

Energia nuclear e radioatividade: Como estes tópicos são abordados pelos professores no ensino médio

Nuclear energy and radioactivity: how these topics are discussed by high school teachers

Marcella Campos de Araújo

Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – PUC Minas
marcellaop@gmail.com

Adriana Gomes Dickman

Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – PUC Minas
adrianadickman@gmail.com

Resumo

Neste trabalho é relatada a investigação de sondagem conduzida durante a elaboração de um material didático, composto por textos e atividades para professores do Ensino Médio, sobre Energia Nuclear e Radioatividade (ENR), baseados na discussão de acidentes nucleares famosos. Foi realizada uma pesquisa junto aos professores de Física, Química e Biologia por meio de um questionário sobre sua prática docente, seu conhecimento sobre energia nuclear e radiação, e as dificuldades que eles encontram quando ensinam tópicos relacionados ao assunto. A maioria deles é formada em Física, e relata um grau de dificuldade mediano no ensino de ENR. Aqueles que se declararam com muita dificuldade reclamam da falta de materiais voltados para o ensino com linguagem acessível, com discussões abrangentes, mas ao mesmo tempo objetivos, atraentes e de fácil compreensão. Os dados coletados orientaram a elaboração do produto, que será apresentado em trabalhos futuros.

Palavras chave: ensino de física, física nuclear e radiação, ensino médio, professores.

Abstract

In this work we report on an investigation carried out during the elaboration of didactic material composed of texts and activities for High School teachers, about nuclear energy and radioactivity. The material is based on the discussion of famous nuclear accidents. Physics, biology and chemistry teachers answered a questionnaire about their teaching practices, including questions about their knowledge of nuclear energy and radiation (NER), and the difficulties they might encounter when teaching topics related to this subject. The data show that the majority have majored in physics, and reports to have moderate degree of difficulty in teaching NER. Teachers who indicated a high degree of difficulty complained about the lack of materials on the subject, written in an accessible language, having broad, easily understood discussions. The data collected guided us during the elaboration of an educational product that will be presented in the future.

Keywords: physics education, nuclear physics and radiation, high school, teachers.

Introdução

A Física Moderna deve ser incluída no currículo do Ensino Médio, em acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) juntamente com as Orientações Complementares (PCN+) (BRASIL, 1999; 2002). Ainda, segundo a LDB, o Ensino Médio tem como uma de suas finalidades proporcionar ao aluno ferramentas para compreender os fundamentos científico-tecnológicos da produção moderna, sendo capaz de relacionar a teoria com a prática, em todas as disciplinas (BRASIL, 1996, Art. 35 e 36).

Em se tratando de Física, percebe-se, ainda, uma grande ênfase aos tópicos de física clássica, em detrimento das grandes contribuições modernas do século XX que resultaram numa maior compreensão dos fenômenos naturais e em tecnologias muito presentes no dia-a-dia. As razões para tal prática são diversas, começando em alegações de falta de tempo, currículo voltado para o vestibular, ou ainda, a presença de uma lacuna na formação dos professores, dentre outras (SANCHES; NEVES, 2010; D'AGOSTIN, 2008).

Com o intuito de entender como a Física Nuclear e Radioatividade é tratada nos livros didáticos e o que poderia ser feito para amenizar possíveis problemas, Valente *et al* (2008) discutem os caminhos da Física Nuclear para a sala de aula, reforçando as propostas de inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino médio e de renovação curricular, e, ao mesmo tempo, apontam algumas dificuldades para tal, como o sentimento de despreparo por parte dos professores e a extensão dos programas escolares.

Este trabalho consiste em investigar como os professores abordam a Física Nuclear no Ensino médio de modo que os resultados sirvam de guia para a elaboração de um material didático, composto por textos e atividades para professores, sobre Energia Nuclear e Radioatividade (ENR), baseados na discussão de acidentes nucleares famosos. Para isso, foi realizada uma pesquisa junto aos professores, por meio de um questionário sobre sua prática docente, seu conhecimento sobre energia nuclear e radiação, e as possíveis dificuldades que eles sentem quando ensinam tópicos relacionados ao assunto.

Metodologia

É comum que o tema energia nuclear ainda provoque receios e se torne alvo de considerações fantasiosas, devido ao número excessivo de notícias, nem sempre baseadas em conhecimento científico, publicadas pela mídia nos diversos meios de comunicação. É primordial que os principais agentes do processo educacional, detentores do saber e formadores de opinião – os professores – sejam capacitados e estejam aptos a debater esse ponto em sala de aula, discutindo os riscos e benefícios da utilização da energia atômica.

Assim, para investigar a situação dos professores ao abordar este assunto foi realizado um levantamento preliminar para fins de identificação do público-alvo e suas principais necessidades. Para tal foi elaborado um questionário de sondagem visando obter o maior número de informações possíveis sobre a formação dos professores, sua prática docente e conhecimentos relacionados ao tema “Energia Nuclear e Radioatividade”.

Elaboração do Questionário

As perguntas que compõem o questionário, mostrado na tabela 1, aplicado a professores do Ensino Médio antes da elaboração do material didático, foram pensadas de maneira que fosse possível extrair o máximo de informações relevantes ao desenvolvimento do material.

1 – Sobre a sua formação acadêmica:

1.1) Titulação:

- Pós-Doutorado Doutorado Mestrado
 Especialização *Lato-Sensu* Graduação Outro. Qual? _____.

1.2) Qual o tipo de graduação que você cursou?

- Bacharelado Licenciatura Tecnólogo

1.3) Qual curso você fez?

- Biologia Física Química Outro. Qual? _____.

1.4) Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina relacionada à Física Moderna? ()
Sim. Qual? _____. () Não

1.5) Se sim, relacione os conteúdos discutidos?

1.6) Qual livro foi utilizado?

2 – Sobre a sua atuação profissional:

2.1) Qual disciplina você leciona no Ensino Médio?

- Biologia Física Química

2.2) Há quanto tempo?

- Entre 0 e 5 anos Entre 5 e 10 anos Mais de 10 anos

2.3) Você já abordou o tema “Energia Nuclear e Radioatividade” em suas aulas? Por quê? Se sim,

especifique o que foi abordado. () Sim () Não

3 – Sobre seus conhecimentos a respeito do tema “Energia Nuclear e Radioatividade”:

3.1) Por qual / quais meio(s) de comunicação você adquiriu seus conhecimentos sobre o tema?

- Curso de graduação Curso de formação continuada
 Livros didáticos do Ensino Médio Livros sobre o assunto
 Televisão Jornais e revistas populares
 Jornais e revistas científicas Internet Outro. Qual? _____

3.2) Avalie os itens desta seção de acordo com a seguinte legenda:

(0) – Não preciso de ajuda.

(1) – Preciso de um pouco de ajuda, indicação de *sites* relacionados e livros.

(2) – Preciso de orientação e até aulas sobre o assunto.

(3) – Tenho dificuldades de ensinar esse assunto e necessito bastante ajuda.

O funcionamento de uma usina nuclear. Os processos radioativos: fissão e fusão nuclear.

As radiações ionizantes alfa, beta e gama: emissão e interações biológicas e ambientais.

Decaimento radioativo. História da Energia Nuclear. Proteção radiológica.

- () Riscos e benefícios da utilização de energia nuclear. () Conceitos básicos sobre radiação.
() Aplicação das radiações.

4 – Outras considerações:

Tendo em mente que vamos elaborar uma cartilha sobre Radiações, escreva aqui alguma outra observação que você julga ser importante.

Tabela 1: Perguntas do questionário preliminar. Fonte: Elaborado pelo autor.

O questionário foi dividido em três seções principais e cada uma delas aborda um aspecto diferente na vida profissional do professor. Na primeira seção pergunta-se a respeito da formação acadêmica do professor, especificamente o grau de instrução, modalidade e tipo do curso frequentado durante a graduação, se houve alguma disciplina relacionada à Física Moderna e, em caso positivo, quais os conteúdos abordados e livros utilizados. A razão para tais perguntas se baseia em relatos de professores encontrados na literatura (por exemplo, COSTA *et al*, 2011; D’AGOSTIN, 2008), nos quais estes alegam que uma das razões para não se ensinar FMC no Ensino Médio é o despreparo advindo de sua formação inicial. Já na segunda seção, procurou-se identificar quais as disciplinas lecionadas por esses professores, seu tempo de serviço no magistério e se o tema “Energia Nuclear e Radioatividade” já foi lecionado por eles em suas aulas. Na terceira seção buscou-se saber como os professores pesquisados tiveram acesso a informações e qual o seu domínio sobre vários itens relacionados ao tema. Uma última seção foi aberta para que os professores pudessem expressar opiniões ou observações que julgassem pertinentes e necessárias para a elaboração de um bom material que se adequasse à sua realidade.

Aplicação do Questionário

Compõem a amostra de investigação professores de Física, Química e Biologia do Ensino Médio das redes pública e privada. Para que a pesquisa fosse divulgada, inicialmente o questionário preliminar foi enviado, por correio eletrônico no fim de agosto de 2012, aos alunos egressos e matriculados no Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da PUC Minas, aos professores que frequentam o Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes – Licenciatura Plena da Fundação de Educação para o trabalho de Minas Gerais (UTRAMIG) e ao Grupo On-Line de Professores de Física de Minas Gerais (fisica-mg@grupos.com.br).

Análise dos Resultados

Após os 20 dias de prazo, foram recebidos eletronicamente um total de 27 questionários, dos quais dois foram descartados por não atenderem aos requisitos iniciais – professor ativo de Física, Química ou Biologia do Ensino Médio. Sendo assim, restaram 25 questionários para análise.

Sobre a abrangência da amostra, foi possível perceber através dos dados de identificação do professor, que 60% deles trabalham em escolas públicas e os outros 40%, em escolas privadas, sendo distribuídas, preferencialmente, pelo estado de Minas Gerais, e, também, na cidade de Vitória – Espírito Santo.

Sobre a formação acadêmica

Em relação à formação acadêmica dos professores, a maioria possui pós-graduação *Lato Sensu*, seguido por professores somente graduados, e, depois, por mestres e um doutor. Do

total de professores, 80% buscaram um curso de formação continuada para se aperfeiçoar em sua área de atuação, mas não há detalhes se esses cursos foram feitos em Educação ou Ensino ou em algum tema específico.

Grande parte dos professores possui Licenciatura em apenas uma área do conhecimento, mas há um caso de professor com mais de um curso de licenciatura (Biologia e Física – este também cursou Engenharia) ou licenciados que também são bacharéis na mesma área de conhecimento (três em Biologia). Dos quatro que não são Licenciados, tem-se um Engenheiro Civil, uma Farmacêutica, uma Bióloga e um Físico.

A amostra é composta por catorze professores graduados em Física, nove em Biologia, um em Química, dois em Engenharia e um em Farmácia, sendo que uma pessoa pode possuir mais de um curso ou mais de uma modalidade.

Em seguida, os participantes foram perguntados a respeito da inclusão de FMC durante sua graduação. A resposta foi afirmativa para 68% dos casos, sendo a FMC incluída em disciplinas como Cosmologia, Elementos de Física Nuclear, Estrutura da Matéria, Física IV, Física Moderna I e II, Física Quântica e Teoria da Relatividade. O livro mais utilizado foi Fundamentos de Física, volume 4 (HALLIDAY; RESNICK, 2010) para aqueles que fizeram Física. Para os que cursaram Biologia e tiveram FMC, esta foi vista em Física ou Biofísica, e o livro mais popular é Física para Ciências Biológicas e Biomédicas (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). O professor que cursou Licenciatura em Química afirma ter estudado somente o tópico de Modelos Atômicos na disciplina de Química Inorgânica, e o livro-texto foi Química Inorgânica: uma introdução (BARROS, 1992).

Dentre os que responderam que não tiveram FMC em seu currículo de graduação, cinco fizeram Licenciatura em Biologia, um fez Licenciatura em Física, um fez Farmácia e um fez Engenharia, contabilizando oito professores (ou 32%).

Sobre a atuação profissional

Buscou-se inicialmente compreender qual a área de atuação de cada professor. A maioria dos professores ministra aulas de Física, e uma razão para tal advém do fato deste questionário ter sido enviado para um Grupo On-Line de Professores de Física. Ainda assim, o número de professores de Biologia também é significativo, seguido, por fim, dos professores de Química em menor número. Alguns professores também lecionam mais de uma disciplina.

Ao cruzar essas informações com a formação acadêmica dos professores, percebe-se que todos aqueles que dão aulas de Biologia são formados em Biologia, o que não ocorre com a Física, em que há engenheiros lecionando a disciplina, nem com a Química, em que se encontram engenheiros, biólogos e farmacêuticos.

Com relação ao tempo de serviço como professor do Ensino médio, tem-se uma distribuição bastante homogênea, com aproximadamente a mesma quantidade de professores em cada faixa de tempo. Nove professores têm mais de dez anos de docência, nove professores lecionam entre cinco a dez anos, e sete professores têm menos de cinco anos de magistério. Sendo assim, a amostra não é viciada em professores novatos ou muito experientes.

Ao serem questionados se já abordaram o tópico ENR durante suas aulas no Ensino médio, 24% dos professores deram resposta negativa, tendo sua única justificativa apresentada no questionário número 17: *“Eu não domino bem o conteúdo e tenho dificuldades de abordá-lo.”* (Q17 – Farmácia).

Dentre os que afirmaram já ter trabalhado ENR com seus alunos, é clara a diferença entre o enfoque dado pela Química e Física – aspectos como conceito e tipos de radiação, meia-vida

atômica, fissão e fusão nuclear, conservação de energia, a relação massa-energia, decaimento radioativo, acidentes nucleares, aplicações na Medicina, na Engenharia e na agricultura – e pela Biologia – vantagens e desvantagens do uso da Energia nuclear, impactos biológicos e ambientais.

Os conhecimentos a respeito do tema “Energia Nuclear e Radioatividade”

Uma vez que a elaboração da cartilha de apoio terá como ponto de partida notícias e dados publicados em diversas fontes de informação, é necessário saber quais meios de comunicação são mais utilizados pelos professores para elaboração de suas aulas e ampliação de seu conhecimento sobre o tema proposto.

A *Internet* é a maior difusora de informações, talvez por ser possível encontrar na rede materiais impressos que foram digitalizados, ou reportagens de jornais e revistas *online*, vídeos de noticiários, documentários, etc.; seguida pelos livros didáticos e livros específicos sobre o assunto – empatados em segundo lugar; por jornais e revistas científicas e o curso de graduação. É interessante notar que nem todos que afirmaram que cursaram disciplinas de Física Moderna e Contemporânea durante o curso de graduação o citam como fonte de conhecimento a respeito do tema Energia Nuclear e Radioatividade. A televisão, os cursos de formação continuada, jornais e revistas populares e outras fontes, como palestras e documentários não foram tão citados se comparados aos primeiros.

Sobre o nível de dificuldade ao ensinar diversos tópicos que compõem o tema Física Nuclear e Radiação, dos vinte e cinco professores, dois afirmam não precisar de ajuda em nada (Q16 e Q24). Esses são profissionais com mais de dez anos de experiência, pós-graduados, e afirmam não ter dificuldade em “passar” esse conteúdo para os alunos. Ainda assim, o professor que respondeu ao questionário Q24 demonstrou interesse no material ao dar sugestões para elaboração do mesmo. Todos os outros vinte e três professores, que admitiram ter dificuldade em algum assunto, mostraram-se empolgados e receptivos com a “ajuda”, principalmente aqueles não formados em Física: *“Por mais absurdo que pareça, na minha graduação não tivemos uma disciplina ou uma discussão mais aprofundada sobre o tema.”* (Q14 – Química); *“Seria interessante se a cartilha pudesse dar uma orientação mais elementar para professores de biologia, já que quando abordado na graduação é visto de forma descontextualizada da física, deixando alguns conceitos básicos sem aprofundamento. A falta desse conhecimento básico dificulta a compreensão da leitura dos livros de física, impedindo uma discussão mais aprofundada nas aulas de ecologia.”* (Q22 – Biologia); *“Sinto falta de fundamentação teórica não só sobre esse tema, mas nos assuntos abordados em química e física. Sinto que muitos alunos apresentam curiosidade em relação a vários temas dessas disciplinas, mas acredito que há poucas informações nos livros didáticos e até mesmo em sites sempre encontramos as mesmas histórias, as mesmas explicações.”* (Q25 – Biologia)

Através dessa divergência de opiniões, nota-se que o grupo é heterogêneo, composto tanto por professores que afirmam não, ou quase não, precisar de ajuda, quanto por professores medianos, e aqueles que precisam de bastante ajuda.

Os itens de Física Nuclear e Radiação que obtiveram menos solicitações de “ajuda” são aqueles que mais aparecem nos meios de comunicação supracitados, sendo eles: conceitos básicos sobre radiação, riscos e benefícios da utilização de energia nuclear, o funcionamento de uma usina nuclear, os processos radioativos de fissão e fusão, bem como aplicações das radiações.

Outras observações

Na quarta seção do questionário, foi dado espaço aos professores para que expressassem sua

opinião a respeito ou fizessem alguma observação que julgassem pertinente, lembrando que o objetivo era colher dados para a elaboração de uma cartilha sobre ENR destinada a professores do Ensino Médio. Vinte e três professores responderam a esta pergunta.

Foram recebidas desde impressões quando o tema é lecionado em sala de aula, a sugestões do que deve ser destacado ou suprimido e expectativas em relação ao material, que, por essa diversidade, foram classificados em categorias. As categorias foram definidas de acordo com Bardin (2011):

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 2011, p. 33)

As respostas nas quais os professores afirmaram que o conteúdo escolhido é suficiente ou que não sugeriram nenhum outro tópico foram classificadas na categoria C1: Nada a acrescentar; a resposta do professor Q5 exemplifica esta categoria "*Acredito que todos os itens citados são importantes e suficientes para um bom trabalho com uma turma de ensino médio.*" Três respostas se enquadram em C1.

Na categoria C2: Sugestão de tópicos foram enquadradas sete respostas que apenas citam tópicos que podem ser incluídos na cartilha; como por exemplo "*Desmistificar a produção de energia pela nuclear, identificar que muitos dos alimentos que são consumidos são irradiados e falar, principalmente pela radioproteção.*" (Q1)

Na categoria C3: Importância do tema no mundo atual, foram classificadas cinco respostas que acreditam que a difusão desses conhecimentos seja fundamental para a formação de um cidadão consciente das vantagens e desvantagens do uso desse tipo de energia, por exemplo "*Tendo em vista a situação energética mundial mostrar a importância, benefícios e malefícios das usinas nucleares.*" (Q11)

As respostas dos seis professores que se entusiasmaram com a proposta foram classificadas na categoria C4: Entusiasmo com a divulgação do material; como na resposta de Q10: "*Acho muito interessante confrontar o material que produzo e as aulas que preparo com o material e as orientações de estudo que outros professores utilizam, para aperfeiçoar o processo.*"

Na categoria C5: Adequação do conteúdo estão as respostas de dois professores que mostraram preocupação com o nível dos tópicos abordados na cartilha. "*Importante ressaltar que os conhecimentos avaliados para o item anterior 3.2 estão sob o âmbito do Ensino Médio.*" (Q8)

Considerações finais

Neste trabalho foi realizado um levantamento preliminar com educadores a fim de identificar suas reais expectativas e necessidades em relação ao ensino de física nuclear no Ensino médio. Os resultados sugerem que os professores - nessa amostra, de maioria formada em Física e com especialização *Lato Sensu* e concentrada no estado de Minas Gerais - possuem um grau de dificuldade mediano para o ensino de Física Nuclear e Radioatividade, em acordo com uma formação inicial contemplando alguns tópicos dessa subárea da Física de forma superficial ou pelo acesso a muitas informações na mídia em geral. Daqueles que se declararam com muita dificuldade, muitos não são formados na área em que atuam e reclamam da falta de materiais didáticos com linguagem acessível, com discussões abrangentes, objetivas, atraentes e de fácil compreensão, ao contrário dos materiais

incompletos e cheios de exercícios numéricos aos quais eles têm acesso em suas escolas; conclusões, estas, que já haviam sido expostas por Valente *et al* (2008).

Com o objetivo de amenizar algumas dessas dificuldades é proposta a construção de um material de apoio ao professor, interdisciplinar, significativo e contextualizado. As sugestões dos professores foram muito válidas sob diversos aspectos: podem-se perceber as diferentes visões que eles possuem a respeito da necessidade (ou não) desse tipo de material, assim como entender algumas de suas inquietações, como, por exemplo, se o material será adequado ao público-alvo e um sentimento de incompletude em sua formação acadêmica. Como trabalho futuro, será apresentado o material elaborado a partir desse levantamento.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70 Ltda / Almedina Brasil, 2011. 280p.
- BARROS, H. L. C. **Química Inorgânica: uma introdução**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1992.
- BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em 14/05/2012.
- _____. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. In: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- COSTA, B.C.; MELLO, D.F.; PRADO, G.F.; VENEGAS, P. Física Moderna no Ensino Médio: as principais dificuldades segundo alunos e professores. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 13, 2011, Foz do Iguaçu, Paraná. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2011.
- D'AGOSTIN, A. **Física moderna e contemporânea: com a palavra os professores do ensino médio**. Curitiba: UFPR, 2008. 112 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- HALLIDAY D., RESNICK. R.. **Fundamentos de Física**. vol. 4. 8 ed. São Paulo: LTC, 2010.
- OKUNO, E., CALDAS, I. L., CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1982.
- SANCHES, M.B.; NEVES, M.C.D. O que pensam professores e alunos a respeito da inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12. 2010, Águas de Lindóia, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2010.
- VALENTE, L.; BARCELLOS, M.E.; SALEM, S.; KAWAMURA, M.R.D. Física nuclear: caminhos para a sala de aula. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11. 2008, Curitiba, Paraná. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008.