

O Ensino e aprendizagem de radioatividade: análise de artigos em periódicos nacionais e internacionais.

Flávia Cristiane Vieira da Silva¹ (PG) *, Angela Fernandes Campos² (PQ), Maria Angela Vasconcelos de Almeida³(PQ). flavia.cristianevs@gmail.com

^{1,2} Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGEC/UFRPE – Recife – PE.

^{2,3} Departamento de Química – Universidade Federal Rural de Pernambuco – DQ/UFRPE – Recife – PE.

Palavras-Chave: Ensino, Aprendizagem, Radioatividade.

Resumo: Este trabalho apresenta uma análise de artigos referentes ao ensino e aprendizagem de radioatividade. Para seleção e análise dos artigos foi feita uma pesquisa bibliográfica em periódicos nacionais de ensino de Ciências, Química e Física e internacionais de ensino Ciências e Química, entre os anos de 1990 e 2012. No período escolhido para investigação, foram encontrados 16 artigos sobre ensino e aprendizagem de radioatividade, nos periódicos selecionados. Dos trabalhos encontrados, há uma forte tendência em estratégias e propostas de ensino com ênfase na História da radioatividade e suas aplicações, principalmente a energia nuclear, além de propostas de analogias e análise de livros didáticos.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho é parte integrante do projeto de dissertação de mestrado da primeira autora que envolve o uso e avaliação de estratégias inovadoras na abordagem de conceitos de radioatividade, e versa sobre uma pesquisa bibliográfica referente ao ensino e aprendizagem de radioatividade. Essa etapa inicial da pesquisa é relevante, pois, o planejamento de estratégias didáticas demanda do professor um conhecimento aprofundando dos conceitos químicos atrelados a um tema específico. Nesse sentido, é imprescindível investigar o que as pesquisas reportadas na literatura trazem em relação às dificuldades dos alunos, nesse caso, de conceitos relacionados à radioatividade.

Este trabalho analisou artigos referentes ao ensino e aprendizagem de radioatividade direcionando nosso olhar, principalmente, nos estudos que envolvessem as concepções alternativas dos estudantes, em diferentes níveis de ensino, sobre esse tema. Entende-se por concepções alternativas as ideias que os alunos trazem que são discordantes do que é aceito cientificamente (BOO, 1998). O conhecimento dessas ideias pelo professor é fundamental para que ele possa direcionar sua prática docente no sentido de promover uma evolução conceitual nos estudantes.

O tema radioatividade foi escolhido porque faz parte dos currículos do ensino médio e superior de Química, além de ser um tema atual, ainda pouco explorado, sendo recomendado nas orientações curriculares oficiais (BRASIL, 2002; 2006). O estudo da radioatividade envolve a compreensão das transformações nucleares dando origem a fenômenos radioativos, sendo importante que o cidadão comum reconheça sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos o conhecimento da natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares, sendo

possível explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina e avaliação dos efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes (BRASIL, 2002).

Pelo exposto, percebe-se que o estudo da radioatividade envolve questões atuais da sociedade, além de ser fundamental para compreensão da estrutura do átomo, contemplando diversas áreas de ensino, dentre elas o ensino de Ciências com maior ênfase na Física e na Química.

Nakiboglu e Tekin (2006) comentam que a Física e a Química Nuclear podem ser vistas como uma Ciência Nuclear e que os estudos advindos dessa Ciência contribuíram significativamente para o entendimento da natureza da matéria e conseqüentemente trouxe benefícios para medicina, eletrônica, geologia, arqueologia e indústria. Em contraposição a isso, eles inferem que muito pouco da Química nuclear é abordada em sala de aula, em particular, no ensino médio. Algumas razões são apontadas: decisões curriculares, nas quais o assunto é considerado sem importância para os estudantes; os autores de livros didáticos apresentarem o conteúdo de radioatividade nos últimos capítulos do livro de Química e a deficitária formação dos professores sobre esse conteúdo.

Nesse sentido, estratégias didáticas que retratem as dificuldades dos alunos com relação à compreensão de conceitos relacionados a radioatividade e que levem em consideração o desenvolvimento científico, tecnológico e as questões ambientais intrínsecos ao estudo dessa temática são muito bem vindos. Sob essa perspectiva a investigação ora apresentada pode muito contribuir.

METODOLOGIA

Este trabalho possui características de uma pesquisa bibliográfica. Este tipo de pesquisa procura sistematizar e analisar descritiva e qualitativamente o conjunto de produções de uma determinada área, selecionados de acordo com os interesses e objetivos do pesquisador (SIQUEIRA, 2001; TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2006).

Para nosso estudo optamos por trabalhar com um recorte temporal na busca dos artigos nos periódicos nacionais e internacionais de ensino de Ciências, Química e Física, em um período compreendido entre 1990 a 2012, disponíveis nos sites das revistas pesquisadas. Além disso, os artigos selecionados para leitura deveriam estar incluídos em pesquisas que envolvessem o ensino e aprendizagem de radioatividade enfocando estudo de ideias/concepções de alunos/professores, também incluídos artigos que abordassem propostas de ensino/atividades/material didático, ou análise de estratégias de ensino/aprendizagem/livro didático. A seguir apresentaremos como a pesquisa foi realizada e a organização da análise dos artigos encontrados.

a) A Pesquisa

Inicialmente a busca por artigos referentes ao ensino e a aprendizagem de radioatividade envolveu periódicos nacionais específicos para o ensino de Química e de Ciências. Em um primeiro momento, foi realizado um estudo nos sites dos

periódicos: **Ciência & Educação (Qualis¹ A)**, **Experiências em Ensino de Ciências (Qualis B)**, **ENSAIO: Pesquisa em Educação em Ciências (Qualis B)**, **Química Nova na Escola (Qualis B)** e **Química Nova (Qualis B)**, entre os meses de junho a julho de 2011 por meio de palavras-chave. O estudo mostrou uma escassez de trabalhos relacionados à Química Nuclear o que nos fez iniciar uma nova busca nos periódicos nacionais de Física, a saber, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Qualis B)** e **Física na Escola (Qualis B)**, durante o mês de agosto de 2011.

Mais uma vez, poucos estudos foram encontrados, sendo a pesquisa expandida incluindo-se outros periódicos nacionais e internacionais, com periódicos em inglês e espanhol.

Essa nova busca por artigos em revistas nacionais foi feita através da leitura dos títulos e de alguns resumos em todos os números disponíveis no site dos periódicos, além das revistas já pesquisadas, **Ciência & Educação**, **Experiências em Ensino de Ciências**, **ENSAIO: Pesquisa em Educação em Ciências**, **Química Nova na Escola** e **Química Nova**, incluiu-se os periódicos **Investigações em Ensino de Ciências (Qualis A)**; **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Qualis A)** e **Revista Brasileira de Ensino de Física (Qualis B)**.

Dentre os periódicos pesquisados as revistas **Experiências em Ensino de Ciências** (12 números de 2006 a 2011), **Química Nova na Escola** (42 números de 1995 a 2012), **Química Nova** (158 números de 1990 a 2012); **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** (32 números de 2001 a 2011); **Revista Brasileira de Ensino de Física** (42 números de 1990 a 2012), não apresentaram resultados referentes a ensino e aprendizagem de radiatividade.

A pesquisa internacional, que envolveu os periódicos **International Journal of Science Education (Qualis A)**; **Journal of Research in Science Teaching (Qualis A)**, **Enseñanza de Las Ciências (Qualis A)**, **Revista Educación Química (Qualis B)** e **Revista Eletrônica de Enseñanza de Las Ciências (Qualis A)**, foi realizada a partir da consulta ao portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), entre os meses de Fevereiro e Abril de 2012. Essa pesquisa, também foi feita a partir da leitura dos títulos e de alguns resumos dos artigos, que apresentassem palavras-chave referentes à temática, em todos os volumes e números das revistas selecionadas.

Na pesquisa internacional, as revistas **Journal of Research in Science Teaching** (222 números de 1990 a 2012) e **Revista Eletrônica de Enseñanza de Las Ciências** (33 números de 2002 a 2012), não apresentaram resultados referentes a ensino e aprendizagem de radioatividade.

Os periódicos pesquisados que apresentaram resultados, bem como os números analisados e o número de artigos encontrados são apresentados na Tabela 1.

¹Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação, afere a qualidade dos artigos e de outros tipos de produção, a partir da análise da qualidade dos veículos de divulgação, ou seja, periódicos científicos.

Tabela 1: Periódicos nacionais e internacionais com período de pesquisa, números analisados e número de artigos encontrados.

Periódico	Período pesquisado	Números analisados	Número de artigos encontrados
Ciência & Educação	1998-2011 Obs: 1999 não houve publicação	36	2
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1999 – 2011	28	1
Investigações em Ensino de Ciências	1996-2012	51	1
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	1990-2011	69	4
Física na Escola	2000-2011	23	1
International Journal of Science Education	1999-2012	193	3
Revista Enseñanza de Las Ciencias	1998 – 2012	37	2
Revista Educación Química	1990-2012	97	2

b) Organização da análise dos artigos

Para a descrição e análise dos artigos, foram estabelecidas algumas categorias com base nos trabalhos de Costa e Moreira (1996). As categorias foram:

Objetivo/Tema Central:

Nesta categoria procurou-se identificar qual o objetivo principal do artigo, além do tema abordado em relação à radioatividade.

Metodologia/Fatores Investigados:

Esta categoria consistiu na identificação dos métodos, instrumentos, público alvo, além dos fatores investigados pelos autores e que estavam descritos no artigo.

Resultados/Fatores Relevantes/Implicações Educacionais:

Apresenta os principais resultados bem como as implicações educacionais trazidos pelos autores de acordo com o objetivo do artigo analisado.

Conclusões/Considerações/Sugestões:

Pontua aspectos relevantes sobre o ponto de vista dos autores em relação ao objetivo no artigo analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período escolhido para investigação, 1990-2012, foram encontrados 16 artigos sobre ensino e aprendizagem de radioatividade, nos periódicos selecionados.

Dos 16 artigos encontrados 2 são direcionados para o ensino de Química, 5 para o ensino de Ciências e 7 para o ensino de Física, sendo que alguns dos trabalhos se direcionam para mais de uma área, Física e Química (1) além de Física, Química, Biologia e História (1).

Na pesquisa em periódicos nacionais encontramos 3 artigos que investigam a contribuição de estratégias didáticas para aprendizagem de conceitos referentes a radioatividade. Samagaia e Peduzzi (2004) analisam a utilização de um módulo didático utilizando jogo de papéis (RPG) com alunos do ensino fundamental, recorrendo ao contexto histórico do Projeto Manhattan. No artigo de Vasconcelos e Leão (2012) é apresentado os resultados da utilização de uma estratégia didática, envolvendo a incorporação de vídeos no estudo das aplicações da radioatividade.

Medeiros e Lobato (2010) após analisar livros didáticos de Química e Física e as concepções prévias de alunos do ensino médio em relação a contextualização, apresentam o desenvolvimento e a aplicação de um módulo didático contextualizado sobre a temática.

A análise do imaginário dos estudantes de licenciatura em Física sobre a inserção da questão nuclear no ensino médio foi discutido em dois, dos 16 artigos analisados. Sorpreso e Almeida (2008) analisam o imaginário quanto ao trabalho com resolução de problema. Já em Sorpreso e Almeida (2010), o imaginário é analisado do ponto de vista história da ciência.

Dois artigos apresentam proposta de analogia no estudo de conceitos relacionados a radioatividade, um para o decaimento radioativo (KRAPPAS; BORGES, 1998) e outro para o estudo dos fenômenos de fusão e fissão nuclear (SHAPPO, 2010).

Eichler, Junges e Del-Pino (2006) descrevem e propõem uma estratégia didática utilizando o software *Cidade do Átomo* para compreensão de temas relacionados a energia nuclear com alunos do ensino médio. Cordeiro e Peduzzi (2010) discutem as implicações educacionais da utilização didática das conferências Nobel. Além disso, algumas propostas temáticas para abordagem da radioatividade é apresentada por Souza e Dantas (2010).

Na pesquisa internacional, cinco dos seis artigos encontrados apresentam análise de idéias, raciocínio ou concepções de alunos sobre temas relacionados a radioatividade. Yang e Anderson (2003) e Wu e Tsai (2007) analisaram o raciocínio dos alunos quanto a uma suposta construção de usina nuclear, bem como do uso da energia nuclear do ponto de vista ambiental.

Gutierrez et al, (2000), Pliego et al (2003) e Colclough, Lock e Soares (2011), analisaram concepções dos alunos em relação a conceitos de radioatividade. García-Carmona e Criado (2008) mostraram resultados do tratamento da energia nuclear em relação à abordagem CTS em livros didáticos de Física e Química. As tabelas 2 e 3 apresentam o resultado da análise dos artigos em relação as categorias definidas para este estudo.

Tabela 2: Resultado da análise dos artigos referentes a categoria objetivo/tema central e metodologia/fatores investigados.

AUTOR(ES)/ ANO	OBJETIVO / TEMA CENTRAL	METODOLOGIA/ FATORES INVESTIGADOS
1. Samagaia e Peduzzi, 2004	Aplicar um módulo didático, elaborado através da problematização em relação ao aspecto social e desenvolvimento e a utilização das bombas nucleares; fissão nuclear; radiação, reação em cadeia, dentre outros;	Ensino fundamental; Elaboração de um módulo didático; Jogos de papéis (RPG); Decisão quanto a investir ou não em uma verba bastante grande para o desenvolvimento de projeto –construção de super bomba; Entrevistas semi-estruturadas;
2. Sorpreso e Almeida, 2010	Compreender o imaginário de licenciandos em física sobre a questão nuclear, numa abordagem histórica em situações nas quais se procurava pensar o ensino médio; Questão nuclear;	Ensino Superior; Atividades com a temática Questão Nuclear incluindo elementos da história da ciência na disciplina prática de ensino de física e estágio supervisionado; implicações para a formação de professores.
3. Medeiros e Lobato, 2010	Analisar o conteúdo radiação em livros didáticos de química e física; Análise das concepções prévias dos alunos sobre radiação; Desenvolver e aplicar um material didático para suporte ao ensino e aprendizagem de radiação; Análise do conhecimento adquirido pelos estudantes após estudo do conteúdo; Radiação	Ensino Médio; Seleção e análise de 6 livros do PNLDEM e disponíveis para análise; Questionário; Desenvolvimento de material didático para abordar diversos tipos de radiações presentes no cotidiano; Análise do conhecimento adquirido após aplicação do material didático.
4. Vasconcelos e Leão, 2012	Elaborar e investigar uma estratégia didática com incorporação do uso de vídeos e outros recursos audiovisuais em sala de aula; Radioatividade.	Ensino Médio; Construção e aplicação de uma Flexquest com tema radioatividade;
5. Eichler, Junges e Del-Pino, 2006	Descrever o software educativo Cidade do átomo e indicar estratégia didática para sua utilização; Energia Nuclear	Ensino Médio; Descreve o software que aborda dentre outras coisas a utilização da energia nuclear na produção de energia elétrica .
6. Schappo, 2010.	Apresentar uma analogia utilizada para descrever os fenômenos de fissão e fusão nuclear durante uma das aulas de um minicurso intitulado: Energia Nuclear: Solução ou Problema?; Energia Nuclear, Estabilidade Nuclear, Fissão e Fusão.	Ensino Médio; Apresenta a montagem do modelo e a sua relação com o modelo teórico.

<p>7. Krapas e Borges, 1998.</p>	<p>Propor uma analogia para o funcionamento do circuito RC baseado no decaimento de uma amostra radioativa; Decaimento radioativo</p>	<p>Ensino Superior; A similaridade matemática entre os fenômenos do circuito RC e do decaimento radioativo.</p>
<p>8. Sorpreso e Almeida, 2008</p>	<p>Evidenciar aspectos do imaginário de licenciando em Física, relacionados ao trabalho com resolução de problemas e com a inclusão da Física Nuclear no Ensino Médio; Questão Nuclear</p>	<p>Ensino Superior; Acompanhou os alunos na disciplina de Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado.</p>
<p>9. Souza e Dantas, 2010.</p>	<p>Mostrar que alguns temas de Física Nuclear podem ser abordados em nível conceitual no ensino Médio; Radioatividade, Física Nuclear.</p>	<p>Ensino Médio; Apresentam de forma breve alguns conceitos referentes à radioatividade.</p>
<p>10. Cordeiro e Peduzzi, 2010.</p>	<p>Discutir a possibilidade da utilização didática das conferências Nobel em sala de aula; Radioatividade.</p>	<p>Ensino Médio; Apresentam algumas categorias para implicações educacionais ao se utilizar as conferências: motivacional; histórico-epistemológicos e conceitual.</p>
<p>11. Yang e Anderson, 2003</p>	<p>Investigar o raciocínio (social VS científico) dos alunos do ensino secundário em dois momentos: em um questionário e quando se apresenta uma questão ambiental relacionada com a construção de uma usina nuclear em Taiwan; Energia Nuclear</p>	<p>Ensino Médio; Questionário: Construção de usina nuclear; Entrevista semiestruturada (causa de um incidente – poluição da água- seria a usina nuclear); Características dos estudantes.</p>
<p>12. Wu e Tsai, 2007.</p>	<p>Analisar o raciocínio dos alunos sobre o uso da energia nuclear; Energia Nuclear.</p>	<p>Ensino Médio; Questionário: Concordam ou não com a construção de centros nucleares; Análise da capacidade de argumentar; Capacidade de contra-argumentar; Construção de contraprova; Análise de raciocínio informal sobre o uso da energia nuclear.</p>
<p>13. Colclough, Lock e Soares, 2011</p>	<p>Analisar concepções de alunos, de um curso preparatório de professores, sobre as atitudes e os riscos associados com as radiações ionizantes; Radiação ionizante.</p>	<p>Ensino Superior; (Física, Química, Biologia e História). Entrevistas envolvendo cenários com temas: Irradiação de Alimentos; Efeitos da Radiação; Contaminação/Irradiação; Usos da radioatividade.</p>

14. Pliego et al, 2003	Analisar atitudes dos estudantes universitários acerca do fenômeno radioativo, energia nuclear e suas aplicações; Radioatividade.	Especialistas; Ensino Superior; Questionário; Questionário aplicado antes do início de um curso eletivo de radioisótopos. Análise estatística.
15. García-Carmona e Criado, 2008.	Investigar como se trata o tema energia nuclear em relação a abordagem CTS em textos de física e química na educação científica básica obrigatória; Energia nuclear.	Ensino Médio; Que conteúdos CTS relacionados com a energia nuclear, se incluem nos textos analisados.
16. Gutierrez Et al, 2000.	Indagar o que pensam os alunos sobre temas de física moderna, vinculados com a radioatividade, a estrutura atômica e a energia nuclear.	Ensino Médio; Entrevista.

Tabela 3: Resultado da análise dos artigos referentes à categoria resultados/fatores relevantes/implicações educacionais e conclusão/considerações/sugestões.

AUTOR(ES)/ANO	RESULTADOS/FATORES RELEVANTES/IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS	CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES/SUGESTÕES
1.	Bom nível de atenção dos alunos; produção de materiais; alunos apresentaram explicações rudimentares sobre a fissão nuclear.	Atendimento de diversos objetivos do movimento CTS; Descentralização do professor;
2.	Os licenciandos acham relevante abordar a história para o surgimento da física nuclear; abordar o tema apenas pelo contexto devido ao grau de dificuldade do tema.	A formação dos licenciandos deve possibilitar que eles compreendam seu imaginário.
3.	Os livros não contextualizam, apenas relacionam alguns conteúdos com eventos ocorridos; Os autores apresentam concepções de alunos sobre radiação, tais como: "são coisas altamente perigosas, pois podem causar câncer de pele. "Radiação é o desprendimento de partículas de um átomo"; "É a capacidade de um átomo ultrapassar o outro".	A contextualização pode oferecer aos estudantes a possibilidade de identificar o conteúdo a partir de contextos locais; A abordagem permite transformar o ato de ensinar e aprender química em algo mais agradável e com resultados mais expressivos.
4.	Os estudantes desenvolveram habilidade de ilustrar o assunto de forma real e próxima do cotidiano;	A flexquest satisfaz o estudo sobre a radioatividade, no âmbito de suas aplicações.

5.	O assunto é de contínuo interesse dos estudantes; A abordagem livresca, muitas vezes, não parece suficiente para qualificar as opiniões dos estudantes sobre esse debate;	Utilizar a abordagem em um contexto escolar.
6.	Apresenta características do modelo relacionando-as a analogias.	Os modelos possibilitam desenvolver habilidades de visualização e abstração
7.	Assim como se entende o fenômeno da radioatividade como decaimento com o tempo de uma população de núcleo radioativo, no circuito RC em descarga a população de elétrons na placa do capacitor decai com o tempo.	Interesse assegurado para o ensino superior: formação de professores e cursos específicos de física.
8.	Os alunos criticam o ensino de Física considerando-o voltado para o vestibular e/ou baseado na prática exclusiva de exercícios;	Os alunos não associam a resolução de problemas com a física nuclear;
9.	Sugere o trabalho em sala de aula com, por exemplo: Decaimento Alfa e Transmutação Nuclear – Detectores de Incêndio; Decaimento Beta: Promécio e Bombeamento de Sangre; Fissão Nuclear;	Sugere a utilização de recursos didáticos como animações e vídeos que tratem do assunto.
10.	Motivacionais: Obstáculos transpostos pelos cientistas; Histórico-epistemológicos: Visões de Ciência; Conceitual: A natureza das radiações.	O trabalho pretende gerar subsídios relevantes para discussões do professor com seus alunos.
11.	Os alunos cientificamente orientados mudaram opinião após relatório científico; os socialmente orientados de uma forma geral apresentam uma desconfiança com os dados científicos.	Os leigos cientificamente alfabetizados podem tomar decisões sobre questões que transcendem as tradicionais fronteiras disciplinares.
12.	Alunos que se basearam em provas para tomar decisões mudaram sua opinião após ler relatório sobre o assunto; Os alunos não possuem habilidades suficientes para fazer conexões entre o conhecimento aprendido em sala de aula e as questões sociocientíficas.	Sugerem dar espaço para argumentação em sala de aula; Utilização da internet como ferramenta;

13.	Falta de conhecimento de como a radiação interage com a matéria: “A radiação alfa ‘nocauteia’ os elétrons”; “A radiação entra na célula (por isso é bloqueada).” “A radiação gama é mais penetrável devido a ser mais energética”.	Necessidade formativa do professor; Oferta de cursos mais especializados; Utilizar a temática como tema transversal.
14.	Em geral os alunos apresentam uma atitude positiva frente ao fenômeno radioativo; Ambos os grupos são indiferentes quanto a influencia social dos fenômenos radioativos.	Os resultados mostram que existem lacunas em uma suposta alfabetização científica que limita os cidadãos na tomada de decisão frente ao problema da energia nuclear.
15.	Os textos apenas informam a questão da produção da energia elétrica em usinas nucleares; Poucos textos apresentam atividades que proponham um debate sobre as vantagens e desvantagens da produção e uso da energia nuclear.	A energia nuclear não recebe o tratamento e a atenção que merece na educação científica básica.
16.	Os resultados são apresentados em termos de porcentagem destacando-se que 37% dos entrevistados acreditam a propriedade dos materiais radioativos emitirem raios está relacionado com ondas e partículas, 47% pensam que ao emitir raios os elementos permanecem o mesmo, apenas com menor energia;	Os resultados encontrados provavelmente se devem a influência de fatores sociais, meios de comunicação;

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A análise dos artigos nos permite identificar algumas tendências referentes aos estudos envolvendo ensino e aprendizagem de radioatividade. Percebemos que grande parte dos artigos analisados trazem o desenvolvimento e aplicação de estratégias didáticas além de propostas de analogias, bem como análise de livros didáticos. Possivelmente, essa tendência deve-se ao fato das limitações do tema quanto a compreensão do conhecimento químico em nível macroscópico e microscópico, por se tratar de fenômenos que envolvem emissões radioativas. Para minimizar essas limitações, sugere-se o uso de simulações, software, vídeos, dentre outros recursos didáticos, como uma forma de levar os alunos a entrar em contato com esses fenômenos.

Em relação ao principal objetivo deste trabalho, que foi o de identificar as principais dificuldades dos alunos referentes à radioatividade, não foi encontrado

nenhum artigo que trate especificamente sobre concepções alternativas, em alguns estudos pudemos identificar que algumas concepções emergiram nos resultados apresentados pelos autores, dentre elas podemos destacar: os alunos confundem irradiação com contaminação radioativa, objetos irradiados tornam-se fontes de radiação e a radiação causa mutação e é em todos os casos prejudicial ao homem.

Acreditamos que estratégias inovadoras de ensino e aprendizagem possam contribuir na tentativa de minimizar as dificuldades e limitações da radioatividade quando esta está inserida no contexto escolar. As essas estratégias podem ser somados recursos didáticos que, em certa medida, preenchem a lacuna existente na compreensão dos fenômenos radioativos a nível macroscópico.

AGRADECIMENTOS

CAPES; PPGEC/UFRPE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOO, H.K. Students' understandings of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, p. 569-581, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC) Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares Nacionais** – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares a os Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002 Brasília: 2002.

COLCLOUGH, N. D.; LOCK, R.; SOARES, A. Pre-service teachers' subject knowledge of and attitudes about radioactivity and ionising radiation. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 3, pp. 423–446, 2011.

CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. As conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 27, n. 3: p. 473-514, dez. 2010.

COSTA, S. S. C. , MOREIRA, M. A. Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, 1996.

EICHLER, M. L.; JUNGES, F; DEL PINO; J. C. Cidade do Átomo: Debate escolar sobre energia nuclear. **Física na Escola**, v. 7, n. 1, 2006.

GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A. M. Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la eso. **Enseñanza de las ciencias**, v. 26, n.1, p. 107–124, 2008.

GUTIÉRREZ, E. E. *et al.* ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? **Enseñanza de las ciencias**, v. 18 n. 2, 247-254, 2000.

KRAPAS, S.; BORGES, A. M. Decaimento radioativo: uma analogia para o circuito RC. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, v. 15, n. 1: p. 47-58, abr. 1998.

MEDEIROS, M. A.; LOBATO, A. C. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de Química. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n.03, p.65-84, set-dez, 2010.

NAKIBOGLU, C.; TEKIN, B. B. **Identifying student's misconceptions about nuclear chemistry**. Journal of chemical education, v. 83, n. 11, 2006.

PLIEGO, O. *et al.* Las actitudes de los estudiantes universitarios hacia el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones. **Educación Química**, v.15, n. 2, 2003.

SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, L.O.Q. Uma experiência com o Projeto Manhattan no Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, p. 259-276, 2004.

SCHAPPO, M. G. Estudando a estabilidade nuclear no Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 11, n. 2, 2010.

SIQUEIRA, A. Práticas Interdisciplinares na Educação Básica: Uma revisão bibliográfica –1970 -2000. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 3, N.1, p. 90-97, 2001.

SORPRESO, T. P.; ALMEIDA, M. J. P. M. Aspectos do imaginário de licenciandos em Física numa situação envolvendo a resolução de problemas e a questão nuclear. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 25, n. 1: p. 77-98, abr. 2008.

SORPRESO, T. P.; ALMEIDA, M. J. P. M. Discursos de licenciandos em física sobre a questão nuclear no ensino médio: foco na abordagem histórica. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 37-60, 2010.

SOUZA, M. A. M; DANTAS, J. D. Fenomenologia nuclear: uma proposta Conceitual para o ensino médio. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 27, n. 1: p. 136-158, abr. 2010.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Investigando a pesquisa educacional: um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 261-282, 2006.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia *flexquest* sobre radioatividade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, pp. 37-58, 2012.

WU, Y.; TSAI, C. High School Students' Informal Reasoning on a Socio-scientific Issue: qualitative and quantitative analyses. **International Journal of Science Education**, v. 29, N. 9, pp. 1163–1187, 2007.

YANG, F.; ANDERSON, O. R. Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. **International Journal of Science Education**, v. 25, NO. 2, p. 221–244, 2003.