas não apresentam modificações nas ilustrações apresentadas. Na obra de Pentead e Sousa, as imagens são claras e bem distribuídas no texto. Sampaio e Calçada apresentam poucas imagens e não há imagens detalhadas de usinas nucleares.

Já no PNLD, a maioria dos livros utilizaram as ilustrações mais detalhadas das usinas nucleares e mostraram ainda alguns acidentes e aplicações da energia. Somente a obra de Gaspar e de Gualter, Helou e Newton não apresentaram imagens referentes à energia nuclear.

No que se refere à análise do Manual do professor, observou-se que, nos dois programas, há de uma maneira geral explicações sobre a obra, oferecendo sugestões de como deve ser desenvolvido o livro, apontando ainda as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas no ensino de Física. Disponibilizam a resolução das questões e alguns livros oferecem sugestões complementares de livros, filmes, textos, sites e experiências que podem ser utilizados pelos professores para complementar o estudo.

### **3.5 Principais lacunas observadas nos livros didáticos analisados**

Após a análise dos livros recomendados pelos programas PNLEM/2007 e PNLD/2012, pode-se observar que as obras didáticas de Física apresentaram aperfeiçoamento em diversos aspectos, tais como: contextualização, sugestões metodológicas e pedagógicas, atividades complementares.

No manual do professor também foram identificadas melhorias nas orientações de trabalho para o livro didático, no que se refere à apresentação do livro, resolução de atividades e ainda sugestões de filmes, livros ou sites, com o objetivo de complementar as aulas.

Porém, pode-se ainda observar que apesar dos livros recomendados no programa atual apresentarem uma melhor qualidade e passarem por um rigoroso processo avaliativo, no livro didático de Física, existem algumas lacunas na apresentação do tema em estudo.

Na maioria dos livros, não é apresentado um histórico do desenvolvimento da energia nuclear. É notório que para melhor compreender o presente, o homem, primeiramente, tenta compreender o passado. Nesse sentido, é relevante que o aluno saiba como a energia nuclear foi desenvolvida, quando isso ocorreu, quais os países que foram pioneiros nesse campo. Com essas informações, o discente terá uma formação mais embasada acerca do tema, e verá que o nível tecnológico atual foi fruto de um longo tempo de trabalho e de dedicação de muitos

homens e mulheres.

Outro aspecto que o livro didático pouco informa é sobre quais países utilizam a energia nuclear para a produção de energia elétrica ou qual a sua participação em relação a produção de outras matrizes. O programa nacional de energia nuclear também pouco aparece nos livros, assim como as informações sobre a implantação das usinas nucleares brasileiras, Angra dos Reis I, II e III e ainda o plano de expansão que prevê a implantação de usinas nucleares na região nordeste.

Desde a descoberta da radiação e a sua utilização em centrais termonucleares, diversos acidentes já ocorreram, alguns com poucas e outros com grandes consequências para o meio ambiente. Essas informações são pouco comentadas no livro didático. Assim, a ação dessa fonte energética sobre o meio natural é praticamente ignorada. De fato, apesar de existirem diversas normas de segurança e procedimentos para garantir o bom funcionamento de uma usina, acidentes podem acontecer, provocados por falhas humanas ou intempéries da natureza. Além disso, no funcionamento da usina, lixo radioativo é produzido, logo é necessário que o mesmo seja armazenado em um local seguro, onde não ofereça risco à população e ao meio ambiente.

Informações sobre as aplicações da energia nuclear em diversos campos das ciências, como medicina, agricultura e a indústria, são pouco comentados nos livros didáticos. As informações dessas aplicações são importantes na formação dos discentes, pois amplia o campo de conhecimento acerca do uso dessa fonte e sua contribuição na melhoria da vida do homem.

Foi constatado também que as atividades oferecidas pelos livros são em pequeno número, carentes de melhor contextualização e tendo como proposta de realização a facção quase sempre é individual, ou seja, poucas são as sugestões de atividades em grupos. Ressalta-se que as atividades em grupo apresentam uma série de benefícios para o processo ensino-aprendizagem, pois além de favorecer a aprendizagem individual, permite uma troca de conhecimentos entre os discentes, valorizando a união, a amizade e a opinião de todos.

2013

Análise dos livros didáticos de  
Física recomendados pelo  
PNLD 2012 e Texto  
complementar sobre Energia  
Nuclear



Anderson Brasil

PUC - Minas

## **ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA RECOMENDADOS PELO PNLD 2012 E TEXTO COMPLEMENTAR SOBRE ENERGIA NUCLEAR**

### **SUMÁRIO**

Apresentação

I – Parte: Análise dos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD 2012

II – Parte: Texto Complementar sobre a energia nuclear

1. A energia nuclear
2. Fissão e Fusão Nuclear
3. Radiação
4. Energia Nuclear – vantagens e desvantagens
5. Uso e aplicações da energia nuclear
6. Usina nuclear
7. Reatores nucleares
8. A energia nuclear no Brasil
9. Acidentes nucleares e radioativos
10. Sugestões de leituras

## APRESENTAÇÃO

Caro professor, sabemos que na nossa prática docente enfrentamos muitos desafios e problemas, seja em relação a estrutura física da escola, falta de laboratórios, salas super lotadas, falta de capacitação docente, número reduzido de aulas, etc. Concomitantemente temos que desenvolver todos os conteúdos programáticos previstos, visando a preparação dos alunos com uma visão científica, tecnológica e aptos a enfrentarem o mundo do trabalho e do prosseguimento aos estudos.

Com os programas PNLEM e PNLD houve um grande avanço na educação no Brasil, pois os livros didáticos utilizados nas escolas públicas passaram por um rigoroso processo avaliativo, garantindo assim, um livro de melhor qualidade, além de serem distribuídos em todas as escolas públicas.

Sabemos que o livro didático é uma das ferramentas que auxilia na compreensão dos fenômenos naturais, por sistematizar os conhecimentos desenvolvidos pelo homem ao longo do tempo, e apesar do avanço na escolha dos livros didáticos através dos programas governamentais, ainda é possível identificar lacunas, e o desafio desse texto complementar é minimizar essas lacunas apresentando informações atualizadas e importantes sobre a Energia Nuclear.

Apresentamos a análise realizada sobre os livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD 2012 e um Texto Complementar. A análise pretende auxiliar o professor na escolha do livro didático. O texto Complementar tem por finalidade sugerir aos professores uma possível maneira de complementar as lacunas encontradas no livro didático, identificadas na pesquisa realizada com os docentes. Ao longo do texto, procuramos mostrar a Física no tópico “Energia Nuclear”, de uma maneira simples, sem fugir ao rigor científico. Constitui-se, portanto, um texto complementar que se propõe a ser fonte de pesquisa, apresentando conceitos fundamentais, histórico, além de apresentar os benefícios e malefícios do uso da energia nuclear.

Ao final sugerimos sites que oferecem sugestões e informações para complementar suas aulas. Esperamos que você possa usufruir de todas as informações de forma proveitosa, enriquecendo suas aulas e encantando seus alunos.

Bom trabalho!

I – Parte:  
Análise dos livros  
didáticos de Física  
recomendados pelo  
PNLD 2012

### Os livros didáticos de Física recomendados no PNLD/2012

No PNLD 2012, foram selecionadas dez coleções de Física, sendo que o edital determinou a seleção somente de coleções seriadas, ou seja, com três volumes. As coleções de livros de Física selecionados pelo PNLD 2012 são:

**Quadro 33: Livros de Física recomendados no PNLD 2012**

<b>Livro</b>	<b>Autor</b>	<b>Editora</b>	<b>Volume</b>
Compreendendo a Física	Alberto Gaspar	Ática	1, 2 e 3
Curso de Física	Antonio Máximo Ribeiro da Luz / Beatriz Alvarenga Alvarez	Scipione	1, 2 e 3
Conexões com a Física	Blaidi Sant'Anna / Glória Martini / Hugo C. Reis /Walter Spinelli	Moderna	1, 2 e 3
Física – Ciência e Tecnologia	Carlos M. A. Torres/ Nicolau G. Ferraro/ Paulo Antonio de T. Soares	Moderna	1, 2 e 3
Quanta Física	A. Kantor/ Lilio Alonso P. Junior/ Luis Carlos de Menezes/ Marcelo de C. Bonetti/ Osvaldo C. Junior/ Viviane M. Alves	PD	1, 2 e 3
Física	Gualter / Helou / Newton	Saraiva	1, 2 e 3
Física aula por aula	Benigno Barreto Filho/ Cláudio Xavier da Silva	FTD	1,2 e 3
Física e Realidade	Aurélio Gonçalves Filho/ Carlos Toscano	Scipione	1, 2 e 3
Física em contextos – Pessoal – Social – Histórico	Alexander Pogibin/ Maurício Pietrocola Renata de Andrade/ Talita Raquel Romero	FTD	1, 2 e 3
Física para o Ensino Médio	Fuke / Kazuhito	Saraiva	1, 2 e 3

Fonte: Elaborado pelo autor

I. GONÇALVES FILHO, Aurelio; TOSCANO, Carlos. **Física e realidade**. São Paulo: Scipione, 2010, v.3.

**Figura 7: Capa de livro – Física e realidade**



Fonte: GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2010

**Quadro 34: Análise da composição geral dos textos do livro Física e realidade**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>A diferença do livro selecionado no PNLEM 2007, além do título, que antes era “Física para o ensino médio”, para o livro selecionado pelo PNLD 2012, que passou a se chamar “Física e realidade”, é a de apresentar um capítulo denominado “Tópicos da Física moderna”. O livro não destina um capítulo específico para estudar a Física Nuclear, que está inserida no Capítulo 4 – “Energia elétrica: produção e distribuição” e no Capítulo 5, denominado Tópicos de Física Moderna.</p> <p>O texto utiliza uma linguagem simples sem perder o rigor científico. As informações são atuais e o estudante pode compreender o conteúdo, situando-se em relação ao desenvolvimento contemporâneo da Física.</p>
2	O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física

**Quadro 34: Análise da composição geral dos textos do livro Física e realidade**

	<p>Nuclear?</p> <p>As explicações utilizadas sintetizam de forma clara as informações acerca da Física Nuclear. O texto apresenta um histórico do desenvolvimento, enfatizando a sua obtenção e aplicação.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O texto foi construído em uma linguagem científica clara e de fácil interpretação, porém algumas informações estão mal localizadas, o que não contribui para uma boa compreensão. Por exemplo, o texto sobre Usina Nuclear (p. 146) não cita o nome do processo de obtenção de energia que ocorre com o urânio 235 (3% do total) e o urânio 238 (97% do total). Os processos de obtenção de energia somente são explicados no texto “O Núcleo Atômico” (p.175), que define a fissão e a fusão nuclear.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>A partir das explicações disponíveis no livro sobre a energia nuclear, o aluno poderá constatar a presença da Física Nuclear na vida do homem moderno.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto informa na p. 146 que além dos riscos de acidentes nucleares oferecidos pelas usinas, estas ainda produzem lixo atômico constituídos de substâncias radioativas, cujas emissões perduram por um longo tempo. Comenta que as usinas podem ser utilizadas apenas de 20 a 25 anos.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto explica o funcionamento de diversas usinas elétricas, dentre elas as usinas nucleares, apresentando os esquemas de produção de eletricidade nas diversas usinas.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto cita o desenvolvimento da Física Nuclear apresentando alguns cientistas e suas contribuições para o seu desenvolvimento, dentre eles, Ernest Rutherford, Hideki Yakawa e o brasileiro Cesar Lattes</p>

**Quadro 34: Análise da composição geral dos textos do livro Física e realidade**

8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O texto não analisa as consequências de nenhum acidente nuclear em usinas nucleares, porém cita na p. 174 os ataques dos Estados Unidos sobre o Japão, nos quais foi utilizada bomba atômica sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki. Na p. 171, cita o acidente em Goiânia com o césio 137, ocorrido em 1987, e descreve algumas desvantagens do uso da energia elétrica produzida a partir da energia nuclear, tais como: produção de lixo atômico, com elementos radioativos que duram um longo período e podem contaminar o solo, as águas e o ar, além da pequena vida útil de uma usina nuclear, estimada em torno de 20 a 25 anos.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O texto não apresenta nenhuma sugestão de leituras complementares, filmes ou artigos que poderiam auxiliar na aprendizagem dos alunos.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O livro descreve experiências da Física Nuclear aplicada na medicina, nas televisões de LED e na liberação de energia da bomba atômica.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 35: Análise da proposta de atividades do livro Física e realidade**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>Sim. As atividades propostas estão relacionadas com o conteúdo proposto. O livro apresenta uma série de questões dos vestibulares de diversas universidades, além de outras questões que incentivam a pesquisa.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro, apesar de apresentar uma série de atividades, não contempla nenhuma proposta de atividade para ser desenvolvida em grupo.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Um número muito reduzido de questões apresentadas incentiva o aluno a realizar</p>

**Quadro 35: Análise da proposta de atividades do livro Física e realidade**

	um resgate histórico do tema e também da biografia dos físicos envolvidos, além de verificar a aplicação dos conhecimentos físicos no cotidiano do homem moderno e dessa forma tenta favorecer o aluno a desenvolver um censo crítico sobre o tema. Observa-se, por outro lado, que a maioria das questões sugere apenas uma única resposta, que são encontradas no texto ou obtidas através de cálculos.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?  O livro não promove discussões que enfoquem as questões éticas e políticas. No que se refere à questão ambiental, a obra apresenta alguns riscos relacionados ao lixo radioativo e a acidentes nucleares.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 36: Análise das ilustrações do livro Física e realidade**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto?  A maioria das ilustrações estão em conformidade com os textos e favorece a sua compreensão. Algumas são desenhos e outras fotografias.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?  Várias figuras estão corretamente identificadas, apresentam uma legenda, título e também um texto explicativo do assunto tratado. Apresentam também um colorido que realça e embeleza o livro.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?  As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto. Estão pertinentes ao texto, sendo algumas ilustrações pequenas e outras um pouco maiores. Porém, nas páginas do livro, a maior parte do espaço é ocupada com o texto.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 37: Análise do manual do professor do livro Física e realidade**

Item	Descrição
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?  O manual fornece diversas sugestões ao professor de trabalhar com o livro didático

**Quadro 37: Análise do manual do professor do livro Física e realidade**

	dispondo de orientações tendo como base o PCNEM. As orientações são claras, objetivas e estão em conformidade com a proposta didática da obra.
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O livro oferece como sugestão o filme “O início do fim”, que aborda a temática do uso da energia nuclear nas bombas atômicas. A partir dessa temática são discutidas as questões éticas, políticas, físicas, químicas e biológicas. No que se refere à Física, podem ser abordados os processos de fissão e fusão, radiação, dentre outros.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões, porém não discute formas diferentes de resolução.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

O livro é estruturado em capítulos, porém o tema “Energia Nuclear” não tem um capítulo específico, ele é apresentado em capítulos distintos ao longo da obra. A obtenção e aplicação da energia nuclear, os riscos oferecidos pelo uso da energia, os impactos ambientais, os acidentes nucleares, as bombas atômicas são comentados na obra. As atividades são voltadas para a resolução individual. As ilustrações distribuídas na obra são bem atuais. O Manual do Professor apresenta a obra e fornece sugestão de filmes para discutir a temática, além de disponibilizar a resolução dos exercícios.

II. SILVA, Claudio Xavier da; BARRETO FILHO, Benigno. **Física aula por aula**. São Paulo: FTD, 2010, v.3.

**Figura 8: Capa de livro – Física aula por aula**



Fonte: SILVA; BARRETO FILHO, 2010

**Quadro 38: Análise da composição geral dos textos do livro Física aula por aula**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro destinou o capítulo 20 para o estudo específico da Física Nuclear, que está inserido na Unidade 6 e denomina-se Física Moderna. Apresenta uma leitura fácil e inicia o capítulo provocando o aluno sobre a utilização da energia nuclear, se esta pode somente fazer o mal. O texto é bem dividido, os conceitos favorecem a compreensão do conteúdo e está adequado ao nível de ensino.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto busca repassar as informações de maneira simples. Explica como ocorre a liberação de energia, a radiação e ainda exemplifica algumas aplicações dessa</p>

**Quadro 38: Análise da composição geral dos textos do livro Física aula por aula**

	forma de energia, explicitando as vantagens e desvantagens de sua produção e utilização.
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O conteúdo foi dividido de forma a favorecer a construção do conhecimento acerca do tema proposto, sendo que as informações são trabalhadas gradualmente em pequenos subtítulos. Há uso da linguagem científica e os conceitos são bem elementares.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto apresenta aplicações da energia nuclear na medicina, na produção de energia elétrica e na indústria. Esses exemplos procuram evidenciar para os alunos a importância de tal forma de energia na vida moderna.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto cita o perigo oferecido pelo lixo atômico para o meio ambiente, porém não procura criar no aluno, através de discussões, uma consciência de respeito ao homem e ao seu <i>habitat</i>.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>A energia nuclear é explanada sobre diversos aspectos. O texto cita a utilização da energia nuclear para fins bélicos, na II Guerra Mundial, nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki. Depois, explica a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear, descrevendo o processo de sua obtenção em detalhes. Também apresenta a produção de energia elétrica utilizando diversas matrizes, a hidrelétrica, térmica, nuclear e a eólica, sendo que a participação da matriz nuclear é de 2,1% da produção total.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto não apresenta um histórico da Física Nuclear, não cita físicos que contribuíram para o seu desenvolvimento. Com relação ao Brasil, o texto apresenta dados sobre a produção das usinas brasileiras, além de apresentar um breve histórico da construção das usinas Angra dos Reis I e II e do acordo firmado com a</p>

**Quadro 38: Análise da composição geral dos textos do livro Física aula por aula**

	Alemanha. O texto também evidencia o uso da energia nuclear na medicina e na indústria.
8	Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente? O texto descreve o acidente radioativo com o céscio 137, que ocorreu em Goiânia em 1987, a partir do abandono de equipamento hospitalar, deixado em uma clínica e depois violado por algumas pessoas. Cita o acidente na usina nuclear na Ucrânia (Chernobyl) e também a experiência do uso de bombas atômicas. Enfatiza que todos esses fatos provocaram uma contaminação do meio ambiente, causando mortes e destruição.
9	O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos? O texto apresenta somente um pequeno texto na seção intitulada “Quer saber”. Nela é apresentado o urânio enriquecido e o processo para o seu enriquecimento. Além desse texto, o livro não apresenta nenhuma sugestão de leitura complementar ou cita algum site para pesquisa e aprofundamento.
10	O texto apresenta sugestão de algum experimento? O texto não realiza e nem sugere qualquer tipo de experiência.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 39: Análise da proposta de atividades do livro Física aula por aula**

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos? O livro apresenta uma série de questões distribuídas em duas seções denominadas “Elabore as questões” e “Elabore em casa”. As questões são variadas e selecionadas de diversos vestibulares. Em algumas delas as respostas são encontradas através de pequenos cálculos ou no texto de apoio, outras questões necessitam de leituras complementares e pesquisas em outras fontes para que o aluno possa produzir um texto emitindo sua opinião, e, dessa forma, ampliar seus conhecimentos. O livro traz ao final do capítulo questões do ENEM referentes ao tema proposto.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o

**Quadro 39: Análise da proposta de atividades do livro Física aula por aula**

	<p>conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro apresenta exercícios de diversos níveis de resolução, questões de respostas simples, encontradas no texto ou através de cálculos, além de exercícios que levam o aluno a realizar um resgate histórico acerca do tema energia nuclear, dos acidentes nucleares, porém, no que se refere a questões para serem trabalhadas em grupo, não oferece nenhuma opção.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Algumas questões apresentam textos que resgatam a trajetória da energia nuclear, citando a aplicação dessa fonte e as consequências para o homem, além de exemplificar a utilização da mesma na produção de energia elétrica, na medicina, na indústria, em acidentes nucleares e em bombas atômicas. O texto também evidencia os conceitos físicos. Com essa leitura, o aluno pode construir uma opinião crítica sobre o tema.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>O livro apresenta algumas questões sobre a problemática do uso da energia nuclear, levantando discussões sobre as vantagens e desvantagens de seu uso, criando no aluno condições para analisar essa aplicação. Fala também do risco da contaminação radioativa que pode ocorrer em caso de acidente ou através da produção do lixo radioativo. Assim, são levantadas as questões ambientais e o risco para a sociedade.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 40: Análise das ilustrações do livro Física aula por aula**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm relação com o texto?</p> <p>As ilustrações são distribuídas em todo o texto, completando seu sentido e auxiliando o aluno a compreender o conteúdo trabalhado. O texto utiliza fotografias e ilustrações sobre o tema. No que se refere à usina nuclear, as ilustrações são simples e não apresentam o interior das usinas.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>Todas as figuras apresentam identificação, além de uma legenda que explica a</p>

**Quadro 40: Análise das ilustrações do livro Física aula por aula**

	imagem. Algumas fotografias são em preto e branco e outras são coloridas.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto? As imagens estão situadas no decorrer do texto, localizadas próximo ao texto de referência e retratam de forma real o tema em estudo. Algumas imagens mostram os acidentes nucleares ocorridos na Ucrânia, na usina de Chernobyl, a bomba atômica utilizada na cidade de Nagasaki, no Japão, e a construção da Usina de Angra 1. As imagens, em sua maioria, são pequenas, possibilitando a utilização de até três imagens em uma página.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 41: Análise do manual do professor do livro Física aula por aula**

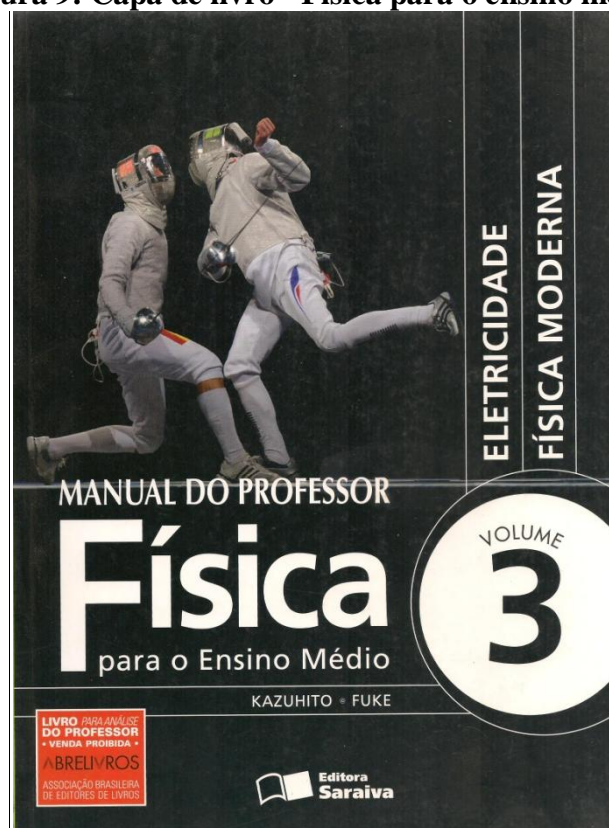
Item	Descrição
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica? A proposta do uso do livro é a de valorização dos conceitos Físicos. A abertura do capítulo do manual é seguida de um texto que apresenta sugestões ao professor de como trabalhar o conteúdo, motivar e sensibilizar os discentes para os conhecimentos Físicos.
2	Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno? O manual do professor apresenta uma série de textos como atividades complementares que tem como objetivo estimular o aluno a desenvolver o aprendizado. Os textos são acompanhados de um roteiro de trabalho com questões para análise. Neles são discutidos diversos assuntos da Física, desde sua origem, passando pelo átomo, pela teoria ondulatória da luz, pelo nascimento da eletrônica.
3	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes? O manual apresenta resolução de algumas questões, porém não há discussões e nem sugestões de outras formas de resoluções das atividades.

Fonte: Elaborado pelo autor

O livro destinou um capítulo específico para desenvolver o tema, nele é explicada a obtenção da energia nuclear, suas aplicações, os riscos de contaminação, o uso em armas, descrevem os principais acidentes nucleares ocorridos, além de informar sobre as usinas brasileiras de Angra dos Reis. As atividades propostas, apesar de serem em pequeno número proporcionam ao discente conhecimento sobre a evolução da energia nuclear. As Ilustrações são bem diversificadas, porém em relação as usinas nucleares, as mesmas não mostram os detalhes. O Manual do Professor apresenta a obra e oferece um pequeno texto com atividades complementares além de disponibilizar a resolução dos exercícios.

III. KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Saraiva, 2011, v.3.

**Figura 9: Capa de livro - Física para o ensino médio**



Fonte: KAZUHITO; FUKU, 2011

**Quadro 42: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro destinou um capítulo específico para estudar a Física Nuclear: o capítulo 19, p. 260 a p.280. O texto foi construído utilizando uma linguagem científica que se aprofunda no conteúdo estudado, fornecendo conceitos e definições sobre o tema. Na abertura do capítulo são realizadas diversas perguntas sobre Energia Nuclear com o objetivo de despertar no aluno o interesse pela temática. O texto utiliza tabela, gráfico, e ilustrações para complementar o sentido do texto. Os conceitos usados são atuais e de fácil interpretação, porém necessitam de relacionamento com conhecimentos de Química para ajudar na compreensão de alguns deles. O texto também apresenta algumas seções especiais que trazem informações mais detalhadas sobre diversos temas, como: “De onde vem o carbono-14”, “Usinas Nucleares Brasileiras”, “Núcleo Pesado, Eletrosfera leve”, “Detectores de partículas; A Câmara de bolhas”, “Perguntas sobre o núcleo e duas descobertas”, “A Física na história”, “Para saber mais – Livro”.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto realiza um resgate histórico sobre o átomo, explica os processos de obtenção da energia nuclear, a radioatividade e as aplicações dessa forma de energia. Com essas informações, a compreensão da Física é favorecida.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O texto apresenta o conteúdo distribuído seguindo uma sequência que favorece a construção do conhecimento, pois utiliza linguagem simples, sem fugir do rigor científico. É dividido em subtítulos, que são acompanhados de pequenas seções especiais, trazendo informações mais profundas sobre o tema.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto busca evidenciar a presença da Física Nuclear em diversos campos, dentre eles a conservação dos alimentos, como peixes, carnes, frutas e verduras, além do uso para a produção de energia elétrica.</p>

**Quadro 42: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio**

5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>A única informação presente no texto que evidencia a preocupação com os riscos ambientais provocados pelos elementos radioativos encontra-se na p. 269, ao informar que o lixo radioativo deverá ser bem guardado, evitando risco de contaminação em caso de violação. No que se refere aos valores que respeitem as pessoas, o livro não apresenta nenhuma informação sobre essa relação.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto descreve o funcionamento de uma usina nuclear, explicando as etapas de cada processo, até a produção da energia elétrica. Porém, não traz nenhuma informação da quantidade de energia produzida nas Usinas Angra I e Angra II, que são usinas nacionais ou ainda cita informações sobre a produção mundial de energia elétrica a partir da energia nuclear.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto apresenta um breve histórico do desenvolvimento da Física Nuclear, passando pelos modelos do átomo, pelas descobertas das propriedades radioativas. Apresenta também pequenas biografias e contribuições de alguns físicos, tais como o japonês Hideki Yakawa, o brasileiro Cesar Lattes, a polonesa Marie Curie e o francês Pierre Auger. Quanto à energia nuclear no Brasil, apresenta informações sobre as usinas brasileiras, seu modelo e fonte utilizada, além de mostrar um esquema que explica o funcionamento da usina.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O texto não descreve ou analisa qualquer acidente ocorrido envolvendo a energia nuclear.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O texto apresenta como sugestão de leitura para complementação da aprendizagem o livro “Energia Nuclear: uma tecnologia feminina”, sendo que esta sugestão é a única.</p>

**Quadro 42: Análise da composição geral dos textos do livro Física para o ensino médio**

<b>10</b>	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O texto não demonstra ou oferece sugestão de experiências que os alunos poderiam realizar.</p>
-----------	---

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 43: Análise da proposta de atividades do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As questões propostas estão em conformidade com os conteúdos desenvolvidos. O livro apresenta somente uma série de exercícios denominados “Exercícios propostos”, com um número reduzido de questões. São doze atividades, sendo quatro questões selecionadas de vestibulares. A maioria é bem simples, sendo que o aluno encontra a resposta da atividade no próprio texto. O livro não disponibiliza nenhuma questão do assunto retirada do ENEM.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro não disponibiliza nenhuma atividade que possa ser desenvolvida, através de debates e/ou pesquisa em grupo.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>As atividades não apresentam essa característica de desenvolver um senso crítico, pois a maioria cobra conceitos e cálculos simples, sendo que o foco das questões não desperta a curiosidade e o debate entre os alunos e nem a pesquisa ou leitura de outras fontes.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>Somente duas questões presentes na p. 278 e p. 279, números Ep4 e Ep11, levam o aluno a analisar de maneira superficial o emprego ético da energia nuclear. No que se refere às questões ambientais e políticas, não há exercícios que as contemplem.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 44: Análise das ilustrações do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?</p> <p>O livro apresenta diversas ilustrações e fotografias, todas diretamente associadas ao texto, complementando o sentido da informação veiculada. As imagens estão distribuídas ao longo dos textos, localizadas em diversas posições. No que se refere à usina nuclear, as ilustrações são detalhadas. Por exemplo, na p. 272, mostram-se as varetas de combustível, o vaso de pressão, e na p. 273, mostra-se a usina nuclear Angra I por meio de uma ilustração que detalha o esquema de seu funcionamento da usina.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As figuras contidas no texto estão todas identificadas com a fonte e também com uma legenda referente a figura. Elas retratam aparelhos, objetos, construções, alguns físicos, a explosão da bomba atômica, além do símbolo usado para identificar alimento irradiado.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>O texto utiliza diversas imagens que retratam fenômenos, experiências, construções e fotografias dos físicos Hideki Yukawa, do brasileiro Cesar Lattes, da polonesa Marie Curie e do francês Pierre Auger. As imagens foram distribuídas ao longo do texto em conformidade com o texto de referência, elas retratam a realidade e mantêm um equilíbrio com o texto, resultando em um livro de aparência agradável.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 45: Análise do manual do professor do livro Física para o ensino médio**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual oferece uma estrutura textual composta de diversas orientações metodológicas de como o professor deve trabalhar com o livro e aproveitar ao máximo suas informações. As orientações do manual são simples e objetivas.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p>

**Quadro 45: Análise do manual do professor do livro Física para o ensino médio**

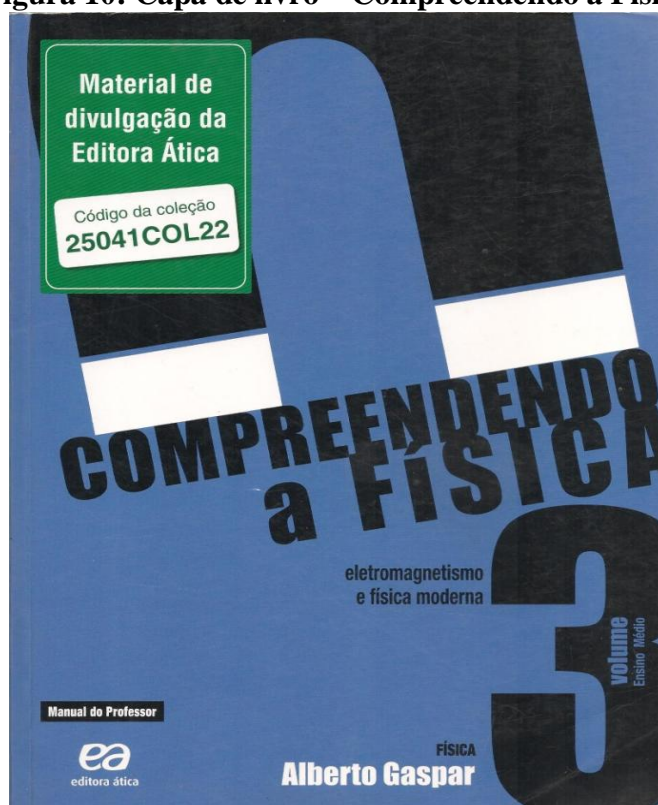
	Na abertura do capítulo 19 – Física Nuclear é sugerida a leitura do texto da revista Física na Escola, para auxiliar na aprendizagem do tema “Contaminação radioativa”, sob título “O que é radiação?”. O texto é precedido por uma série de questões para análise. Além desse texto, o manual também sugere uma série de filmes, documentários, sites e periódicos.
3	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes? O manual apresenta a resolução dos exercícios propostos, porém não oferece maneiras diferentes de resolver a mesma questão.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

O livro desenvolve o tema no capítulo 19, onde são apresentados conceitos e aplicações da energia nuclear, e os riscos do uso da energia nuclear. O livro disponibilizou algumas biografias de cientistas que contribuíram para a evolução da Física, ainda tece comentários sobre as usinas nucleares de Angra dos Reis. As atividades propostas no livro são em pequeno número e superficiais. As ilustrações estão distribuídas ao longo do capítulo, elas são nítidas e detalha uma usina nuclear. O Manual do Professor oferece orientações metodológicas sobre a obra, além de sugerir revistas, filmes e sites para o professor aprofundar o assunto.

IV. GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Ática, 2010, v.3.

**Figura 10: Capa de livro – Compreendendo a Física**



Fonte: GASPAR, 2010

**Quadro 46: Análise da composição geral dos textos do livro Compreendendo a Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro não destina um capítulo específico para estudar a Física Nuclear, que está inserida no Capítulo 13, denominado Origens da Física Quântica. Nele são trabalhados a radioatividade e os modelos atômicos. No capítulo 14, denominado A Nova Física, é trabalhado o núcleo atômico e a energia nuclear. O texto utiliza linguagem científica que explica as descobertas e experiências. Os conceitos e informações contidas estão corretos, porém muitas deles estão em nível muito elevado para o ensino médio, pois necessitam de conhecimentos que os alunos não adquiriram em anos anteriores.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p>

**Quadro 46: Análise da composição geral dos textos do livro Compreendendo a Física**

	O texto explica de forma muito científica e formal a obtenção de energia. Traz ainda o processo de fusão nuclear e fissão nuclear utilizando gráficos e equação.
3	Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção? O livro apresenta os conhecimentos físicos utilizando linguagem científica e aprofundando os conceitos, porém não apresenta uma sequência de conteúdos que contemple profundamente as aplicações da energia, seja na produção de energia elétrica em uma usina nuclear, na conservação de alimentos ou ainda em exames médicos.
4	O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas? O texto não evidencia essa relação, citando apenas a aplicação no exame de ressonância magnética. O texto restringe-se à explicação da fissão e fusão nuclear. Em uma seção denominada “Conhecendo um pouco mais”, apresenta a biografia de diversos físicos, além de descrever diversas descobertas.
5	O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas? O texto não busca evidenciar a construção dessas virtudes referentes ao respeito ao meio ambiente e às pessoas.
6	O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear? O texto não trata desse assunto.
7	Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil? O texto não aborda esse assunto.
8	Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente? O texto não aborda esse assunto.
9	O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos? O texto não sugere nenhuma leitura complementar.
10	O texto apresenta sugestão de algum experimento? Na seção denominada “Feira de Ciências”, o livro oferece sugestão de

**Quadro 46: Análise da composição geral dos textos do livro Compreendendo a Física**

	experimento simples que o aluno pode desenvolver para explicar a reação em cadeia.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 47: Análise das propostas de atividades do livro Compreendendo a Física**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos? As questões apresentadas estão relacionadas com os conteúdos, porém são questões que não incentivam a pesquisa e a curiosidade do aluno. São questões cujas respostas são determinadas através de pequenos cálculos, sem que o discente desenvolva uma cultura em Física. A lista de questões é pequena, conta com apenas quatro itens.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa? As questões propostas não incentivam o trabalho em equipe.
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos? As questões não desenvolvem no discente um senso crítico sobre o assunto.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais? O livro não apresenta questões que envolvam tais temas.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 48: Análise das ilustrações do livro Compreendendo a Física**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto? O texto é pobre em imagens, sendo que as poucas presentes mantêm uma relação direta com o texto. As biografias presentes no livro estão acompanhadas das respectivas fotografias dos cientistas.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título? As ilustrações estão devidamente identificadas com título e um pequeno texto que esclarece sua relação com o texto principal.

**Quadro 48: Análise das ilustrações do livro Compreendendo a Física**

3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As ilustrações estão bem distribuídas, porém o livro não apresenta ilustrações dos acidentes nucleares ocorridos.</p>
---	---

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 49: Análise do manual do professor do livro Compreendendo a Física**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual oferece uma estrutura textual composta de diversas orientações metodológicas para o trabalho o professor com o livro, aproveitando ao máximo suas informações. As orientações do manual são simples e objetivas.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual, na p. 34, sugere ao professor que a energia nuclear necessita de um trabalho interdisciplinar mais profundo. Pode-se realizar um trabalho envolvendo química, biologia, história e geografia. O manual sugere o livro “O brilho de mil sóis - História da bomba atômica” (José Augusto Dias Júnior e Rafael Roubicek, Ática, 1996, Série História em Movimento), a ser usado como atividade interdisciplinar.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O manual apresenta a resolução dos exercícios propostos, porém não oferece maneiras diferentes de resolver a mesma questão.</p>

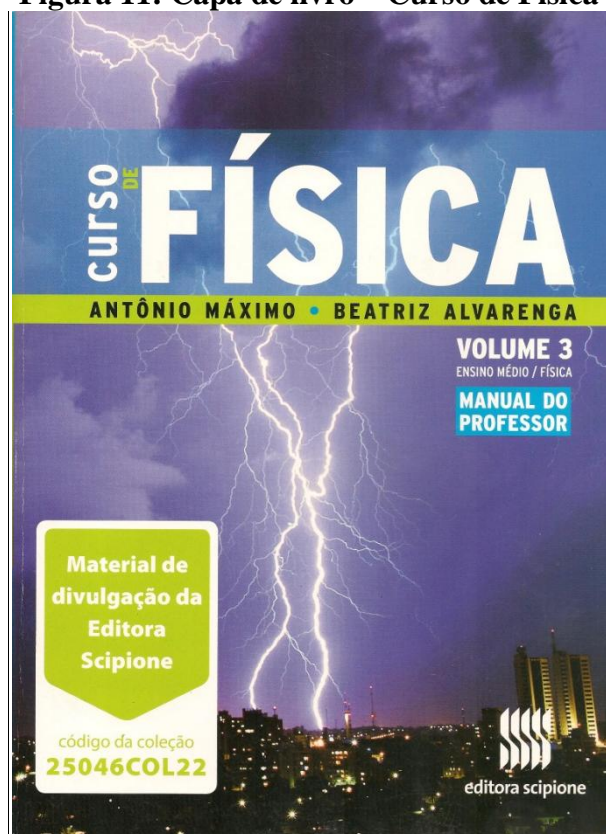
Fonte: Elaborado pelo autor

A obra didática trabalha o tema ao longo dos capítulos, porém de maneira superficial, sem entrar em detalhes, não cita as usinas nucleares, os acidentes nucleares ocorridos e os riscos ambientais. As atividades propostas são superficiais e em pequeno número. A obra apresenta poucas ilustrações. Os Manuais do Professor além das orientações metodológicas

sobre a obra sugeriram que o professor desenvolva um trabalho interdisciplinar envolvendo a temática. E também ofereceu a sugestão de livros que discutem o tema.

V. LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2010, v.3.

**Figura 11: Capa de livro – Curso de Física**



Fonte: LUZ; ÁLVARES, 2010

**Quadro 50: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro não apresenta nenhuma mudança de conteúdo ou abordagem em relação ao livro selecionado no PNLEM 2007. A alteração restringe-se à numeração das páginas na nova edição do livro. Não destina um capítulo para o estudo específico da Física Nuclear, que está inserida no decorrer do livro. Por exemplo, em se.</p>

**Quadro 50: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física**

	<p>tratando de Usina nuclear, o assunto é abordado na Unidade 8 – Eletromagnetismo, no capítulo 8, no subtítulo 8.2 A lei de Faraday na seção “Para saber um pouco mais” - Usinas geradoras de energia elétrica. Também é abordado no subtítulo 8.7 – “Transmissão e distribuição de energia elétrica”. O livro não se aprofunda na explicação sobre os processos de obtenção de energia nuclear, nem cita sua aplicação, acidentes ocorridos ou as usinas nucleares brasileiras.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto apresenta poucas informações que permitam o aluno compreender a Física nuclear, pois não aborda a radioatividade, os processos de fusão e fissão nuclear. Na p.356, em um Tópico denominado “Física no cotidiano”, apresenta o texto “Perigo das radiações eletromagnéticas”.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>Os conteúdos que tratam o tema energia nuclear encontram-se distribuídos em várias partes do livro. A abordagem é superficial, usando uma linguagem de fácil entendimento.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto apresenta poucos exemplos sobre esse tema, citando somente o uso em usina nuclear, em exames médicos na formação de imagem em um tubo de TV. Não apresenta aplicações na área da indústria e engenharia.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto não traz nenhuma abordagem que favoreça a construção dessas virtudes</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto apresenta na p. 282 o funcionamento de uma usina nuclear e na p.304, apresenta o esquema de funcionamento da usina. Nessas páginas, os autores repetiram as mesmas observações sobre o tema. O texto não informa a produção nacional com essa matriz e nem as usinas em funcionamento, também não fala dos benefícios e malefícios da utilização dessa forma de energia.</p>

**Quadro 50: Análise da composição geral dos textos do livro Curso de Física**

7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>Em algumas seções apresenta-se uma pequena biografia dos principais físicos que realizaram contribuições para o desenvolvimento da Física nuclear, dentre eles Niels Bohr, Louis-Victor de Broglie, Erwin Schrödinger, Max Born, Max Planck Albert Einstein e Cesar Lattes. Em relação à Física nuclear no Brasil, o texto não apresenta nenhuma informação.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O livro não comenta nada sobre os acidentes nucleares ocorridos no mundo e no Brasil.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O livro apresenta na seção “N@ internet”, p. 307, uma sugestão de pesquisa sobre Usina hidrelétrica e também sobre a energia nuclear, na Comissão Nacional de Energia Nuclear. Na p.388, a mesma seção sugere para pesquisa o Laboratório Nacional de Luz de Síncroton.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O livro apresenta a relação de algumas experiências sobre diversos assuntos na p. 388, na seção denominada “Algumas EXPERIÊNCIAS SIMPLES para serem feitas”.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 51: Análise da proposta de atividades do livro Curso de Física**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades sugeridas estão relacionadas com o conteúdo proposto. Em relação à energia nuclear, é apresentada somente uma questão na p. 308 que pergunta sobre a origem da energia utilizada nas usinas mencionadas no texto. Além dessas, o livro traz, questões do ENEM referentes ao tema proposto.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p>

**Quadro 51: Análise da proposta de atividades do livro Curso de Física**

	O livro não propõe nenhuma questão que estimule o trabalho em grupo. A maioria das questões propostas é de fácil resolução, pois as respostas encontram-se no texto ou são determinadas através de cálculos.
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?  As questões são distribuídas nas seções “Exercícios de fixação”, “Problemas e testes” e “Revisão”. De maneira geral, não despertam no aluno a construção de um senso crítico a partir de sua resolução. Os conceitos físicos, são pouco valorizados nas questões propostas.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?  O livro não apresenta questões com esse enfoque.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 52: Análise das ilustrações do livro Curso de Física**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?  As ilustrações sobre a energia nuclear estão em conformidade com o texto, embora sejam muito simples, pois o mesmo cita a fissão nuclear, mas não explica o processo, nem os riscos do uso de tal fonte energética. A ilustração mostra o esquema de funcionamento de uma usina nuclear e a distribuição de energia elétrica. Outras ilustrações mostram fotografias de diversos físicos que contribuíram para o desenvolvimento da Física.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?  Todas as figuras apresentam identificação, além de uma legenda que explica a imagem. Algumas fotografias são em preto e branco e outras são coloridas.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?  Tanto as ilustrações e fotografias retratam a realidade, porém algumas ilustrações são representadas sem adotar uma escala, o que pode conduzir a uma concepção errada das dimensões dos objetos. As imagens estão distribuídas nos textos de forma organizada e próximas ao texto de referência. São bem nítidas, o que torna o livro bem agradável.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 53: Análise do manual do professor do livro Curso de Física**

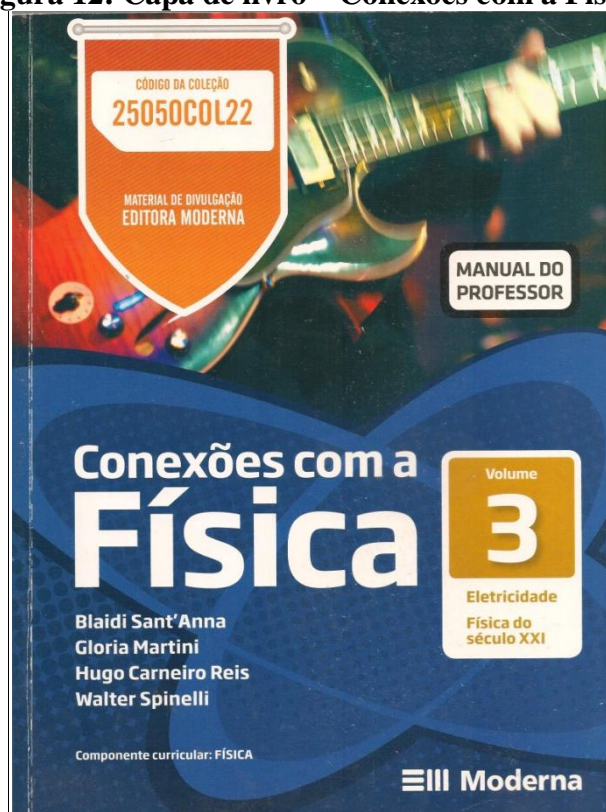
Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual do professor fornece sugestões para o trabalho docente com o livro didático, além de disponibilizar um planejamento para o 1º ano, 2º ano e 3º ano, para cada aula. Contêm seções, tópicos e atividades a serem respondidas. Disponibiliza um quadro comparativo dos objetivos propostos pelo PCNEM, PCN+ e ENEM com as propostas do livro, além de sugestões de aprofundamento com bibliografias, sites e revistas.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual comenta somente as atividades e experiências que estão no livro texto do aluno, não sugerindo nenhuma atividade ou experiência extra. O manual apresenta de forma superficial a usina nuclear, sem acrescentar nenhuma informação em relação à contida no livro.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões e em algumas comenta a resposta e cita a parte do livro referente ao assunto trabalhado. Apresenta somente uma forma de responder as questões.</p>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Essa obra era recomendada pelo PNLEM/2007 e passou a ser recomendada pelo PNLD/2012. A mesma não apresentou alterações referentes ao tema em estudo. O tema nessa versão continuou a ser estudado ao longo da obra.

VI. SANT'ANA, Blaide; MARTINI, Gloria; REIS, Hugo Carneiro; SPINELLI, Water. **Conexões com a Física**. São Paulo: Moderna, 2010.v.3.

**Figura 12: Capa de livro – Conexões com a Física**



Fonte: SANT'ANNA; MARTINI; REIS; SPINELLI, 2010

**Quadro 54: Análise da composição geral dos textos do livro Conexões com a Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro não destina nenhum capítulo para o estudo específico da energia nuclear, que está inserido no capítulo 14, denominado “Força eletromotriz induzida e energia mecânica”, no subtítulo 6, na p. 284 denominado “A Tecnologia do eletromagnetismo”. O comentário é muito superficial acerca do funcionamento de uma usina nuclear, sem entrar em detalhes.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>Nos tópicos referentes à Física moderna não é discutido a Física nuclear.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um</p>

**Quadro 54: Análise da composição geral dos textos do livro Conexões com a Física**

	<p>vocabulário científico na sua construção?</p> <p>Nos capítulos referentes à Física moderna, que contempla A teoria da relatividade, Elementos da mecânica quântica, e os Desafios da Física no século XXI, os assuntos estão bem distribuídos. Os conteúdos são explicados utilizando uma linguagem simples e de fácil entendimento.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>Nas poucas informações sobre o tema, não o relaciona com o cotidiano dos alunos, tampouco com aplicações tecnológicas.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto não passa nenhuma mensagem sobre tais valores.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>Na p. 284, o texto explica que o calor de reações nucleares provoca a vaporização da água que movimenta as turbinas e produz energia elétrica. Não informa a produção ou algum risco do uso de tal fonte energética.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto não apresenta nenhuma informação sobre o desenvolvimento da Física nuclear.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>Não há análise de nenhum acidente nuclear e suas possíveis consequências.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O texto não oferece sugestões de leituras complementares. Apresenta no início de cada capítulo, além de um texto introdutório, uma pergunta sobre o tema abordado com objetivo de verificar os conhecimentos do aluno. Ao final do capítulo, a pergunta de abertura é retomada para verificar se o aluno compreendeu o assunto. O livro também apresenta seções para aprofundamento no assunto, com dicas e notícias em que os conhecimentos físicos estão presentes, denominadas “Para saber mais” e “Outras maneiras de conhecer”.</p>

**Quadro 54: Análise da composição geral dos textos do livro Conexões com a Física**

10	O texto apresenta sugestão de algum experimento? O livro não sugere experiências.
----	--

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 55: Análise da proposta de atividades do livro Conexões com a Física**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos? As questões abordam os conteúdos desenvolvidos. O livro fornece quatro listas de exercícios nas seções “Questões propostas”, “Para continuar aprendendo”, “Avalie sua aprendizagem” e “Questões de integração”. As listas são compostas por exercícios de diversos níveis de dificuldade, algumas questões são fechadas e outras são abertas.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa? O livro apresenta uma seção denominada “Para investigar em grupo”, na qual são propostas atividades que podem ser desenvolvidas em grupo. Traz questões que proporcionam discussões e troca de informações entre os alunos.
3	As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos? Com exceção das questões da seção “Para investigar em grupo”, as demais não incentivam discussões ou aprofundamento, tampouco criam condições para desenvolver o senso crítico.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais? As questões não apresentam questionamentos sobre esses temas.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 56: Análise das ilustrações do livro Conexões com a Física**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto? As ilustrações e fotografias estão de acordo com o assunto desenvolvido. No que se refere à usina nuclear, estão presentes uma fotografia de uma usina na

**Quadro 56: Análise das ilustrações do livro Conexões com a Física**

	Alemanha e ilustrações do esquema de funcionamento de uma usina nuclear.
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título? As figuras apresentam identificação, além de uma legenda que explica a imagem em detalhes, fornecendo até a informação da falta de escala e das cores fantasia empregadas. Algumas fotografias são em preto e branco e outras coloridas.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto? Quanto às usinas nucleares, as imagens ocupam um espaço maior que o texto, como é observado na p.284, que contém quatro imagens ocupando mais da metade da página. Duas imagens representam o esquema de funcionamento de uma usina nuclear, outra representa o esquema de funcionamento de uma usina termoeletrica e a outra mostra uma usina nuclear na Alemanha.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 57: Análise do manual do professor do livro Conexões com a Física**

Item	Descrição
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica? O manual explica a utilização do livro de maneira clara, favorecendo a compreensão pelo professor dos objetivos da obra. É denominado “Suplemento para o professor” e apresenta diversos textos que discutem o ensino de Física, situando contexto social e relacionando com os avanços tecnológicos. Para cada unidade é fornecido um texto, que explica de forma resumida o capítulo, dessa maneira o professor passa a ter uma visão geral do capítulo. O manual ainda sugere uma bibliografia com documentos oficiais, pedagógicos e de ensino de Física.
2	Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno? O manual responde somente as atividades propostas no livro. Em relação à experiência, oferece sugestões relativas à eletricidade e ao magnetismo.
3	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?

**Quadro 57: Análise do manual do professor do livro Conexões com a Física**

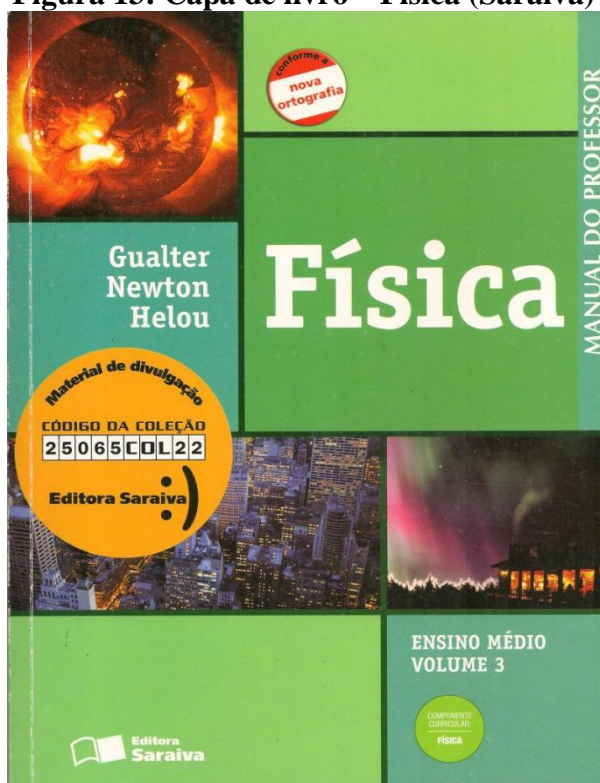
	O livro fornece as respostas das questões, porém não discute formas diferentes de resolução.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa obra apresenta o tema “Energia Nuclear” com poucas informações, não descreve a obtenção de energia nuclear, os riscos ambientais, não comenta os acidentes, não apresenta informações sobre o programa nacional de energia nuclear. Há um número reduzido de questões. As ilustrações retratam uma usina nuclear. O Manual do Professor discute o ensino de Física, oferece ao professor uma orientação metodológica sobre a obra e também documentos oficiais referente à educação, além da resolução das questões propostas no livro.

VII. DOCA, Ricardo Helou; GUALTER, José Biscuola; NEWTON, Villas Bôas. **Física**. São Paulo: Saraiva, 2010. v.3.

**Figura 13: Capa de livro – Física (Saraiva)**



Fonte: DOCA; GUALTER; NEWTON, 2010.

**Quadro 58: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Saraiva)**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro não destinou um capítulo específico para a Física Nuclear, citada somente de forma superficial na p.280, no Capítulo 11 – “Indução eletromagnética”, na seção “Leitura” no texto “Ainda sobre Faraday”, que comenta a produção de energia elétrica nas usinas nucleares, baseando-se na fissão nuclear de elementos como o urânio enriquecido. Os processos de fissão e fusão são explicados na p.322, na Unidade IV “Física moderna”, no capítulo 13, subtítulo “As quatro forças fundamentais da natureza”.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O tema é pouco comentado, as informações repassadas são insuficientes para a compreensão da Física Nuclear.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>Em relação à Física moderna, o livro apresenta o conteúdo bem distribuído. Em relação à Física nuclear, no tópico energia nuclear, o texto apresenta somente um pequeno comentário muito superficial na p. 280 sobre a produção de energia elétrica nas usinas nucleares.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O livro menciona somente que o funcionamento de uma usina nuclear tem como base a energia liberada pela fissão nuclear, sendo que essa informação não está inserida no cotidiano do aluno.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto não favorece a construção desses valores.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto cita superficialmente na p.280 que a energia elétrica produzida em uma usina nuclear baseia-se na fissão nuclear, sem trazer informação sobre a produção ou o número de usinas em funcionamento.</p>

**Quadro 58: Análise da composição geral dos textos do livro Física (Saraiva)**

7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O livro não apresenta informação alguma sobre o desenvolvimento da Física nuclear.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>Não há análise sobre esses itens.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>No final do livro, na seção denominada “Para saber mais”, sugere-se como leitura uma relação de 39 livros no campo da ciência Física, 12 vídeos e 7 sites</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>O livro apresenta uma seção denominada “Faça você mesmo”, que oferece diversas experiências.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 59: Análise da proposta de atividades do livro Física (Saraiva)**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As questões propostas estão relacionadas com os conteúdos desenvolvidos. O livro apresenta os exercícios distribuídos em quatro seções, a saber: “Questões comentadas”, com respostas; “Questões propostas”, com questões para compreensão do capítulo; “Questões de sedimentação e aprofundamento”, com questões selecionadas de diversos vestibulares; e “Descubra mais”, com questões abertas que levam o aluno a análise do assunto.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro não disponibiliza nenhuma atividade a ser desenvolvida através de debates ou pesquisa em grupo.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>As atividades não possibilitam o desenvolvimento de um senso crítico, pois a</p>

**Quadro 59: Análise da proposta de atividades do livro Física (Saraiva)**

	maioria cobra conceitos e cálculos simples, sendo que o foco das questões não desperta a curiosidade e o debate entre os alunos, nem a pesquisa ou leitura de outras fontes.
4	Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?  O livro não apresenta questões que atendam esses critérios.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 60: Análise das ilustrações do livro Física (Saraiva)**

Item	Descrição
1	As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?  O livro não apresenta nenhuma imagem relacionada com a Física nuclear (energia nuclear).
2	As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?  As figuras presentes no livro estão identificadas e próximas ao texto de referência.
3	As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?  As imagens utilizadas na obra representam a realidade. Retratam objetos, aparelhos, ferramentas e construções.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 61: Análise do manual do livro Física (Saraiva)**

Item	Descrição
1	O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?  O manual descreve os objetivos fundamentais da obra, a metodologia utilizada e a composição com suas divisões. Apresenta na p. 12 um texto explicativo dos capítulos do livro. Na abertura de cada capítulo, é citado seu objetivo e são enfatizados pontos do capítulo que não podem deixar de serem ministrados. O livro utiliza uma linguagem clara, favorecendo ao professor a compreensão dos objetivos propostos.
2	Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do

**Quadro 61: Análise do manual do livro Física (Saraiva)**

	<p>aluno?</p> <p>Na p.93, o manual oferece um texto complementar ao texto da p. 280 (Ainda sobre Faraday) referente à obtenção de energia. Em relação às atividades ou experiências, o manual discute somente as propostas no livro. Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões, porém não discute formas diferentes de resolução.</p>
--	--

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O livro não destinou um capítulo para o tema, apresenta poucas informações sobre a energia nuclear, que estão distribuídas ao longo da obra. Na obra é informado que a produção de energia nas usinas nucleares é baseado no processo de fissão, o mesmo não comenta os riscos do uso dessa fonte energética, não cita os acidentes nucleares, não descreve o funcionamento de uma usina, não comenta sobre o programa nacional de energia nuclear e as usinas de Angra dos Reis. As atividades propostas são superficiais. Não há ilustrações referentes ao tema. O Manual do Professor discute a obra, apresenta a resolução dos exercícios.

VIII. TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Física Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2005. v.3.

**Figura 14: Capa de livro – Física Ciência e Tecnologia**



Fonte: TORRES; FERRARO; SOARES, 2005.

**Quadro 62: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro apresenta pequenas mudanças em relação ao livro do PNLEM 2007. Tais mudanças se iniciam pelos autores, permanecendo Carlos Magno A. Torres e incorporando Nicolau Gilberto Ferraro e Paulo Antonio de Toledo Soares. Em relação ao conteúdo sobre energia nuclear e sua aplicação para obtenção da energia elétrica, não ocorrem modificações, sendo que nesta edição foi acrescentado o capítulo 8 – “Tecnologia das comunicações”. O livro destina um capítulo específico para estudar a Física Nuclear, inserida no Capítulo 7, na Unidade III, Física Moderna, também é tratada no capítulo 4. O texto utiliza uma linguagem científica de forma contextualizada que explica as descobertas e experiências. As informações são de fácil interpretação e adequadas para o aluno de Ensino Médio</p>

**Quadro 62: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>O texto usa uma linguagem simples, sem perder o rigor científico. Em se tratando de energia nuclear, apresenta o processo de fusão nuclear e fissão nuclear e sua aplicação em usinas, com seus benefícios e riscos para o homem e para o meio ambiente. Dessa maneira, o aluno desenvolve uma visão geral da Física nuclear.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>A distribuição do conteúdo segue uma sequência didática adequada, os assuntos foram divididos em capítulos, que se completam e são apresentados de maneira clara e de fácil interpretação. O tema energia nuclear é abordado em dois momentos: na p. 193, na qual é explanado seu uso em usinas nucleares, em que se aproveita a liberação da energia para provocar a vaporização da água que movimentará turbinas, transformando energia mecânica em energia elétrica; a partir da p. 282, abordando o átomo, radioatividade, fissão e fusão, rejeitos radioativos, acidentes nucleares, partículas fundamentais da natureza e um pouco de cosmologia.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O texto apresenta uma série de aplicações da Física nuclear presentes no cotidiano do discente. Por exemplo, na p.291, cita-se a aplicação da radioatividade na medicina, em exames de tomografia, de ressonância magnética; e, na p. 297, são abordados os acidentes nucleares.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>O texto busca evidenciar a construção dessas virtudes através de informações presentes a partir da p. 204, no subtítulo 6 – “A poluição ambiental”, em que são discutidas as diversas formas de poluição e suas consequências para o ambiente. Na p. 295, no subtítulo “Rejeito radioativo”, e na p. 297, no subtítulo “Acidentes nucleares”, são discutidos acidentes ocorridos em algumas usinas e suas consequências.</p>

**Quadro 62: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto discute essa produção e afirma que essa fonte energética em alguns países representa a principal forma de obtenção de energia elétrica. Apresenta informações, na p. 195, sobre a produção em diversos países, como França, Lituânia, Bélgica, Eslováquia, Suíça, Japão e no Brasil. Cita a produção na usina Nuclear Angra I e Angra II e a previsão de produção na Usina Angra III.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto apresenta diversas informações históricas. Na p.174, informa-se que a partir de 1960 a energia nuclear começou a ser utilizada para a obtenção do vapor que aciona os geradores elétricos. Apresenta ainda em gráfico a produção de energia elétrica das diversas matrizes. Na p. 193, o texto descreve o esquema de funcionamento de uma usina nuclear, além de levantar o histórico das usinas no Brasil. A partir da p.282, o texto explora o átomo, radiações, processos de fusão e fissão, citando ainda a contribuição de alguns físicos no seu desenvolvimento.</p>
8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O texto analisa na p. 297 somente dois acidentes nucleares: o primeiro na usina de Three Mile Island, na Pensilvânia, Estados Unidos, ocorrido em 28 de março de 1979; o segundo na usina de Chernobyl, na Ucrânia, ocorrido em 26 de abril de 1986. O texto informa os problemas causados por esses acidentes.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>O livro apresenta uma série de leituras na seção “Sugestão de Leitura”. Na p. 224 foram selecionados 6 livros e na p.306 foram selecionados 5 livros como opção de leitura complementares. Os livros tratam desde os temas ambientais até a formação do universo. Na p. 223, na seção “Navegue na web”, o livro apresenta diversas sugestões de sites para pesquisa, que tratam de diversos temas da atualidade. O livro anterior não oferecia sugestões de sites.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>Na seção denominada “Proposta experimental”, o livro oferece sugestão de experimento simples a ser desenvolvido pelo aluno. O livro apresenta diversas</p>

**Quadro 62: Análise da composição geral dos textos do livro Física Ciência e Tecnologia**

10	experiências envolvendo a eletricidade e o eletromagnetismo, porém sobre Física nuclear, focalizando energia nuclear, não há nenhuma experiência.
----	---

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 63: Análise da proposta de atividades do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades estão relacionadas com o assunto desenvolvido. No livro, as questões estão distribuídas em uma seção denominada “Exercícios” com questões de dois níveis de dificuldade: fundamental e de fixação. Na lista proposta, as questões são selecionadas de alguns vestibulares, do ENEM e outras questões são abertas.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro apresenta na seção “Atividade em grupo” uma proposta de atividade a ser desenvolvida em grupo e dessa forma valoriza a opinião de todos. Na p.196, a proposta é pesquisar em grupos as vantagens e desvantagens da obtenção de energia elétrica nas usinas: hidrelétricas, termelétricas e as nucleares. Ao final da pesquisa, os grupos devem comparar essas vantagens e desvantagens.</p>
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Algumas questões propostas levam o aluno a discutir sobre as aplicações dos avanços da Física na sociedade, analisando os benefícios e os malefícios tanto para o ambiente como para o homem.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>Algumas atividades proporcionam o desenvolvimento de uma consciência ambiental, pois abordam os impactos ambientais e suas consequências para a qualidade de vida.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 64: Análise das ilustrações do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?</p> <p>As ilustrações são bem definidas e mantêm uma ligação com os textos, ajudando na formação da ideia da obra. São compostas por fotografias, ilustrações e gráficos.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As ilustrações estão devidamente identificadas com título e legenda.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As ilustrações estão bem distribuídas no decorrer do texto, apresentando tamanhos variados e mantendo um equilíbrio com os textos, o que torna a leitura agradável.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 65: Análise do manual do professor do livro Física Ciência e Tecnologia**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual denominado “Suplemento do professor” explica como deve ser trabalhado o livro para obter o máximo rendimento. Ainda apresenta um texto-resumo de cada capítulo do livro que repassa uma ideia geral dos temas. O manual fornece diversas sugestões ao professor, dispondo de orientações tendo como base o PCNEM. As orientações são claras e objetivas e estão em conformidade com a proposta didática da obra.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O suplemento do professor disponibiliza vários textos e vídeo que aborda o tema energia nuclear. O manual, na p. 59, faz uma sugestão de atividade complementar ao professor, o vídeo “Energia nuclear – Chernobyl”, que tem o objetivo de discutir essa matriz energética. Além dessa atividade, recomenda na p. 70 a leitura do texto “A radioatividade e a história do tempo presente”, que objetiva sensibilizar o discente sobre a relação entre a produção científica/tecnológica e o</p>

**Quadro 65: Análise do manual do professor do livro Física Ciência e Tecnologia**

	<p>contexto histórico. Na p. 71, disponibiliza o texto adicional “Hiroshima e Nagasaki”, que explica os efeitos das explosões das bombas atômicas. Na p. 73, informa o endereço eletrônico do CNEN – Comissão nacional de energia nuclear, com as normas que regulamentam as operações com energia nuclear. E, na p. 74, oferece sugestão de leitura para o professor de livros que abordam o tema tópicos de Física nuclear.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões e tece comentários no início de cada resolução.</p>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Essa obra era recomendada pelo PNLEM/2007 e passou a ser recomendada pelo PNLD/2012. A mesma não apresentou alterações referentes ao tema em estudo.

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. v.3.

**Figura 15: Capa de livro -- Quanta Física**



Fonte: KANTOR; PAOLIELLO JR; MENEZES; BONETTI; CANATO JR; ALVES, 2010.

**Quadro 66: Análise da composição geral dos textos do livro Quanta Física**

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro aborda o assunto de forma correta e contextualizada, tanto no volume 1, quanto no volume 3. No volume 3, o assunto é tratado no capítulo 3 – “As radiações, o núcleo atômico e suas partículas”, na p. 52, e nos subtítulos “As radiações nucleares e a constituição do núcleo” e “Bombas e usinas nucleares”. No volume 1, o assunto é abordado no capítulo 2 – “Recursos energéticos naturais”, na p. 42, e nos subtítulos “Combustíveis nucleares” e no capítulo 4 – “Máquinas e processos térmicos”, na p. 67. Os livros apresentam o conteúdo com uma escrita simples e de fácil compreensão, tornando as informações bem acessíveis aos alunos desse nível.</p>

**Quadro 66: Análise da composição geral dos textos do livro Quanta Física**

2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>As informações são detalhadas, acompanhadas de ilustrações e aplicações, o que favorece a compreensão.</p>
3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>O assunto é desenvolvido de maneira bem gradual, sendo que as informações são iniciadas por explicações básicas – núcleo do átomo, passando pelas radiações, pelas interações nucleares, até chegar às bombas atômicas e usinas nucleares. No volume 1, é dada a informação do início da utilização da energia nuclear, inicialmente nas bombas e posteriormente nas usinas nucleares para produção de eletricidade. A linguagem é científica, mas de fácil interpretação.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>Em diversas passagens o livro informa a aplicação da Física nuclear em exames médicos, como ressonância nuclear magnética, na produção de energia elétrica, nas usinas nucleares.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>As informações sobre a produção de energia elétrica em usinas nucleares, com seus riscos de contaminação do ambiente por acidentes ou ainda pelo lixo radioativo produzido nas usinas, desperta no aluno uma preocupação com a manutenção e o perigo oferecido por tais empreendimentos. Por outro lado, as outras aplicações, por exemplo, na área da saúde, que está nos exames de ressonância e tomografias e no tratamento, por exemplo, do câncer, sensibiliza o discente, criando um respeito pelas pessoas, principalmente as que estão em tratamento de doenças submetidas a tais procedimentos.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto descreve a produção de energia elétrica a partir dessa matriz. Essa informação está presente tanto no volume 1 quanto no volume 3. O texto explica o funcionamento de diversas usinas elétricas, dentre as quais as usinas nucleares,</p>

**Quadro 66: Análise da composição geral dos textos do livro Quanta Física**

	apresentando os esquemas de produção de eletricidade nas diversas usinas. O texto cita as Usinas Angra I e II, porém não informa sua produção.
7	Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil? O livro informa as várias etapas do desenvolvimento da Física Nuclear, bem como das contribuições de diversos Físicos, dentre os quais Marie Curie, Enrico Fermi, Richard Feynman, Neils Bohr, Albert Einstein. A Física Nuclear no Brasil é citada nas aplicações nas usinas Angra I e II e também em exames médicos.
8	Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente? O livro cita os acidentes nos Estados Unidos, na usina Three Mille Island, em 1979, na Ucrânia na usina de Chernobyl, em 1986 e o acidente radioativo no Brasil, em Goiânia em 1987. Comenta os riscos do uso de tal fonte energética.
9	O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos? O livro na seção “Dica” fornece o endereço de diversos sites para pesquisa na área de Física. No final do livro também são fornecidas sugestões de leitura, bibliografia, hipertextos nacionais e hipertextos internacionais.
10	O texto apresenta sugestão de algum experimento? Na seção “Faça você mesmo” são sugeridas algumas experiências.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 67: Análise da proposta de atividades do livro Quanta Física**

Item	Descrição
1	As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos? As atividades estão localizadas na seção “Faça parte” e são selecionadas de diversos vestibulares. Na seção ”Sua parte”, as atividades são mais para compreensão do texto. As questões propostas estão relacionada com os conteúdos desenvolvidos.
2	Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa? Na seção “Faça parte” são propostas algumas atividades que podem ser

**Quadro 67: Análise da proposta de atividades do livro Quanta Física**

	desenvolvidas em grupo.
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Algumas questões presentes na seção “Faça parte” estimulam a pesquisa, a valorização dos conceitos físicos, a análise e aplicações da Física. O aluno que pesquisa e discute os temas propostos, desenvolve o senso crítico sobre o tema, pois conhecerá os processos envolvidos.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>O livro apresenta algumas questões que propõem aos alunos o desenvolvimento das virtudes relacionadas à ética. Por exemplo, o uso da energia nuclear, seus benefícios e malefícios, os tratamentos médicos que usam a energia nuclear.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 68: Análise das ilustrações do livro Quanta Física**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?</p> <p>A maioria das ilustrações está em conformidade com os textos e favorece a sua compreensão. Algumas são desenhos e outras fotografias.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As imagens estão acompanhadas de legenda, título e explicações.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As ilustrações representam a realidade e estão inseridas no decorrer dos textos. O tamanho e a posição de cada imagem estão harmônicas com o texto.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 69: Análise do manual do professor do livro Quanta Física**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual é denominado “Manual teórico-metodológico” no qual explica-se toda a obra didática. Há um texto sobre cada unidade, com a explanação dos objetivos e orientações sobre os conteúdos a serem trabalhados. O manual fornece uma série</p>

**Quadro 69: Análise do manual do professor do livro Quanta Física**

	de informações sobre o livro, além de associar a cada atividade realizada as competências e habilidades desenvolvidas pelo aluno.
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual oferece sugestões de livros e sites na p. 27 para aprofundamento do conteúdo trabalhado. Em relação às atividades, oferece a resolução e comentários das questões propostas no livro. Destarte, não disponibiliza atividades extras que envolvam a Física nuclear.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O manual oferece a resolução das atividades com comentários que enfatizam o objetivo a ser alcançado na resolução de cada atividade.</p>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Essa obra aborda o tema “Energia Nuclear” de maneira ampla, apresenta diversas informações referentes ao tema, informa sobre a obtenção e aplicação da energia nuclear, além dos acidentes, usinas nucleares de Angra dos Reis, descreve a evolução da energia nuclear. As atividades propostas proporcionam aos discentes o aprofundamento do conteúdo através de pesquisas. As ilustrações refletem a realidade do tema em estudo. O Manual do Professor apresenta a obra através de textos reflexivos, além de sugerir livros e sites para aprofundamento do assunto e a resolução das questões propostas.

X. PIETROCOLA, Maurício; POGIBIN, Alexandre; ANDRADE, Renata de; ROMERO, Talita Raquel.. **Física em contextos: pessoal, social e histórico**.São Paulo: FTD, 2011. v.3.

Figura 16: Capa de livro – Física em contextos



Fonte: PIETROCOLA; POGIBIN; ANDRADE; ROMERO, 2011.

Quadro 70: Análise da composição geral dos textos do livro Física em contextos

Item	Descrição
1	<p>O texto apresenta de forma correta, contextualizada e atualizada os conceitos e as informações são claras e adequadas ao aluno desse nível de ensino?</p> <p>O livro apresenta no capítulo 13, denominado “Estrutura da matéria”, um texto bem claro, usando uma linguagem simples, que explica a energia nuclear, sua obtenção e aplicação.</p>
2	<p>O texto disponibiliza informações que favoreçam a compreensão da Física Nuclear?</p> <p>As informações do texto realizam um resgate histórico da energia nuclear, citando as aplicações e alguns cientistas que contribuíram com diversas pesquisas, culminando com o domínio de sua produção. Essa abordagem favorece a compreensão pelos discentes desse conteúdo.</p>

**Quadro 70: Análise da composição geral dos textos do livro Física em contextos**

3	<p>Apresenta o conteúdo em uma sequência didática adequada e utiliza um vocabulário científico na sua construção?</p> <p>A distribuição do conteúdo utilizada pelo livro favorece o aprendizado do aluno, pois a sequência didática e o vocabulário científico utilizado estão de acordo com o nível de ensino. Os capítulos apresentam subtítulos que explicam em pormenores o assunto de Física nuclear. Na p. 398, por exemplo, o livro disponibiliza o texto “História da estrutura da matéria”, na p.429 o livro apresenta a biografia de Marie Curie, na p. 438 o texto disponibilizado é a “Datação por carbono -14”, na p. 441 o texto é “O contexto tecnológico e social” e na p. 442 o texto “Enriquecimento do urânio”.</p>
4	<p>O texto busca relacionar o conteúdo de Física Nuclear com o cotidiano do aluno e com as aplicações tecnológicas?</p> <p>O livro cita diversas aplicações da Física nuclear, tais como: exames médicos, produção de energia elétrica, bombas atômicas, tubos de imagens etc. Os alunos que apreenderem as teorias Físicas podem ter mais facilidade em compreender as aplicações da Física nuclear.</p>
5	<p>O texto transmite valores que despertem no aluno o respeito pelo meio ambiente e pelas pessoas?</p> <p>Na p. 441, o texto “O contexto tecnológico e social” transmite para os alunos informações sobre a discussão em torno do uso da energia nuclear, dos benefícios e malefícios do uso de fonte energética. Com a leitura deste texto, podem ser despertados valores de preservação ambiental e de valorização da vida.</p>
6	<p>O texto discute a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear?</p> <p>O texto informa a técnica utilizada para produzir energia elétrica a partir do uso da energia nuclear. O texto ainda informa a produção de energia nas usinas Angra I e Angra II, e a previsão da construção de Angra III.</p>
7	<p>Apresenta o desenvolvimento histórico da Física Nuclear e traz informações sobre a Física nuclear no Brasil?</p> <p>O texto faz um resgate da evolução da Física Nuclear desde definição do modelo do átomo, passando pelas radiações, pela força nuclear, pelos processos de obtenção de energia nuclear. No que se refere ao Brasil, são citadas as usinas nucleares de Angra I e II, além das aplicações na área da saúde.</p>

**Quadro 70: Análise da composição geral dos textos do livro Física em contextos**

8	<p>Analisa acidentes nucleares e suas consequências para o meio ambiente?</p> <p>O livro, na p. 439, cita os acidentes nucleares de Goiânia e Chernobyl e as cidades de Nagasaki e Hiroshima que sofreram ataques com bombas nucleares. Na p. 442, o livro cita os problemas causados nas pessoas pela radiação. Na p. 452, o livro propõe uma atividade de pesquisa sobre o funcionamento e os tipos de reatores; o acidente de Chernobyl; a produção de energia nuclear no Brasil; as aplicações das pesquisas nucleares na medicina, agricultura e na exploração do petróleo; o lixo nuclear e o acidente de Goiânia com o césio-137.</p>
9	<p>O texto sugere leituras complementares para aprofundar os conhecimentos do aluno e despertar no mesmo uma postura ética baseada em conhecimentos científicos?</p> <p>No final de cada unidade, o livro dá sugestão de livros e filmes para aprofundamento do conteúdo. As sugestões tanto de leitura quanto de filmes apresentam na sua composição aplicações de conhecimentos físicos.</p>
10	<p>O texto apresenta sugestão de algum experimento?</p> <p>No final de cada unidade, o livro sugere experiências para enriquecer a aprendizagem. No geral, são experiências simples nas quais o aluno pode observar algum fenômeno Físico.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 71: Análise da proposta de atividades do livro Física em contextos**

Item	Descrição
1	<p>As atividades propostas estão relacionadas com os conteúdos?</p> <p>As atividades estão de acordo com os conteúdos desenvolvidos. São compostas por questões abertas e questões selecionadas de diversos vestibulares no Brasil.</p>
2	<p>Apresenta propostas de atividades para serem desenvolvidas em grupo, despertando assim a cooperação e o trabalho em equipe, valorizando a opinião e o conhecimento de cada pessoa?</p> <p>O livro, na seção “Experimento - investigue você mesmo”, propõe experiências que podem ser realizadas em grupo. E na seção “Pesquise, proponha e debata” também propõe atividades de pesquisa que podem ser realizadas em grupo ou individualmente para posterior debate com os resultados. Dessa forma, valoriza o estudo individual e fortalece os conhecimentos com as trocas de informações com</p>

**Quadro 71: Análise da proposta de atividades do livro Física em contextos**

	toda a sala.
3	<p>As atividades favorecem o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao tema e valorizam os conceitos físicos?</p> <p>Algumas atividades despertam no aluno a formação de um senso crítico, a ser construído com a análise das informações adquiridas ao longo das aulas, das atividades e das trocas de experiências cotidianas durante o período letivo.</p>
4	<p>Apresentam atividades relacionadas às questões éticas, políticas, sociais ou ambientais?</p> <p>O livro propõe algumas atividades de pesquisa das aplicações e riscos da Física nuclear. Essas questões podem ou procuram sensibilizar o aluno para as consequências da utilização dessa fonte energética para o meio ambiente e para a vida.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 72: Análise das ilustrações do livro Física em contextos**

Item	Descrição
1	<p>As ilustrações são objetivas e mantêm uma relação com o texto?</p> <p>As ilustrações mantêm uma relação direta com o texto, algumas são ilustrações computadorizadas e outras são fotografias, umas coloridas e outras em preto e branco.</p>
2	<p>As figuras possuem identificação no que se refere à legenda e ao título?</p> <p>As ilustrações utilizadas estão corretamente identificadas, com legenda e título.</p>
3	<p>As ilustrações retratam a realidade e mantêm uma proporcionalidade com o texto?</p> <p>As imagens utilizadas retratam o assunto desenvolvido, estando distribuídas ao longo do texto e apresentando tamanhos e cores diversos. Elas mantêm com os textos uma proporção, que se reflete no resultado final do livro, um livro de fácil leitura e imagens que agradam o leitor.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

**Quadro 73: Análise do manual do professor do livro Física em contextos**

Item	Descrição
1	<p>O manual apresenta a maneira de utilização do livro de forma clara e coerente com a proposta didático-pedagógica?</p> <p>O manual explica de forma clara a metodologia adotada na obra didática e a maneira da organização do conteúdo. Em cada unidade são fornecidos um texto introdutório e sugestões de abordagem, além de elencar as competências e habilidades trabalhadas em cada capítulo. Oferece ao professor textos que levam a reflexão da prática docente, da importância de ensinar Física, de como deve ser ensinada, apresentando ainda a relação do conhecimento da Física com o cotidiano.</p>
2	<p>Propõe atividades extras e variadas, incluindo experimentos que contemplem o aprofundamento de conhecimento em Física nuclear no tópico energia nuclear aplicada à produção de energia elétrica para além daquelas indicadas no livro do aluno?</p> <p>O manual oferece a opção de trabalhar com projetos, no que se refere à Física nuclear. Na p. 107, sugere, dentro de uma perspectiva utilitarista, desenvolver um projeto que leve o aluno a investigar a eletricidade, sua produção, os tipos de usinas, seus impactos para o meio ambiente e o uso da radioatividade.</p>
3	<p>Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do aluno, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes?</p> <p>O livro fornece as respostas das questões, porém não discute formas diferentes de resolução.</p>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

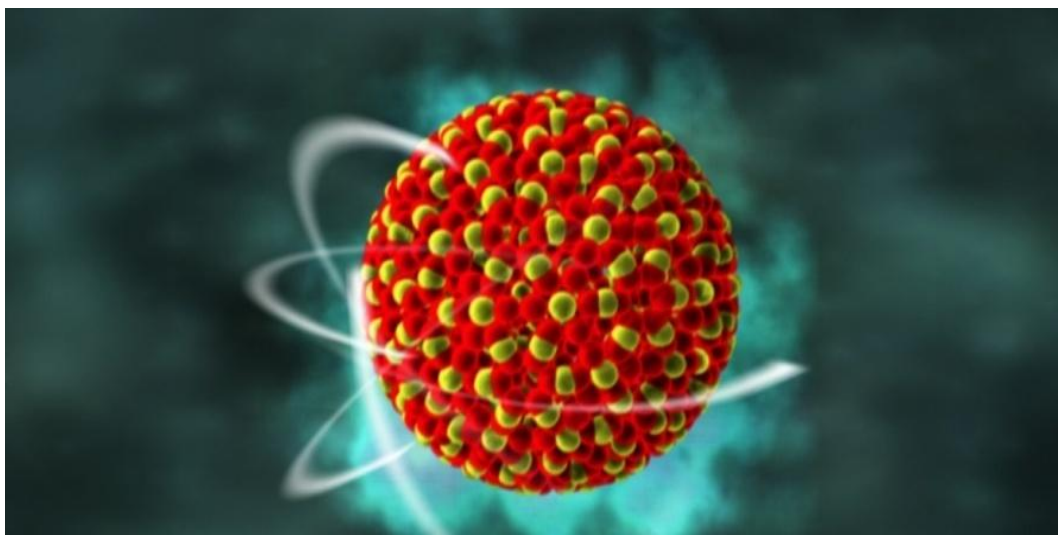
O livro desenvolve o tema energia nuclear de forma ampla, pois além de apresentar conceitos, descreve os acidentes e aplicações da energia nuclear. O livro aborda o tema dando uma conotação social, despertando no aluno uma visão do desenvolvimento tecnológico atingindo pelo homem e seus benefícios e malefícios que podem oferecer a humanidade. As atividades proposta são diversas, algumas são para resolução individual e outras pra serem resolvidas em grupo. As ilustrações são nítidas. O Manual do Professor explica a obra através de textos pedagógicos, além de sugerir projetos para aprofundamento e fixação dos conteúdos.

Das dez coleções de livros recomendados pelo PNLD/2012, quatro também tinham sido recomendados pelo PNLEM/2007, sendo que estas obras não apresentaram mudanças significativas em relação ao tema em estudo. Das seis coleções restantes, algumas apresentam o tema de forma satisfatória, descreve a forma de obtenção da energia nuclear, suas aplicações, riscos, o programa nacional de energia nuclear, ainda descrevem os principais acidentes ocorridos.

As obras do PNLD no geral apresentaram mudanças no desenvolvimento dos conteúdos trabalhados, os textos estão mais contextualizados, as atividades são mais amplas e incentivam a resolução em grupo, além de promover a reflexão sobre os impactos ambientais e sociais.

II – Parte:  
Texto Complementar  
sobre a energia nuclear

## 1. A energia nuclear



**Figura 18: Átomo em movimento**

Energia nuclear é a energia liberada numa reação nuclear, ou seja, em processos de transformação de núcleos atômicos. Alguns isótopos de certos elementos apresentam a capacidade de se transformar em outros isótopos ou elementos através de reações nucleares, emitindo energia durante esse processo.

### **O que são isótopos?**

São átomos de um mesmo elemento químico que possuem massas diferentes.

Exemplo: Urânio-235 e urânio-238 são isótopos de urânio.

A energia nuclear, que o homem tanto busca desenvolver tecnologicamente, é uma copia do que as estrelas, incluindo o Sol, já fazem desde o seu nascimento, através da “Fusão Nuclear”, em que se fundem núcleos de átomos, liberando uma grande quantidade de energia.

Os prótons têm a tendência de se repelirem porque têm a mesma carga (positiva). Como eles estão juntos no núcleo, comprova-se a existência de uma energia nos núcleos dos átomos com mais de uma partícula para manter essa estrutura. A interação que mantém os prótons e nêutrons juntos no núcleo é a “energia nuclear”, isto é, a energia de ligação dos núcleons (partículas do núcleo).

## **2. Fissão e Fusão Nuclear**

### **Fissão nuclear**

É a divisão de um núcleo atômico, pesado e instável, através do seu bombardeamento com nêutrons, obtendo dois núcleos menores e libertando uma enorme quantidade de energia térmica.

Os nêutrons libertados na reação irão provocar a fissão de novos núcleos e libertando outros nêutrons, ocorrendo assim, uma reação em cadeia.

A reação em cadeia controlada é responsável pelo funcionamento dos reatores nucleares, onde a energia térmica é utilizada para provocar a evaporação da água que será usada na produção de energia elétrica.

A reação em cadeia descontrolada ocorre nas bombas atômicas, o que provoca uma grande liberação de energia térmica e radiação.

### **Fusão nuclear**

É o processo de formação de um núcleo a partir da colisão e posterior junção de dois núcleos menores. Ao fundir núcleos atômicos leves, como os isótopos do hidrogénio, deutério e trítio, há uma enorme libertação de energia.

O processo é similar ao que ocorre no interior do sol e das outras estrelas celestes e, é a grande esperança de muitos cientistas e especialistas, de vir a ser uma fonte de energia ilimitada para as gerações futuras.

Até ao presente e, apesar de 50 anos de investigação científica, não foi possível controlar a fusão nuclear de forma a aproveitar a energia libertada no processo.

## **3. Radiação**

### **3.1. Definição**

Num sentido amplo, radiação é aquilo que irradia (sai em raios) de algum lugar. Em Física, o termo refere-se usualmente a partículas e campos que se propagam (transferindo energia) no espaço (preenchido ou não por matéria).

Radiações são ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com uma determinada velocidade. Contém energia, carga elétrica e magnética. Podem ser geradas por fontes naturais ou por dispositivos construídos pelo homem. Possuem energia variável desde valores pequenos até muito elevados.

As radiações eletromagnéticas mais conhecidas são: luz, microondas, ondas de rádio, radar, laser, raios X e radiação gama. As radiações sob a forma de partículas, com massa, carga elétrica, carga magnéticas mais comuns são os feixes de elétrons, os feixes de prótons, radiação beta, radiação alfa.

### **3.2. Partículas e ondas**

A radiação pode ser de natureza particulada (de partículas) ou ondulatória (de ondas).

A radiação de natureza particulada é caracterizada por sua carga, massa e velocidade: pode ser carregada ou neutra, leve ou pesada, lenta ou rápida. Prótons, nêutrons, elétrons, e partículas  $\alpha$  e  $\beta$  ejetados de átomos ou núcleos atômicos são exemplos de radiação particulada.

### **3.3 Radiação ionizante e não-ionizante**

As radiações (partículas ou ondas) podem ser ionizantes ou não ionizantes. A ionização acontece quando a energia da radiação incidente sobre um material é suficiente para arrancar elétrons dos seus átomos. A radiação é dita não-ionizante quando sua energia não é suficiente para arrancar elétrons dos átomos. Neste caso pode ocorrer a excitação do átomo, onde elétrons são levados a camadas mais externas do átomo, sem serem ejetados.

### **3.4 Fontes de radiação**

Radiações podem ser emitidas por elementos químicos com núcleos atômicos instáveis ou por equipamentos construídos pelo homem. Elementos químicos radioativos podem ser encontrados na natureza (como o urânio natural ou o tório das areias monazíticas) ou produzidos pelo homem através de reações específicas em aceleradores de partículas ou reatores nucleares.

Aceleradores de partículas e tubos de raios-X são fontes de radiação sem a utilização de elementos químicos radioativos. Quando desligados, aceleradores e tubos de raios-X não emitem radiação.

#### **4 Energia Nuclear – vantagens e desvantagens**

O uso da energia nuclear sempre foi cercado de muitas dúvidas. O emprego dessa matriz energética, que é uma opção para a produção de energia elétrica, devido aos acidentes acontecidos, criou na população uma aversão a sua utilização. No entanto, refletir sobre as possibilidades de uso dessa energia é importante e necessário. Por isso, a seguir, para esclarecimento, são enumeradas as principais vantagens e desvantagens do uso de tal fonte.

##### **Vantagens:**

- Não contribui para o efeito de estufa;
- Não polui o ar com gases de enxofre, nitrogênio, etc.;
- Não utiliza grandes áreas de terreno: a central requer pequenos espaços para sua instalação;
- Não depende da sazonalidade climática (nem das chuvas, nem dos ventos);
- Pouco ou quase nenhum impacto sobre a biosfera;
- Grande disponibilidade de combustível (o Brasil tem a 6ª maior reserva de urânio);
- É a fonte mais concentrada de geração de energia;
- A quantidade de resíduos radioativos gerados é extremamente pequena e compacta;
- A tecnologia do processo é bastante conhecida;
- O risco de transporte do combustível é significativamente menor quando comparado ao gás e ao óleo das termoelétricas;
- Não necessita de armazenamento da energia produzida em baterias.

##### **Desvantagens:**

- Necessidade de isolar a central após o seu encerramento;
- Necessidade de armazenar o resíduo nuclear em locais isolados e protegidos\*;
- É mais cara quando comparada às demais fontes de energia;
- Os resíduos produzidos emitem radioatividade durante muitos anos;
- Pode interferir nos ecossistemas.

---

\* Esta desvantagem provavelmente durará pelo menos uns 30 anos, a partir de quando já se esperam desenvolvidas tecnologias para reciclagem e reaproveitamento dos resíduos radioativos.

**Observações:**

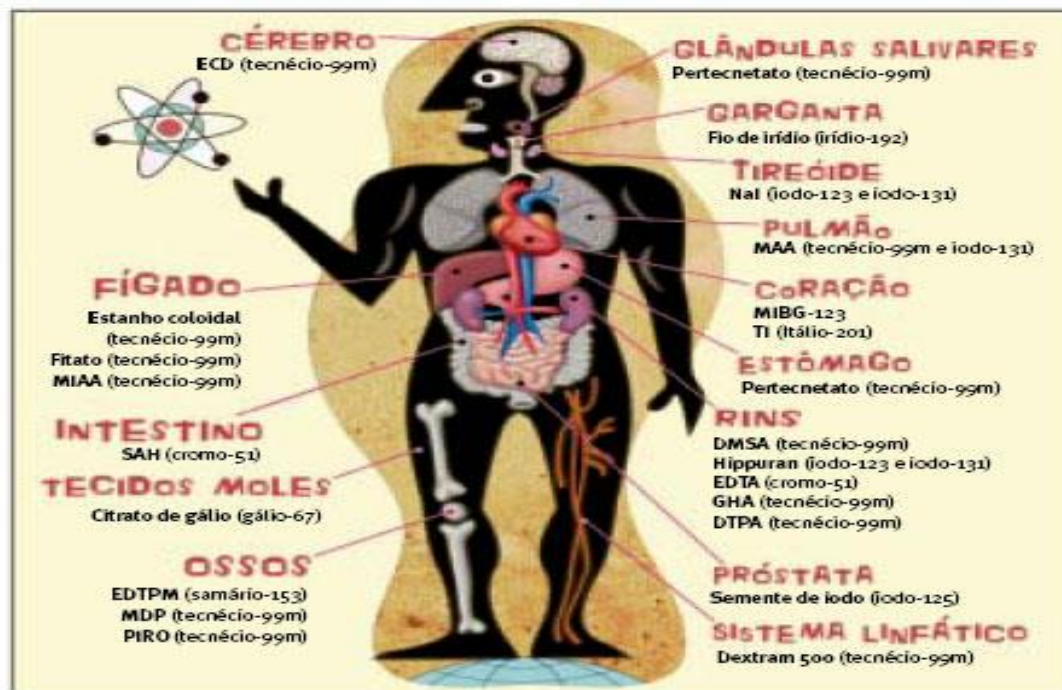
- Ao contrário do que muita gente pensa, a energia nuclear não é uma energia suja;
- Os impactos ambientais causados pela deposição do resíduo radioativo são muito menores que os impactos do lago de uma hidrelétrica.

**5. Uso e aplicações da energia nuclear**

A energia que se origina no interior do núcleo atômico sob a forma de radiação ou partículas apresenta diversas aplicações, como, por exemplo, na produção de energia elétrica, na medicina e na indústria.

O consumo de energia elétrica tem aumentado cada vez mais. Para atender a essa necessidade, o governo federal investiu na construção de usinas term nucleares, cujo princípio de funcionamento é a utilização da energia térmica proveniente da fissão do átomo de urânio  $U_{235}$  para produzir o vapor de água, que entrando em movimento por tubulações direcionadas para uma turbina, provoca sua rotação e, em consequência, produz energia elétrica.

Na medicina, a energia nuclear tem diversas aplicações. Cita-se, como exemplo, o desenvolvimento de radiofármacos, obtidos a partir de radioisótopos produzidos em reatores nucleares ou aceleradores de partículas associados a substâncias químicas (fármacos) que são usados no diagnóstico e tratamento de diversas doenças. No Brasil, esses radiofármacos são produzidos no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, em São Paulo, e no Instituto de Engenharia Nuclear – IEN, no Rio de Janeiro, sendo ambos da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. Abaixo, segue um quadro com os principais radiofármacos.



**Figura 19: Radiofármacos**

Na indústria, a utilização da energia nuclear é de grande importância para a segurança na fabricação de componentes industriais, pois a partir de leituras das peças, através de processos que utilizam a aplicação da radiação, são verificados, por exemplo, se as soldas realizadas nesses componentes estão firmes e coesas, e se as mesmas oferecem resistência às pressões a que foram projetadas e se as espessuras estão nas medidas certas.

Outro campo de aplicação importante da radiação nuclear é na utilização dos aplicadores radioativos, que são injetado em sistemas, sendo feito um acompanhamento para detectar vazamentos ou falhas no funcionamento deles, o que diminui o tempo e o custo de manutenção e reparo.

Também é utilizada para matar bactérias e microorganismos de materiais expostos à radiação, podendo ser aplicado para esterilizar materiais cirúrgicos, remédios, alimentos, materiais de valor histórico etc.

**A energia nuclear é uma tecnologia viável e sustentável no Brasil?**

Sim, por vários aspectos. Primeiro porque a opção nuclear permite a geração confiável de uma energia ambientalmente limpa, que não contribui para o efeito estufa, e não é afetada pelas variações climáticas. Além disso, a energia nuclear faz uso de um combustível de origem nacional, o que permite minimizar vulnerabilidades no abastecimento e na proteção contra a volatilidade dos preços, não estando sujeito a flutuações no mercado internacional. Ocupando uma área pequena, quando comparada com outras formas de geração de energia, precisam ser instaladas na proximidade do mar ou de rios. As usinas nucleares podem ficar próximas aos grandes centros consumidores, eliminando a necessidade de longas linhas de transmissão.

## 6. Usina nuclear

Usina nuclear é uma instalação industrial empregada na geração de eletricidade a partir de fonte nuclear, que se caracteriza pelo uso de materiais radioativos que por meio de uma reação nuclear produzem calor. Esse calor é empregado por um ciclo termodinâmico convencional para mover um alternador e produzir energia elétrica.

As centrais nucleares apresentam um ou mais reatores, que são compartimentos impermeáveis à radiação, em cujo interior estão colocados barras ou outras configurações geométricas de minerais com algum elemento radioativo (em geral o urânio).

### O que é urânio?

O urânio é um metal de coloração prateada, radioativo, denso, inflamável, flexível e maleável. O elemento químico urânio (número atômico 92) possui três isótopos principais – urânio 234; urânio 235 (físsil, usado como combustível nuclear) e urânio 238. É um elemento razoavelmente abundante na crosta terrestre, ocorrendo em diversas formas em vários ambientes geológicos, sempre em combinação com o oxigênio. O principal mineral de urânio é a uraninita ( $\text{UO}_2$ ). Outros minerais de urânio (variedades primárias ou secundárias) apresentam-se em cores variadas: amarelo (uranofano, autunita), verde (tobernita), etc.

No processo de decomposição radioativa, estabelece-se uma reação em cadeia que é sustentada e moderada mediante o uso de elementos auxiliares, dependendo do tipo de tecnologia empregada. A energia nuclear, além de produzir energia elétrica, também produz resíduos nucleares que devem ser isolados em depósitos impermeáveis durante longo tempo.

Assim, uma usina nuclear nada mais é do que uma usina termoelétrica, sendo que a fonte que é utilizada para aquecer a água utilizada no sistema é a energia proveniente do átomo, que a partir do processo de fissão nuclear libera energia térmica.

A fissão dos átomos de urânio dentro das varetas do elemento combustível aquece a água, que passa pelo reator a uma temperatura de 320 graus Celsius. Para que não entre em ebulição – o que ocorreria normalmente aos 100 graus Celsius –, esta água é mantida sob uma pressão 157 vezes maior que a pressão atmosférica.

O gerador de vapor realiza uma troca de calor entre as águas deste primeiro circuito e a do circuito secundário, que são independentes entre si. Com essa troca de calor, a água do circuito secundário se transforma em vapor e movimentada a turbina a uma velocidade de 1.800 rpm, que, por sua vez, aciona o gerador elétrico.

Esse vapor, depois de mover a turbina, passa por um condensador, onde é refrigerado pela água do mar ou de um lago, trazida por um terceiro circuito independente. A existência desses três circuitos impede o contato da água que passa pelo reator com as demais. Uma usina nuclear oferece elevado grau de proteção, pois funciona com sistemas de segurança redundantes e independentes (quando somente um é necessário).

Abaixo, segue o esquema de uma usina nuclear onde é mostrado o funcionamento da mesma e a distribuição de energia elétrica. Observe-se:

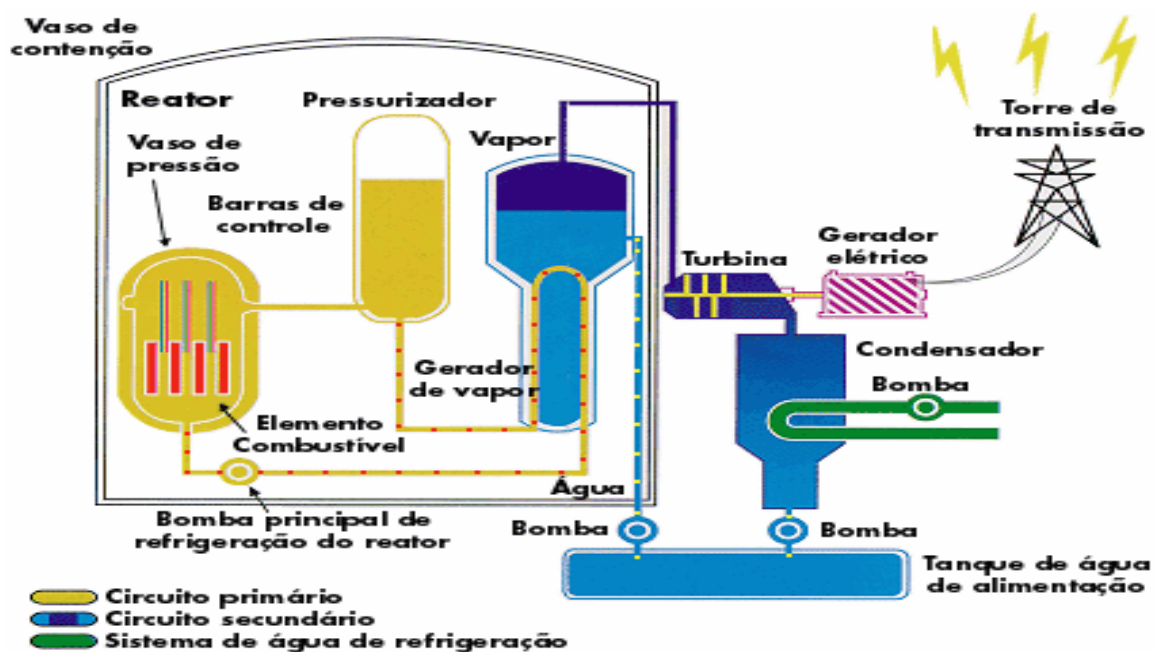


Figura 20: Esquema de uma usina nuclear com reator tipo PWR

## 7. Reatores Nucleares

Os reatores nucleares, que são baseados nos processos de fissão de determinados isótopos, podem ser classificados segundo diversos critérios, tais como, por exemplo: o espectro predominante de energia cinética dos nêutrons que provocam as fissões (reatores térmicos ou reatores rápidos); de acordo com o meio utilizado como arrefecedor (reatores refrigerados a água leve, água pesada, a gás ou metais líquidos); ou de acordo com o propósito ou função do reator. Neste último caso, a Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos classifica os reatores em três categorias:

1° - reatores de pesquisa e desenvolvimento: são reatores construídos para estudos científicos e técnicos.

2° - reatores de produção: Seu principal objetivo é a produção U-238 e Th-232, a partir dos

quais são fabricados os elementos físséis plutônio e urânio-233. O objetivo principal destas pilhas é o aproveitamento do calor gerado pelo combustível, seja para geração de eletricidade, seja para propulsão ou geração de vapor.

3° - reatores de potência: são os que visam à libertação da energia atômica para fins pacíficos, isto é, os mesmos fins industriais, e outros, a que servem as demais fontes ordinárias de energia. Podem-se distinguir entre reatores fixos, funcionando por exemplo como usinas centrais de energia elétrica, e reatores móveis, para a propulsão de veículos - navios comuns, submarinos, aviões e outros.

### **7.1. Tipos de Reatores Nucleares**

Os reatores nucleares se compõem dos seguintes elementos fundamentais: combustível, sistema de controle, sistema de refrigeração, blindagem e, em muitos casos, um moderador. Reatores rápidos são aqueles que empregam nêutrons rápidos para manter a reação em cadeia. Reatores lentos são os que usam moderadores para diminuir a velocidade do nêutron. Alguns tipos de Reatores Nucleares são citados a seguir:

#### **Reatores Magnox**

A primeira usina elétrica nuclear do mundo usou reatores refrigerados a gás. Construída em Calder Hall, Cumberland, Inglaterra, entrou em funcionamento em outubro de 1956. Seus quatro reatores foram os precursores de uma série de outros, também refrigerados a gás, construídos na Inglaterra e em outros países para produzir eletricidade. A produção elétrica de Calder Hall é de 180MW. No entanto, esse tipo de reator passou por notáveis aperfeiçoamentos em cada uma das novas usinas que se construíram. A usina que está em construção em Wylfa Point, Anglesey, produzirá 1180MW, com seus reatores geminados.

Todos esses reatores usam urânio natural como combustível. O urânio está presente em forma de barras, embaladas em caixas feitas com uma liga de magnésio. Essa liga é chamada magnox, de onde se deriva o nome dado a esse tipo de reatores. O invólucro de magnox é feito em forma de escamas, a fim de facilitar a transferência de calor para o gás refrigerante.

Moderador é constituído de grafita, e tem a forma de uma retícula quadrada de tijolos, atravessada por canais verticais. As barras de combustível são empilhadas nesses canais, umas em cima das outras; alguns dos canais são ocupados por barras de controle feitas de aço e

boro. O elemento refrigerador - gás de dióxido de carbono - flui através dos canais e sobre o material combustível.

O núcleo de um reator refrigerado a gás é circundado por um refletor de grafita que faz retroceder uma parte dos nêutrons que escapam do reator.

O elemento refrigerador, que absorve o calor do reator (a uma temperatura entre 350° e 400°C) é usado para produzir vapor de água para o turbo gerador. O gás que sai do permutador de calor é mandado de volta para o reator por meio de ventiladores muito potentes. Uma blindagem de cimento, construída ao redor do reator, protege os operadores e o público. O permutador de calor não está protegido com uma blindagem biológica, porque o dióxido de carbono não se torna radioativo, embora passe através do núcleo do reator.

Em sua maior parte, esses reatores refrigerados a gás dispõem de aparelhagem muito complexa, colocada na parte superior, que os reabastece automaticamente durante o funcionamento.

### **Reatores Refrigerados a gás aperfeiçoados (AGR)**

Embora as centrais elétricas de magnox tivessem demonstrado contínuo desenvolvimento dos reatores refrigerados a gás, era imperativo conseguir maiores aperfeiçoamentos, para aumentar a eficiência térmica e extrair mais calor do combustível, a fim de diminuir o capital necessário e reduzir os custos operacionais. A principal diferença desses reatores aperfeiçoados (AGR), refrigerados a gás, consiste no fato de usarem como combustível dióxido de urânio cerâmico, embalado em aço inoxidável. Porque o aço inoxidável absorve nêutrons e também porque o combustível esta em forma de um óxido, o conteúdo de urânio 235 existente no combustível é ligeiramente aumentado. Entretanto, o elemento refrigerador e o moderador são do mesmo tipo usados nas centrais elétricas magnox e, embora os AGR sejam consideravelmente mais compactos, a planta, a construção e o funcionamento são em grande parte idênticos.

### **Reatores a água pressurizada (PWR)**

Nesse tipo de reator o elemento refrigerador usado é a água comum, sob pressão muito forte. Ela é aquecida até atingir até 580°, embora não ferva por causa da alta pressão, e passa por um permutador de calor, onde faz ferver a água contida num circuito secundário, para produzir vapor. A água pressurizada funciona também como moderador.

Um moderno gerador desse tipo (PWR) usa como combustível, óxido de urânio

enriquecido, em forma de pastilhas, as quais são colocadas em grande número em tubos de zircônio, até formarem barras que atingem o comprimento do núcleo do reator. Usa-se o zircônio por causa de sua resistência á ação corrosiva da água quente. As barras são dispostas em grupos de elementos de combustível. Os espaços entre eles devem ser pequenos porque a água é um moderador poderoso.

Tendo em vista a alta pressão do elemento refrigerado, o recipiente de pressão deve ser feito de aço muito espesso. Apesar disso esse tipo de reator (PWR) é muito compacto, bem menor que um reator a água fervente, ou que um reator a gás, de potência equivalente. Evidentemente, ele é protegido por uma blindagem biológica, da mesma forma que os seus permutadores de calor, porque a água proveniente do núcleo do reator é radioativa.

Um de seus aspectos interessantes é o uso de um regulador químico. Este é um recurso para compensar as variações a longo prazo na reatividade, associadas com a depleção do combustível e com o aumento dos produtos de fissão obtidos pela mistura de um absorvente solúvel de nêutrons (boro como ácido bórico) com elemento refrigerador. Mas as barras reguladoras ainda continuam usadas. São feitas de uma liga prata-índio-cádmio, e formam grupos que se movem entre os tubos de combustível. Sua finalidade consiste em variar o nível de potência do reator para ajustá-lo às necessidades, além de desligar o reator, quando necessário. Mas a regulação química é que cuida das variações a longo prazo na reatividade, para isso bastando um número relativamente pequeno de barras: 60 numa usina de 1000 MW em lugar das 150 que seriam necessárias, se a regulação química não fosse usada. Durante cada interrupção para reabastecimento, substitui-se apenas um terço das barras de combustível; e as restantes são redistribuídas, a fim de se obter melhor rendimento no ciclo seguinte.

### **Reatores a água fervente (BWR)**

Nos reatores a água fervente, esta é o líquido refrigerador e também o moderador, mas não está sobre pressão, e ferve no reator. O BWR, portanto, assemelha-se a uma chaleira nuclear, cuja fonte de calor é um combustível constituído de óxido de urânio enriquecido, em liga de zircônio. O vapor passa diretamente da parte superior do reator para os turbogeradores.

O BWR é um reator relativamente simples. Não possui permutadores de calor, e seu retentor de pressão deve suportar pressões muito menores do que as de um PWR, tendo por isso paredes mais delgadas. O BWR, no entanto, passou por uma série de modificações,

destinadas a superar o problema característico desse tipo de reatores. Quando a água ferve no núcleo do reator, as bolhas que se formam modificam as propriedades de moderador e absorvente do refrigerador moderador, afetando, além disso, a transferência de calor obtida do combustível. Para solucionar esses problemas, grande parte da água é bombeada para fora do núcleo e recolocada em um ponto de temperatura mais baixa.

A aceitação dos BWR sofreu um atraso motivado por dúvidas quanto à sua segurança, mas elas foram selecionadas por meio de uma espetacular série de experiências. As dúvidas surgiram porque o efeito da formação de bolhas no núcleo do reator era aparentemente imprevisível. Ao mesmo tempo ficou demonstrado que se o reator atingisse tal grau de reatividade que pudesse fazer explodir uma parte do seu núcleo, as bolhas também se formariam com rapidez suficiente para interromper a reação antes mesmo que os componentes saíssem do reator.

### **Reatores a água pesada**

A água pesada é um moderador melhor do que a água comum (leve), pois absorve muito menos nêutrons e os deixa se movimentarem mais tempo antes que eles adquiram energias térmicas. Em consequência disso, os elementos de combustível podem ser postos a alguns centímetros uns dos outros, o que torna o núcleo menos compacto, ao passo que, nos reatores a água comum, tais elementos devem ser separados apenas por alguns milímetros.

Há dois modos diferentes de construir reatores a água pesada. Um deles usa de recipiente de pressão; o outro, tubos de pressão. No segundo tipo, o moderador de água pesada fica separado do elemento refrigerador, dentro de um grande recipiente provido de tubos. Os tubos de pressão, inseridos nos tubos do recipiente, contém o combustível. E o elemento refrigerador, que pode ser a água comum, água pesada, gás, vapor, entre outros; passa por entre os tubos de pressão.

## **8. A energia nuclear no Brasil**

Em 1968, o governo brasileiro decidiu ingressar no campo da produção da energia nucleoe elétrica, com o objetivo primordial de propiciar ao setor elétrico a oportunidade de conhecer essa moderna tecnologia e adquirir experiência para fazer frente às possíveis necessidades futuras. Como àquela época já estava prevista uma complementação termoelétrica na área do Rio de Janeiro, foi decidido que esse aumento se fizesse mediante a

construção de uma usina nuclear de cerca de 600 MW. Essa incumbência foi, então, confiada pela Eletrobras a Furnas, que realizou uma concorrência internacional, vencida pela empresa americana Westinghouse.

**A energia nuclear é uma tecnologia viável e sustentável no Brasil?**

Sim, por vários aspectos. Primeiro porque a opção nuclear permite a geração confiável de uma energia ambientalmente limpa, que não contribui para o efeito estufa, e não é afetada pelas variações climáticas. Além disso, a energia nuclear faz uso de um combustível de origem nacional, o que permite minimizar vulnerabilidades no abastecimento e na proteção contra a volatilidade dos preços, não estando sujeito a flutuações no mercado internacional. Ocupando uma área pequena, quando comparada com outras formas de geração de energia, as usinas nucleares podem ficar próximas aos grandes centros consumidores, eliminando a necessidade de longas linhas de transmissão.



**Figura 21: Usina Termonuclear Angra dos Reis I**

Angra 1 foi adquirida sob a forma de *turn key*, ou seja, como um pacote fechado que não previa a transferência de tecnologia por parte do fornecedor. No entanto, a experiência acumulada pela Eletronuclear em todos esses anos de operação comercial, com indicadores de eficiência que superam o de muitas usinas similares, permite que a empresa tenha, hoje, a capacidade de realizar um programa contínuo de melhoria tecnológica em Angra 1, incorporando os mais recentes avanços da indústria nuclear.



**Figura 22: Usina Temonuclear Angra dos Reis II**

A usina Nuclear Angra dos Reis 2 foi fruto de um acordo nuclear Brasil-Alemanha. Diferentemente de Angra 1, a construção e a operação de Angra 2 ocorreram com a transferência de tecnologia para o Brasil, o que levou também o país a um desenvolvimento tecnológico próprio, do qual resultou o domínio sobre praticamente todas as etapas de fabricação do combustível nuclear. Desse modo, a Eletronuclear e a indústria nuclear nacional reúnem, hoje, profissionais qualificados e sintonizados com o estado da arte do setor.

### **O que é “ciclo do combustível nuclear”?**

Este nome é dado ao conjunto de fases, de processos industriais que pelas quais passa o urânio, desde a mineração até a geração de energia. As etapas do ciclo são as seguintes:

1. **Mineração e Beneficiamento:** após a descoberta da jazida e feita sua avaliação econômica (prospecção e pesquisa), inicia-se a mineração. Na usina de beneficiamento, o urânio é extraído e concentrado numa torta de cor amarela, chamada yellowcake.
2. **Conversão:** depois de ter sido dissolvido e purificado, o yellowcake é convertido em hexafluoreto de urânio ( $UF_6$ ), um sal que tem como propriedade passar ao estado gasoso a baixas temperaturas (da ordem de  $60^\circ C$ ).
3. **Enriquecimento:** tem por objetivo aumentar a concentração do isótopo 235 do urânio ( $U-235$ ) no  $UF_6$  natural sob forma gasosa, de apenas 0,7%, para valores da ordem de 3% a 5%, necessários ao uso como combustível em reatores nucleares do tipo PWR.
4. **Reconversão e Fabricação das Pastilhas:** O  $UF_6$  enriquecido é transformado em dióxido de urânio ( $UO_2$ ) sob a forma de pó e, em seguida, sinterizado em pequenas pastilhas.
5. **Fabricação do Elemento Combustível:** As pastilhas de urânio são colocadas em tubos de uma liga metálica especial (zircaloy), formando um conjunto de varetas, cuja estrutura é mantida rígida por grades espaçadoras.
6. **Geração de energia:** Os elementos combustíveis são colocados no centro dos reatores das usinas nucleares, onde se inicia o processo de geração de energia nuclear. Esta etapa do ciclo é realizada pela estatal Eletronuclear. Saiba mais em: [www.eletronuclear.gov.br](http://www.eletronuclear.gov.br)

A construção da usina Angra dos Reis 2 foi iniciada em 1976 pela construtora Norberto Odebrecht. A obra sofreu paralisações e entrou em funcionamento somente em 2001. Em 1984, iniciou-se a construção da Usina Nuclear Angra dos Reis 3. A obra, destarte, foi interrompida e, no ano de 2010, após receber o alvará de licença, foi autorizada a concretagem da laje do prédio do reator dessa usina.

#### **Usina Nuclear Angra dos Reis 2**

Angra 2, sozinha, poderia atender ao consumo de duas cidades do porte de Brasília e Belo Horizonte, por aproximadamente 1 ano. Como tem o maior gerador elétrico do Hemisfério Sul, Angra 2 contribui decisivamente com sua energia para que os reservatórios de água que abastecem as hidroelétricas sejam mantidos em níveis que não comprometam o fornecimento de eletricidade da região economicamente mais importante do país, o Sudeste.

Considerando-se o consumo médio do Estado do Rio de Janeiro (2.000 kWh/hab/ano), Angra 2 atendeu cerca de 5,5 milhões de habitantes em 2011 (aproximadamente 23,6% do consumo de eletricidade do Estado do Rio de Janeiro).

Angra 1 e Angra 2 juntas correspondem a geração de energia 40% das necessidades do estado do Rio de Janeiro

## **9. Acidentes nucleares e radioativos**

Os acidentes envolvendo a energia nuclear podem ser agrupados em dois tipos, conforme a natureza do evento:

- **Acidentes nucleares** – quando envolver fatos ocorridos na usina nuclear com o reator, podendo ser causado por diversos fatores, tais como: falhas humanas, fenômenos naturais (terremotos, tsunamis, etc.) e falhas nos equipamentos. Exemplos desse tipo de acidente são o de Chernobyl, URSS, em 1986, e mais recentemente o de Fukushima, no Japão, em 2011.
- **Acidentes com radiação** – quando envolver fatos ocorridos na manipulação de elementos radioativos, que são utilizados em exames e tratamentos médicos, ou empregados na indústria, causando a contaminação dos trabalhadores diretamente e/ou da população onde é usado tal elemento. Exemplo desse tipo de acidente foi o ocorrido com o Césio 137, em Goiânia, Brasil, em 1986.

Apresenta-se, a seguir, uma descrição dos principais acidentes ocorridos envolvendo a energia nuclear e a radiação. Cada acidente teve suas particularidades no que refere à dimensão, vítimas e causas.

A Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA criou uma tabela de níveis de gravidade de acidentes nucleares, tomando como referência casos ocorridos no passado. A tabela classifica a gravidade do acidente de acordo com um grau que varia de sete a zero.

- **Chernobyl, URSS, 1986 (grau sete)**

O acidente nuclear de Chernobyl ocorreu dia 26 de abril de 1986, na Usina Nuclear de Chernobyl, na Ucrânia (então parte da União Soviética). Essa usina era composta por quatro reatores, cada um capaz de produzir um GigaWatt de energia elétrica (3,2 GigaWatts de energia térmica). Em conjunto, os quatro reatores produziam cerca de 10% da energia elétrica utilizada pela Ucrânia à época do acidente.

O acidente aconteceu à noite, entre 25 e 26 de abril de 1986, durante um teste que deveria ser de rotina. A equipe operacional planejou testar se as turbinas poderiam produzir energia suficiente para manter as bombas do líquido de refrigeração funcionando, no caso de uma perda de potência, até que o gerador de emergência, a óleo diesel, fosse ativado. Para prevenir o bom andamento do teste do reator, foram desligados os sistemas de segurança. Para o teste, o reator teve que ter sua capacidade operacional reduzida para 25%. Por razões desconhecidas, os operadores tiraram as barras de controle, o nível de potência de reator caiu para menos de 1% e por isso a potência teve que ser aumentada. Mas, 30 segundos depois do começo do teste, houve um aumento de potência repentina e inesperada. O sistema de segurança do reator, que deveria ter parado a reação de cadeia, falhou. Em frações de segundo, os níveis de potência e temperatura subiram em demasia. O reator ficou descontrolado e houve uma explosão violenta. A cobertura de proteção, de 1000 toneladas, não resistiu. A temperatura de mais de 2.000°C derreteu as hastes de controle. A grafite, que era utilizado como moderador, que cobria o reator pegou fogo. Material radiativo começou a ser lançado na atmosfera, causando a contaminação de uma vasta região geográfica.

É considerado o pior acidente nuclear da história da energia nuclear, pois produziu uma nuvem de radioatividade que atingiu a União Soviética, Europa Oriental, Escandinávia e Reino Unido, com a liberação de 400 vezes mais contaminação que a bomba que foi lançada

sobre Hiroshima.

Um relatório da Organização das Nações Unidas, de 2005, enumerou 56 mortes (até aquela data) de trabalhadores acidentados e nove crianças com câncer da tireóide, além de estimarem que cerca de 4.000 pessoas morra de doenças relacionadas com o acidente.

- **Mile Island, EUA, 1979 (grau cinco)**

Three Mile Island é a localização de uma central nuclear que em 28 de Março de 1979 sofreu uma fusão parcial. A central nuclear fica numa ilha no Rio Susquehanna no condado de Dauphin, Pensilvânia, com uma área de 3,29 km<sup>2</sup>.

O acidente foi provocado pelos problemas mecânico e elétrico que ocasionaram a parada de uma bomba de água que alimentava o gerador de vapor, que acionou certas bombas de emergência que tinham sido deixadas fechadas. O núcleo do reator começou a se aquecer e uma parte derreteu, ficando retida no vaso de contenção. Em seguida, parou e a pressão aumentou. Uma válvula se abriu para reduzir a pressão, que voltou ao normal. Mas a válvula permaneceu aberta, ao contrário do que o indicador do painel de controle assinalava. Então, a pressão continuou a cair e se seguiu uma perda de líquido refrigerante ou água radioativa. Assim, um grande volume de água foi lançado no rio Susquehanna. Gases radioativos escaparam e atingiram a atmosfera. E outros elementos radioativos atravessaram as paredes.

O vazamento radioativo para a atmosfera e a dose recebida pela população não ultrapassaram de forma significativa os níveis da radioatividade ambiental local, assim não houve vítima fatal nesse acidente. Ademais, o governador mandou evacuar a cidade, dando prioridade a mulheres grávidas e crianças. Após 24 horas do acidente, as pessoas retornaram as suas casas.

- **Goiânia, Brasil, 1987 (grau dois)**

O acidente radiológico de Goiânia foi um grave episódio de contaminação por radioatividade ocorrido no Brasil. A contaminação teve início em 13 de setembro de 1987, quando um aparelho utilizado em radioterapias das instalações de um hospital abandonado foi encontrado, na zona central de Goiânia. O instrumento, irresponsavelmente deixado no hospital, foi encontrado por catadores de papel, que entenderam se tratar de sucata. O mesmo foi desmontado e repassado para terceiros, gerando um rastro de contaminação, que afetou

seriamente a saúde de centenas de pessoas.

A contaminação em Goiânia se originou de uma cápsula que continha cloreto de céσιο – um sal obtido do radioisótopo 137 do elemento químico céσιο. A cápsula radioativa era parte de um equipamento radioterapêutico, e, dentro deste, encontrava-se revestida por uma caixa protetora de aço e chumbo.

Foi no ferro-velho do Sr. Devair que a cápsula de céσιο foi aberta para o reaproveitamento do chumbo. O dono do ferro-velho expôs ao ambiente 19,26 g de cloreto de céσιο-137 (CsCl), um sal muito parecido com o sal de cozinha (NaCl), mas que emite um brilho azulado quando está em local desprovido de luz. Ele mostrou a descoberta para a mulher, Maria Gabriela, além de ter distribuído para familiares e amigos.

Após serem expostas à presença do material radioativo, em algumas horas, as pessoas começaram a desenvolver sintomas: náuseas, seguidas de tonturas, com vômitos e diarreias. Alarmados, os familiares dos contaminados foram inicialmente a drogarias procurar auxílio. Outros procuraram postos de saúde e foram encaminhados para hospitais.

Os profissionais de saúde, vendo os sintomas, pensaram que era algum tipo de doença contagiosa desconhecida, medicando os doentes em conformidade com os sintomas descritos. Maria Gabriela, esposa do dono do ferro velho, desconfiou que aquele pó que emitia um brilho azul era o responsável pelos sintomas que ocorriam na sua família. Ela e um empregado do ferro-velho do marido levaram a cápsula de céσιο para a Vigilância Sanitária.

Somente no dia 29 de setembro de 1987, foi dado o alerta de contaminação por material radioativo. Maria Gabriela foi uma das pacientes tratadas no Hospital Marcílio Dias, no Rio de Janeiro. Foi a primeira vítima da contaminação, falecendo no dia 23 de outubro de 1987 de complicações relativas ao contato com céσιο. Outra vítima, considerada o retrato da tragédia, Leide das Neves Ferreira, ingeriu involuntariamente pequenas quantidades de céσιο, depois de brincar com o pó azul. Morreu no dia 23 de outubro de 1987, duas horas depois da tia. Foi enterrada em um caixão blindado, erguido por um guindaste, por causa das altas taxas de radiação.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) mandou examinar toda a população da região. No total, 112.800 pessoas foram expostas aos efeitos do céσιο, muitas com contaminação corporal externa revertida a tempo. Destas, 129 pessoas apresentaram contaminação corporal interna e externa concreta, vindo a desenvolver sintomas e foram apenas medicadas. Porém, 49 foram internadas, sendo que 21 precisaram passar por tratamento intensivo; destas, quatro não resistiram e acabaram morrendo.

Muitas casas foram esvaziadas e limpadores a vácuo foram usados para remover a poeira antes das superfícies serem examinadas para detecção de radioatividade. Para uma melhor identificação, foi usada uma mistura de ácido e tintas azuis. Telhados foram limpos a vácuo, sendo que duas casas tiveram seus telhados removidos. Objetos como brinquedos, fotografias e utensílios domésticos foram considerados materiais de rejeito. O que foi recolhido com a limpeza foi transferido para o Parque Estadual Telma Ortegal. A limpeza produziu 13,4 toneladas de lixo atômico, que necessitou ser acondicionado em 14 contêineres, que foram totalmente lacrados. Dentro deles estão 1.200 caixas e 2.900 tambores, que permanecerão perigosos para o meio ambiente por 180 anos. Os rejeitos foram enterrados em uma vala de quase 30 (trinta) metros de profundidade, revestida de uma parede de aproximadamente um metro de espessura de concreto e chumbo. Sobre a vala foi construída uma montanha.

- **Fukushima, Japão, 2011 (grau quatro)**

A Central Nuclear de Fukushima I está localizada na cidade de Fukushima, Japão, e é uma central nuclear formada por seis reatores de água fervente. Esses reatores de água leve têm uma capacidade combinada de 4,7 GW, fazendo de Fukushima I uma das 25 maiores centrais nucleares do mundo.

Essa usina foi seriamente afetada pelo terremoto e pelo tsunami que atingiu o Japão no dia 11 de março de 2011. Os fenômenos naturais provocaram grande destruição na região nordeste do Japão, ocasionando a destruição de casas, carros e embarcações, além de provocar a morte de mais de 7000 pessoas.

#### USINA NUCLEAR DE FUKUSHIMA

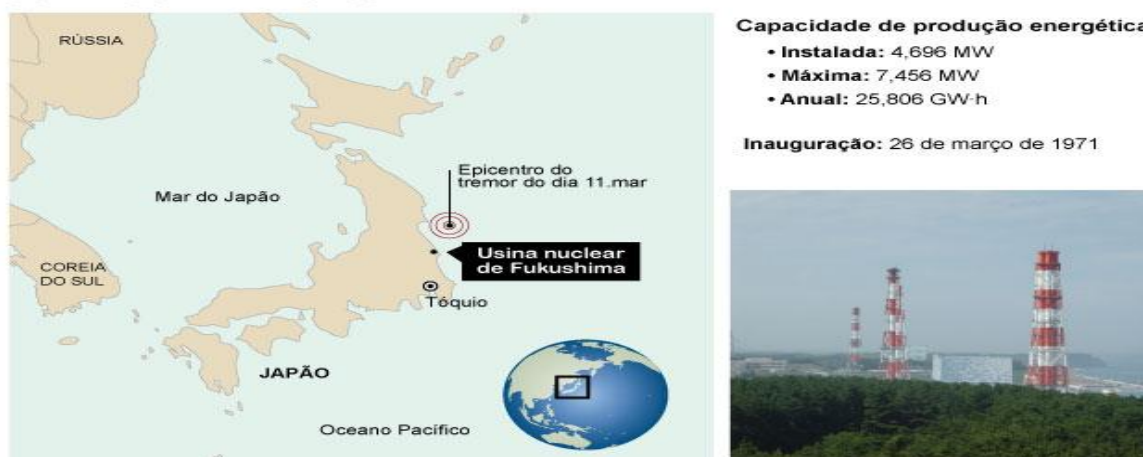


Figura 23: Usina nuclear de Fukushima

A contenção da usina resiste ondas de até 5,70m, sendo que a onda causada pelo tsunami atingiu aproximadamente 15 m de altura. Assim, a água invadiu a usina, afetando o funcionamento das bombas, que fazem a refrigeração do reator, e causaram sérios problemas no sistema de refrigeração de quatro reatores. Isso provocou um aquecimento do sistema, dando origem a explosões nos reatores 1, 2 e 3. Houve um vazamento radioativo que atingiu uma distância de quase 80 km.

## 10. Sugestões de Leituras

### Livros:

OLIVEIRA, Ivan dos S., VIEIRA, Cássio L. (Coord.). **Física hoje, uma aventura pela natureza; dos átomos ao universo**. Rio de Janeiro: Instituto Ciência hoje: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 2007.

GOLDEMBERG, José. **Energia, Meio Ambiente & desenvolvimento**. São Paulo: Edusp, 1998.

GOLDEMBERG, José. **Energia Nuclear: vale a pena?** São Paulo: Scipione, 1997

BAEYER, Hans Christian Von. **A Física e o mundo que nos rodeia**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

HELENA, M. Elisa Marcondes. **A Radioatividade e o lixo nuclear**. São Paulo; Scipione, 1992.

### Sites:

[www.ciencia.org.br](http://www.ciencia.org.br) (Revista Ciência Hoje)

[www.eletronuclear.gov.br](http://www.eletronuclear.gov.br) (Eletrobrás Termonuclear)

[www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br) (Comissão Nacional de Energia Nuclear)

[www.ipen.br](http://www.ipen.br) (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares)

[www.scielo.br/rbef](http://www.scielo.br/rbef) (Revista Brasileira do Ensino de Física)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo geral analisar os livros didáticos de Física selecionados pelo Programa Nacional do Livro didático – PNLD, do ano de 2012, e do Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio – PNLEM, do ano de 2007, na unidade temática “Energia nuclear”. No PNLEM, foram selecionados seis livros de Física, sendo três coleções em volume único e três coleções de livros seriados com três volumes. No PNLD, foram selecionadas dez coleções de Física, sendo todas as coleções com três livros. Ao todo foram analisados 42 livros.

As análises dos livros se concentraram na temática Física Nuclear, sendo essa escolha motivada principalmente pelos questionamentos dos alunos do Ensino Médio acerca da maneira de obtenção da energia elétrica a partir da energia nuclear, pois no estudo de Física, especificamente no 3º ano, o conteúdo programático se inicia pelo estudo da eletricidade e os livros, pelo menos a grande maioria, não mencionam as formas de obtenção de energia.

Na realização da pesquisa, partiu-se da orientação que a legislação e as políticas públicas para a educação recomendam para o Ensino Médio, além de analisar livros, dissertações e artigos que tratam do tema. Assim, observou-se que o novo Ensino Médio tem como uma das suas principais características a oferta ao aluno de uma formação geral baseada em habilidades e competências, encaminhando-o para a vida social, com senso de justiça, solidariedade e ética, além de prepará-lo para prosseguir nos estudos em nível superior e/ou entrar no mercado de trabalho. Para atingir essas metas, o ensino deve oferecer formação ao educando com conhecimentos técnicos científicos e meios de aplicá-los no cotidiano familiar e no ambiente de trabalho.

Assim, analisar se os livros selecionados pelos programas governamentais contemplam esse conteúdo e de que forma o mesmo está desenvolvido foi o foco desta pesquisa, pois no Brasil muito tem se discutido sobre a oferta de energia elétrica em virtude das estimativas apontarem para um crescimento do consumo dessa fonte energética. Paralelamente ao crescimento, observa-se que o investimento público na modernização, na produção e na distribuição da energia elétrica está muito aquém da real necessidade. Portanto, a diversificação da matriz energética, que *a priori* é quase em sua totalidade de origem hidrelétrica, faz-se necessária, pois essa matriz tem sua produção flutuante, dentre outros fatores, dependendo da regularidade das chuvas para manter o nível de água dos rios. Logo, as outras formas de produção (eólica, solar, térmica e nuclear) ganham importância para melhorar a oferta de energia elétrica de que o nosso país necessita para o atendimento da

população em geral.

Ressalta-se que os conhecimentos desenvolvidos pelo homem ao longo do tempo devem ser repassados para as outras gerações de forma que estas possam compreender as aplicações desses conhecimentos nos avanços tecnológicos, que são empregados em produtos e serviços disponíveis à população, assim como identificá-los nos muitos fenômenos da natureza. A temática Energia Nuclear, portanto, não pode ser marginalizada, pois, muito mais do que inúmeras pessoas pensam, tem influência significativa na vida de todos.

Na análise das obras, verificou-se não apenas se o conteúdo da pesquisa estava presente no rol dos conteúdos do livro, mas também a forma de apresentação do tema. Apesar dos livros didáticos passarem por rígidos critérios sobre diversos aspectos – da qualidade do material utilizado na sua confecção até o conteúdo disponível (conceitos, imagens, tabelas, atividades, experiências, etc.) –, é sempre possível aperfeiçoá-los para que favoreçam o domínio de conteúdos específicos e possibilitem o desenvolvimento de competências e habilidades próprias para a etapa de ensino.

A análise dos livros didáticos de Física selecionados pelo PNLEM 2007 e pelo PNL D 2012 considerou quatro frentes de trabalho. Primeiro, a análise geral da composição dos textos; segundo, a análise das propostas de atividades; terceiro, a análise das ilustrações; e quarto, a análise do manual do professor. Esses quatro tópicos de análise possibilitaram a identificação do conteúdo nas obras didáticas e conduziram à percepção de que os livros tratam o assunto de forma diferenciada. Há obras que destinam um capítulo para a temática ora em estudo, sendo esta tratada com certo aprofundamento. Outras trazem somente um pequeno texto em forma de nota e em algumas o conteúdo não foi contemplado.

Oportuno afirmar que um dos pontos positivos dos programas governamentais para o livro didático, tanto o PNLEM quanto o PNL D, é a possibilidade de escolha pelos professores que também foram ouvidos na presente investigação.

Enfatiza-se, ainda, que boa parte dos livros didáticos recomendados pelos dois programas apresenta o conteúdo “Energia Nuclear” e que no lapso temporal de um programa para o outro houve um avanço na apresentação do conteúdo, nas atividades propostas, nas ilustrações e ainda no manual do professor. Destarte, lacunas existem no que diz respeito às informações sobre o desenvolvimento histórico da Energia Nuclear, aplicações, a produção, a biografia dos cientistas e a energia nuclear no Brasil. Muitos livros carecem ainda de atividades diversificadas e contextualizadas, sugestões de filmes, experiências, sites e livros para a complementação da aula. Por isso, como apoio, buscou-se sugerir um material (guia)

que possa ser utilizado pelos docentes nas suas aulas de Física, como complementação aos livros didáticos. A intenção é aprimorar a reflexão sobre essa temática e, por meio de procedimentos de análise, leitura e interpretação de dados, buscar o desenvolvimento e a ampliação dos conhecimentos científicos, que além de refletirem a história, a ideologia e as transformações de dada sociedade, são convertidos em conhecimentos escolares que podem ser encontrados nos materiais didáticos.

Acredita-se na relevância deste estudo, cujo sentido se completará a partir das vivências acerca do guia sugerido e do aprofundamento que cada docente pode fazer em seu cotidiano. O trabalho de temáticas que se relacionam direta ou indiretamente com a vida de todos deve sempre ser revisto, buscando melhorias nos materiais e atividades existentes, oportunizando novas experiências e aproximando a comunidade escolar do contexto de produção de conhecimento.

Espera-se que o aluno, através do adequado processo de ensino-aprendizagem, valorize os conteúdos estudados e amplie seus saberes.

## REFERÊNCIAS

ABICALIL, C. A. **PNE: limites e desafios; uma avaliação necessária**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2007.

AGUIAR, Márcia Angela da S. **Avaliação do Plano Nacional de Educação 2001 – 2009: questões para reflexão**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v31n112/04.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2010.

ALVETTI, Marco Antônio Simas. Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a **Revista Ciência Hoje**. Dissertação de Mestrado. UFSC. 1999.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Site**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 20 de jul. de 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR. Revista Brasil Nuclear. **Angra 3 sai na frente**. Rio de Janeiro, ano 13, n. 31, ed. jul de 2007.

BENEVIDES, Vagno Maia. **A visita técnica em usinas hidrelétricas como espaço alternativo para o ensino de física**. 2009. 241f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei n. 10.172, de 9/1/2001**. Estabelece o Plano Nacional de Educação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRASIL. **Lei n. 9.394, de 20/12/1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **O plano de desenvolvimento da educação: razões, princípios e programas**. Brasília, DF: MEC, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Programa Nacional de Fortalecimento dos Conselhos Escolares. NAVARRO, I. P. **Conselhos escolares: democratização da escola e construção da cidadania**, 2004.

BRASIL. **Usinas nucleares**. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/Perguntasfrequentes/Brevehist%C3%B3ricodageira%C3%A7%C3%A3onuclearnoBrasil.aspx>>. Acesso em: 27 de dez. de 2012.

CANATO JUNIOR, Osvaldo. **Texto e Contexto para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na Escola Média**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR . Disponível em:  
<<http://www.cnem.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

CAPES. **Portal da CAPES**. Disponível em:  
<<http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/Pesquisa.do?autor=aline+picoli+sonza&tipoPesqAutor=T&assunto=&tipoPesqAssunto=T&ies=&tipoPesqIes=T&nivel=&anoBase=>>>. Acesso em: 29 de dez. de 2012.

CARDOSO, Eliezer de Moura. **Apostila Educativa: Aplicações da Energia Nuclear**. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Disponível em: <<http://www.cnem.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2012.

CIEGLINSKI, Amanda. **Para especialistas, atual Plano Nacional de Educação “fracassou”**. UOL Educação, 29 mar. 2010. Disponível em:  
<<http://educacao.uol.com.br/ultnot/2010/03/29>>. Acesso em: 13 jun. 2010.

DOCA, Ricardo Helou, GUALTER, José Biscuola, NEWTON, Villas Bôas. **Física**. São Paulo: Saraiva, 2010. v. 1, 2 e 3.

DOMINGUINI, Lucas. **Física Moderna no Ensino Médio: Com a palavra os autores dos livros didáticos do Pnlem**. Revista Brasileira de Ensino de Física. 2012. n. 2, v.34

FRACALANZA, Hilário, MAGID NETO, Jorge (orgs.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006.

GARCIA, Tânia Maria F. Braga. SILVA, Éder Francisco da. **Livro Didático de Física: O ponto de vista de alunos do Ensino Médio**. EDUCERE. PUCPR. 2009.

GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática, 2001.v.único.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física: ensino médio**. São Paulo: Ática, 2010.v.1, 2 e 3.

GONÇALVES FILHO, Aurelio, TOSCANO, Carlos. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2002. v. único.

GONÇALVES FILHO, Aureli,TOSCANO, Carlos. **Física e realidade**. São Paulo: Scipione, 2010. v. 1, 2 e 3.

GOOGLE IMAGENS. **Usina nuclear Angra dos Reis**. Disponível em:  
<[http://www.google.com.br/search?num=10&hl=pt-BR&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1366&bih=664&q=usina+angra+dos+reis+1&oq=usina+angra+dos+reis&gs\\_l=img.1.2.0j0i24l2.34.34.0.4429.1.1.0.0.0.1371.1371.7-1.1.0...0.0...1ac.1.nB1aEpzt7ok](http://www.google.com.br/search?num=10&hl=pt-BR&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1366&bih=664&q=usina+angra+dos+reis+1&oq=usina+angra+dos+reis&gs_l=img.1.2.0j0i24l2.34.34.0.4429.1.1.0.0.0.1371.1371.7-1.1.0...0.0...1ac.1.nB1aEpzt7ok)>. Acesso em: 23 de jan. de 2013.

HOSOUME, Y. *et al.* **A Física na reforma do ensino médio**. In: Resumos do VI EPEF. Florianópolis, 1998.

HOUAISS, Antônio, VILLAR, Mauro. Dicionário Houaiss Eletrônico. Rio de Janeiro:

Objetiva, 2009.

Indústrias Nucleares do Brasil. **Site**. Disponível em: <http://www.inb.gov.br>. Acesso em: 20 de jul. de 2011.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM**. Edital nº 7, de 18 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/enem>>. Acesso em: 30 jun 2011.

KANTOR, Carlos A., PAOLIELLO JR., Lilio A., et. al. **Quanta física**. São Paulo: Editora PD, 2010. v. 1, 2 e 3.

KAWAMURA, M. R. D., SILVA, J. A. **A natureza da luz: uma atividade com textos de divulgação científica em sala de aula**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Santa Catarina 2001. p. 317. 340. v. 18, n.3.

KAZUHITO, Yamamoto, FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Saraiva, 2011. v. 1, 2 e 3.

KAWAMURA, M. R. D., HOSOUME, Y. **A Contribuição da Física para o novo Ensino Médio**. Coleção Explorando o Ensino, v. 7 – Física. p. 9 – 17.

KAWAMURA, M. R. D., HOSOUME, Y. A contribuição da física para um novo ensino médio, **Revista Física na Escola**. São Paulo, 2003. v. 4, n. 2, p. 22-27.

KURAMOTO, R. Y. R., APOLONI, C.R. Uma Breve História da Política Nuclear Brasileira. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 379-392, dez 2002.

LIBÂNIO, José Carlos; OLIVEIRA, João Ferreira de; TOSCHI, Mirsa Seabra. **Educação escolar: políticas, estrutura e organização**. São Paulo: Cortez, 1998.

LIBÂNIO, José Carlos. **Fundamentos teóricos e práticos do trabalho docente**: estudo introdutório sobre pedagogia e didática. 1990. Tese de Doutorado. (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica – PUC. São Paulo.

MARQUES. Alfredo. **Energia Nuclear e adjacências**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2009. p.274.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física**. São Paulo: Scipione, 2000.v.1, 2 e 3.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2010. v. 1, 2 e 3.

MARTINS, Jader Benuzzi. **História da Energia Nuclear**. Comissão Nacional de Energia nuclear. 1984. Disponível em <<http://www.cnen.gov.br>>. Acesso em 20 out. 2012.

NOUAILHETAS, Yannick, ALMEIDA, Carlos Eduardo Bonacossa, PESTANA, Sonia, TAHUATA, Luis. **Apostila Educativa: Radiação Ionizantes e a Vida**. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Disponível em:<<http://www.cnen.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2012.

OYAMA, Thaís. Um inverno nuclear?. Veja, n. 2209, mar. 2011.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira. VIANNA, Deise Miranda. GERBASSI, Reuber Scofano. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n.º. 3, 2007.

OSTERMANN, Fernanda, MOREIRA, Marco A. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa:** Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. In: Investigação no Ensino de Ciências. 2000.

PENTEADO, Paulo Cesar M., TORRES, Carlos Magno A. **Física – ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2005.

PIETROCOLA, Maurício, POGIBIN, Alexander, ANDRADE, Renata de, ROMERO, Talita Raquel. **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. São Paulo: FTD, 2011.v.1, 2 e 3.

REBOUÇAS, Aldo Cunha, et al. **Águas doces no Brasil:** Capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

RODRIGUES, Marcia Helena Freitas. **A Introdução da Física Moderna no Ensino Médio:** uma Proposta Metodológica Baseada no Enfoque CTS Visando a Aprendizagem Significativa. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

SÁ, Marilde Beatriz Zorzi. **O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade nos Textos de Radioatividades e Energia Nuclear nos Livros Didáticos de Química**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação para Ciências e Ensino de Matemática.

SAMPAIO, José Luiz, CALÇADA, Caio Sérgio. **Física**. São Paulo: Atual, 2005. v. único.

SAMPAIO, José Luiz, CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da física**. São Paulo: Atual, 2005.v.1, 2 e 3.

SANT'ANNA, Blaidi, REIS, Hugo Carneiro, MARTINI, Gloria, SPINELLI, Walter. **Conexões com a Física**. São Paulo: Moderna, 2010. v.1, 2 e 3.

SANTOS NETO, Estevam Rouxinol dos. **Física no Brasil para o ensino médio:** uma abordagem para compreensão da Ciência e da atividade científica. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Departamento de Metodologia do Ensino.

SILVA, Claudio Xavier da, BARRETO FILHO, Benigno. **Física aula por aula**. São Paulo: FTD, 2010.v.1, 2 e 3.

SONZA, Aline Picoli. **Uma introdução de Tópicos de Física Moderna no Ensino Médio**. Centro Universitário Franciscano – UNIFRA. Santa Maria – RS, 2007.

SOUZA, Adão José de. **A produção de raios X e a radioproteção contextualizadas por meio do enfoque ciências, tecnologia e sociedade (CTS): um caminho para a inserção de tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) no ensino médio.** São Paulo; SP: [s.n], 2009.

SOUZA, Alcindo Mariano de. **Despertando a Responsabilidade Social no Ensino Médio por Meio de Temáticas Associadas à Física Nuclear.** 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

SOUZA, Alcindo Mariano de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Análise dos livros didáticos de Física quanto a suas abordagens para o conteúdo de Física nuclear.** XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES.

SOUZA, M.A., CRUZ, S.M.S.C.S. **Poluição nuclear: a inserção da educação ambiental no Ensino Médio na perspectiva globalizante via enfoque CTS.** 2005. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: 2005. p. 217.

TERRAZAN, E. A. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, n. 9, v. 3, p. 209 – 214, dez 1992.

TORRES, Carlos Magno, FERRARO, Nicolau Gilberto, SOARES, Paulo Antonio de Toledo. **Física – ciência e tecnologia.** vol. 1, 2 e 3. São Paulo: Moderna, 2010.

UOL. **Site.** Acidente nuclear no Japão é pior na escala desde Chernobyl. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mundo/887878-acidente-nuclear-no-japao-e-pior-na-escala-desde-tchernobil.shtml>>. Acesso em: 20 de nov. de 2012.

UM INVERNO NUCLEAR?. Veja, n. 2209, mar. 2011.  
(UM INVERNO..., 2011).

WIKIPÉDIA. **Acidente radiológico de Goiânia.** Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Acidente\\_radiol%C3%B3gico\\_de\\_Goi%C3%A2nia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Acidente_radiol%C3%B3gico_de_Goi%C3%A2nia)>. Acesso em: 27 de dez. de 2012.

WORDPRESS. **Site.** Disponível em: <<http://energiaeambiente.wordpress.com/2008/02/01/energia-nuclear-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em: 10 de jul. de 2012.

## APÊNDICE

Prezado Professor,

Este questionário faz parte de minha pesquisa de mestrado que investiga a abordagem da Física Nuclear nos Livros Didáticos de Física recomendados pelo Programa Nacional de Livros Didáticos.

As suas respostas são fundamentais para o meu trabalho e serão utilizadas sem identificá-lo. Estou à sua disposição para esclarecimentos adicionais sobre a pesquisa.

Agradeço-lhe pela colaboração,

Anderson Brasil Silva Cavalcante

### Questionário

1) O Programa Nacional do Livro Didático teve duas edições para o ensino médio denominadas como PNLEM 2007 e PNLD 2012. Como tem sido o processo de escolha do livro de Física em sua escola? Quais foram os livros indicados no processo de escolha e quais foram os livros recebidos?

---

---

---

---

---

---

---

---

2) Que mudanças você observou no livro didático de Física com o programa PNLEM 2007? E com o PNLD 2012?

---

---

---

---

---

---

---

---

3) Descreva os aspectos que você **mais** gosta e os aspectos que você **menos** gosta no(s) Livro(s) Didático(s) de Física adotado(s) em sua(s) escola(s).

---

---

---

---

---

---

---

---

4) Em relação ao tema Física Nuclear no Livro Didático adotado em sua escola, quais aspectos você considera **adequados** e **não adequados** na abordagem do(s) Livro(s)?

---

---

---

---

---

---

---

---

5) Como você avalia as sugestões oferecidas pelo Manual do Professor para o desenvolvimento da temática “Energia Nuclear”?

---

---

---

---

---

---

---

---

6) Quais informações complementares sobre a Física Nuclear você gostaria de ter disponível no Livro Didático ou no Manual do Professor.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Caracterização do Professor**

Idade: \_\_\_\_\_ Tempo de experiência docente: \_\_\_\_\_

Formação: \_\_\_\_\_ Instituição em que se formou: \_\_\_\_\_

Carga Horária Semanal: \_\_\_\_\_

Turnos de Trabalho: Manhã ( ) Tarde ( ) Noite ( )

Escolas em que leciona atualmente:

---

---

Complementação de dados: \_\_\_\_\_