

## **ANÁLISE DO TEMA RADIOATIVIDADE NOS LIVROS DIDÁTICOS DO PNLDEM À LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DOS PRESSUPOSTOS C,T&S**

**Fábio Domingui, Glenda Clemes, Olivier Allain**

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina/fabiodomingui@hotmail.com

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina/glendaclemes08@hotmail.com

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina/oliver@ifsc.edu.br

**Resumo:** Este trabalho resulta de um projeto de pesquisa do Instituto Federal de Santa Catarina-Campus Araranguá sobre o uso de videoaulas embasadas na teoria de aprendizagem significativa sobre radioatividade e consiste de uma análise de dez livros do Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLDEM). Os critérios de análise fundamentaram-se, assim, na teoria de David Ausubel, bem como contemplaram questões relativas a um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (C, T&S). Procurou-se observar, desse modo, se os livros estão adaptados a uma aprendizagem significativa e a um olhar sobre ciência e tecnologia mais responsável e crítico. Obteve-se, num crivo organizado em forma de tabela, alguns elementos para uma reflexão por parte de educadores e subsídios para o desenvolvimento de possíveis pesquisas sobre o tema. A análise aponta, por um lado, para a ausência de erros científicos, a organização conceitual e a inserção de temas sociais e ambientais nos livros demonstram preocupação e, às vezes, grande qualidade no tratamento dado ao tema da radioatividade. Por outro lado, nem todos os livros abordam o tema de acordo com uma teoria de aprendizagem como a significativa, dando ênfase ao conhecimento prévio, por meio, por exemplo, de lembretes relativos aos subsunçores necessários à assimilação de novos conceitos e estabelecendo conexões entre os saberes. Alguns livros trazem informações que relacionem a radioatividade a questões sociais e ambientais, outros privilegiam uma abordagem conceitual, porém raros são os que associam o cuidado com a potencialidade de aprendizagem e a sequência conceitual aos fatores sociais e ambientais que marcam fortemente o tema da radioatividade. Estes dados ajudaram os autores a construir um panorama didático para a construção de um vídeo sobre radioatividade, potencial organizador prévio em aulas sobre o tema, relacionado no final do trabalho.

*Palavras-Chave:* Radioatividade, Aprendizagem Significativa e Livro Didático.

### **1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho parte de um projeto de pesquisa do Instituto Federal de Santa Catarina Campus Araranguá sobre o uso de videoaulas embasado na Teoria da Aprendizagem Significativa e cujo tema é a radioatividade. Buscou-se, como subsídio para a construção do material audiovisual, mas também para outras possíveis pesquisas e elaborações sobre o tema, construir uma análise de dez livros do PNLDEM (Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio), tanto de física do terceiro ano quanto de química do segundo ano, conforme se costuma apresentar o tema. Procurou-se observar, desse modo, se os livros estão adaptados a uma aprendizagem significativa e a um olhar sobre ciência e tecnologia mais responsável (em termos sociais e ambientais) e crítico.

Esta análise não consiste em avaliar os livros didáticos como um todo, mas sim em observar de que modo os livros apresentam o tema da radioatividade, quais os pontos considerados pelos autores deste trabalho como importantes que não são tratados e também se os autores dos livros buscam imparcialidade quanto aos benefícios e

malefícios que o uso da radioatividade pode trazer. Inspirou-se, entre outros, dos trabalhos de Márcio Watanabe (2010), que desenvolveu uma hipermídia sobre o tema radioatividade visando uma aprendizagem significativa crítica, a qual apresenta reflexões pertinentes sobre o modo como o tema costuma ser tratado. Também tomou-se como referencial de abordagem do tema na ótica da teoria da aprendizagem significativa o livro de Damasio (2010), *Perdendo o medo da radioatividade*, que estrutura uma divulgação da radioatividade a partir da teoria de Ausubel. Porém, a fim de incorporar à inquietação pedagógica e cognitiva uma visão crítica acerca das dimensões sociais e ambientais do tema, os critérios para a constituição da tabela de análise fundamentaram-se, além da teoria de David Ausubel, em questões advindas das discussões do enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (C, T, S&A), conforme apresentadas por autores como Auler (1998), Bazzo (1998), Auler e Bazzo (2001) e Bazzo et al (2003).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1963) trata da maneira como os saberes são apreendidos por um aluno, de modo que isso seja significativo para ele. Tal aprendizagem se pauta na predisposição do aluno em aprender e, como fator isolado, naquilo que o aprendiz já conhece (Moreira, 2006, p.19). A aprendizagem mecânica é preterida à significativa, embora lhe seja necessária. A aprendizagem se torna significativa quando gera aquisição de significados reais para o sujeito, entendidos como significados psicológicos. Estes surgem no momento em que os o significados potenciais, isto é, lógicos, “do material de aprendizagem converte-se em conteúdo cognitivo diferenciado e idiossincrático por ter sido relacionado, de maneira substantiva e não arbitrária, e interagido com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo”. (MOREIRA, 2006, p. 27)

Os conhecimentos primeiramente são captados pelo sujeito por meio de relações com o que ele vê, o que abre portas para a formação de conceitos que antes não existiam. Segundo Masini e Moreira (2008), de acordo com o crescimento do domínio conceitual do sujeito, também se dá a diferenciação progressiva dos subsunçores. Estes são os conceitos adquiridos anteriormente pelo aluno, ancoradouros para a obtenção dos novos conceitos. Com tal diferenciação enriquece-se sua estrutura cognitiva. Mas...

... de onde vêm os primeiros subsunçores? A resposta é *formação de conceitos*, um processo típico das primeiras conceitualizações, no qual os conceitos são construídos por descobrimento, geração e avaliação de hipóteses [...]. Uma vez construídos os primeiros conceitos subsunçores eles começam a servir de

ancoradouro para novas conceitualizações e o processo da formação de conceitos, progressivamente, passa a ceder lugar a outro que é o da *assimilação de conceitos*. (MASINI; MOREIRA, 2011, p. 22)

Uma aprendizagem significativa, por outro lado, também pode acontecer de maneira equivocada. Um conhecimento já existente para o sujeito pode impedir que ele perceba o assunto que será adquirido como algo novo, chamado por Bachelard de obstáculo epistemológico, embora o erro também faça parte do processo de aprendizagem e é aceita por Bachelard como tal (1991). Se um aluno aprende algo incorretamente, dará um primeiro significado errado e a assimilação ocorrerá da mesma forma, podendo formar uma espécie de "bola de neve". Isto pode acontecer porque este conceito, que por enquanto faz parte de um assunto novo, pode se tornar um subsunçor futuramente. Eis porque a aprendizagem significativa pode ser considerada como uma modificação sucessiva de um mesmo conceito.

Este tipo de aprendizagem proposto por Ausubel não depende apenas de um professor que consiga relacionar os conteúdos em suas aulas com o cotidiano dos discentes, mas parte também, conforme mencionado acima, da vontade do aluno de querer aprender, uma pré-disposição em absorver o novo tema. Na verdade, lembram Masini e Moreira (2008, p. 10), o princípio do conhecimento prévio, do ensino centrado no aluno, do estímulo ao questionamento e ao trabalho em grupo não garantem de forma alguma a ocorrência da aprendizagem significativa, "pois esta é progressiva, com rupturas e continuidades, e depende de o aluno se predispor a ela". Todo material didático torna-se, assim, "parcialmente significativo", já que o significado está antes ou sobretudo nos alunos do que nos livros e vídeos. No entanto, este tipo de material deve buscar possibilitar que conceitos antigos sirvam de âncora, partindo do princípio que os subsunçores já foram apresentados em capítulos anteriores, no caso do livro, ou já mostrados e comentados, no caso de um vídeo.

Ora, uma das formas mais comuns de inserção do público no tema da radioatividade são justamente assuntos social e ambientalmente relevantes, como as usinas nucleares, desastres como Chernobil ou Fukushima, tecnologias como a radioterapia, ou ainda a história do surgimento deste desenvolvimento da ciência, com os feitos de Marie e Pierre Curie, entre outros. Fica mais evidente, então, o vínculo do processo de construção da ciência e da tecnologia com o âmbito social, político, econômico e ambiental (BAZZO, 1998), mas também as tensões ou conflitos entre os discursos peritos e leigos, entre as ações políticas e econômicas e a participação do

público nos processos decisórios acerca de tecnologias e desenvolvimentos científicos (ALLAIN, 2007, 2010). Donde a possibilidade sobremaneira relevante de construção de um material pedagógico que estimule uma aprendizagem científica e leve a uma reflexão social.

### 3 METODOLOGIA

A escolha dos livros para análise foi feita a partir dos livros didáticos de física e química presente no PNLDEM, vigente até 2014. A elaboração dos tópicos a serem observados nos livros, a partir da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e do movimento C, T, S&A, buscou contemplar vários aspectos. No que diz respeito à profundidade e organização do tema radioatividade, observou-se a quantidade, qualidade e sequenciação de conteúdo. Já para os que se referiam à teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel, foram utilizados critérios como: utilização de conceitos possível e previamente aprendidos e exercícios que potencializassem uma aprendizagem significativa. Por fim, o levantamento de debates e questões sociais foram incorporados aos critérios, organizados numa tabela para facilitar a comparação entre os livros. Desse modo, as características analisadas foram: energia e aplicações nucleares, meio ambiente (alerta dos riscos), história da radioatividade, questionamento (se o texto proporciona ou incentiva debate sobre o tema), vantagens, desvantagens e contextualização, adequação presumida (nível de dificuldade dos termos empregados), uso de analogias e exemplos, ilustrações, linguagem (adequação para a idade dos alunos), veracidade, organização prévia e subsunçores levantados/relembrados (átomo, forças, elementos, número atômico, íons), organização de conceitos (conteúdo, ordem, relação) e, por último, os exercícios (se estabeleciam relações ou tendiam à aprendizagem mecânica). Apenas dois dos livros constantes do plano não foram contemplados no projeto por estarem indisponíveis. Os livros analisados são os de Pietrocola et al (2010), Xavier e Filho (2010), Penteado e Torres (2009), Gaspar (2012), Sant'anna et al (2010), Helou et al (2007), Toscano e Filho (2008), Reis (2010), Lisboa (2010), Kazuhito et al (2010) e Kantor et al (2010).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se dizer que a análise proporcionou uma melhor visão da forma como o tema radioatividade é tratado nos livros didáticos direcionados ao ensino médio, tópico da física moderna cada vez mais influente na vida dos alunos.

Vimos que, de modo geral, o tema está presente em todos os livros analisados, mas alguns destes não têm o que consideramos ser uma boa organização, deixando faltar tópicos importantes para a compreensão do tema. Notamos também que alguns autores se preocupam, na hora da explicação de pontos importantes, em destacar, por exemplo, o perigo de manuseio incorreto e da falta de um destino para o lixo nuclear.

O primeiro ponto considerado foi o das aplicações da radioatividade, especialmente as que envolvem energia nuclear, por ser uma fonte tão comentada como alternativa para o futuro. Logo notamos que, se muitos livros tratam de radioatividade, nem todos dizem onde e como pode ser usada, fazendo com que os alunos não consigam relacionar o assunto com seu cotidiano. Desta maneira, perde-se a chance de oferecer um material potencialmente significativo, ainda segundo Ausubel.

As aplicações da radioatividade fazem desta um grande objeto de estudo, pois já sabemos que com ela curamos pessoas graças à radioterapia, podemos datar fósseis, controlar pragas e principalmente que os elementos radioativos possuem uma grande energia armazenada, que é utilizada em Usinas Nucleares. No entanto, seu mau uso pode ser altamente nocivo à saúde humana. Alguns autores dos livros analisados tratam das aplicações em textos complementares ou informativos, com imagens ilustrativas, mas que na maioria das vezes não chegam a evocar formas de uso dessas tecnologias. Livros como o escrito por Martha Reis, *Química: meio ambiente, cidadania e tecnologia*, (2010) apresentam uma visão dos benefícios do uso da energia Nuclear, tomando como foco principal as usinas de Angra dos Reis, as únicas situadas no Brasil com dois reatores em funcionamento e um em implantação. Além de pontos positivos, também há pontos negativos a serem tratados, como o problema do armazenamento do lixo radioativo.

Observou-se uma semelhança entre os livros nessa área de estudos: todos os autores que apresentam alguma utilidade da radioatividade usam a energia nuclear como principal função, devido à forte demanda energética que existe atualmente no mundo. A concentração de energia em uma pequena amostra de material radioativo faz com que seja uma das possíveis alternativas. Alguns acontecimentos ficaram marcados como uma mancha negra na história, muitas pessoas já estudaram ou se lembram de acidentes

marcantes como o de Chernobyl, que, além de tornar uma enorme área inabitável, também matou uma quantidade incalculável de pessoas devido a sua contaminação através do ar. Outro ponto muito lembrado é o acidente ocorrido em Goiânia, cujas vítimas sofrem até hoje com os danos causados pela exposição ao material radioativo.

O segundo fator analisado também é de suma importância, por se tratar do lixo radioativo e os impactos ao meio ambiente causados pela radiação e seus derivados. Nota-se que a maioria dos livros nem chegam a tratar desse assunto, e, quando tratam, acabam se limitando apenas à questão do lixo produzido pelas Usinas Nucleares. Os livros didáticos mostram-se deficientes no tratamento dessas tecnologias. Cada autor trabalha o tema de uma forma diferente, alguns explorando os efeitos na natureza, outros mostrando as implicações no corpo humano, sempre relatando o alto tempo de vida ativa do material radioativo. Alguns autores unem o tema com os acidentes já ocorridos e fazem um paralelo com o que aconteceu nestes locais após o evento. O livro de Xavier e Filho (2010) traz uma interessante abordagem dos impactos da radioatividade no meio ambiente, mostrando pontos positivos, como a não emissão de gás, e pontos negativos, como a poluição dos sólidos e efeitos nocivos à saúde. A criação de textos que assimilam os dois lados pode formar uma opinião própria criada pelos alunos através de um estímulo realizado pelo professor.

O terceiro ponto analisado é a história por trás da descoberta dos elementos radioativos. Notamos que muitos autores debruçam-se longamente sobre a contextualização histórica, enquanto outros se limitam a apenas citar os nomes mais importantes. Este fator pode ser considerado de grande importância para a compreensão por parte do aluno, que, ao acompanhar o desenvolvimento dos estudos, as descobertas realizadas e das tecnologias envolvidas, pode construir um melhor conhecimento, compreendendo o que significa cada termo e como se chegou a ele ao longo do tempo.

Pode se notar unanimidade nos livros sobre o cientista mais importante: Marie Curie sempre é citada, assim como seus principais feitos, inclusive o de ser a primeira mulher a ganhar um prêmio Nobel e ser o primeiro cientista a ganhar este prêmio em duas disciplinas.

O livro do autor Carlos A. Kantor (KANTOR et al, 2010) contém um texto complementar chamado “Ciência e Tecnologia a Serviço da Guerra”, no qual ele conta a história relacionada ao projeto Manhattan, que criou as bombas usadas em Hiroshima e Nagasaki na segunda Guerra Mundial. Este pequeno trecho deixa claro que apesar do

projeto não ser algo “bom”, houve várias descobertas científicas naquela época que só puderam ocorrer por meio deste projeto.

Outro importante aspecto analisado neste trabalho diz respeito à forma como o livro envolve o aluno, se promove questionamentos e procura levar a uma evolução conceitual. Neste ponto procuramos verificar se o livro era só um instrumento de auxílio ao professor ou se também poderia ser um material de pesquisa por parte dos alunos. Criar formas de chamar atenção dos alunos é um desafio grande para o professor, e o livro pode ser peça fundamental na hora da formulação de uma aula diferenciada. A utilização de materiais alternativos, criação de debates, questionamentos que envolvam raciocínio e formas diversas de textos complementares pode aumentar muito o interesse por parte do leitor em relação ao tema.

Um fator positivo encontrado é que as novas versões dos livros trazem questionamentos durante ou logo após cada tópico, o que auxilia o professor na hora da escolha da atividade a ser desenvolvida, fugindo das formas tradicionais, que colocam as questões no final de cada capítulo, muitas vezes já desligadas do assunto.

Alguns autores trazem ainda no começo de seus capítulos perguntas sobre curiosidades que serão respondidas ao longo do mesmo. Esta é uma ferramenta que o professor pode utilizar para chamar a atenção dos alunos para o novo tema, como por exemplo no livro *Física para ensino Médio* (KAZUHITO et al, 2010), que abre questionando se a Física nuclear é boa ou ruim, levando à manifestação dos alunos em relação ao assunto.

Para avaliarmos a adequação presumida da linguagem ao possível leitor, observamos quais os termos, as analogias e exemplos utilizados para o entendimento dos alunos. A possível assimilação dos conceitos por parte dos alunos tem estreita relação com estes aspectos discursivos (VIEIRA, 2006). Um bom exemplo de livro que, presumidamente, apresenta boa adequação é *Física em contextos*, de Maurício Pietrocola (PIETROCOLA et al, 2010), que aborda assuntos do cotidiano para a explicação do tema. Os alunos podem se valer as analogias usadas no livro, como grãos de areia e tijolos em construções, para a compreensão do assunto. Outro ponto que merece destaque neste livro é a organização conceitual, que vai do geral para o particular, desde definições mais amplas até as mais específicas.

No ponto seguinte, analisamos as ilustrações e sua eficácia para um melhor entendimento do assunto. Os livros que trazem processos ilustrados relacionados ao cotidiano, como fissão e fusão por exemplo, podem ser assimilados mais facilmente (um

exemplo típico é o sol) já que não podem ser vistos a olho nu. Os autores do livro *Física e Realidade*, Carlos Toscano e Filho (2008), empregam imagens adicionais, como aparelhos de radioterapia, contador Geiger (aparelho que mede a quantidade de radioatividade no ar) e quarks, além de ilustrações sobre reação em cadeia e partículas alfa e beta. Todas as imagens eram bem apresentadas e continham legendas bem esclarecedoras.

Como observamos livros de física e química dos segundos e terceiros anos do ensino médio, um ponto a ser analisado era a adequação da linguagem empregada nos livros à suposta idade dos alunos em cada série. Se os termos utilizados facilitavam o entendimento de um assunto que é complexo se estudado a fundo. O livro *Compreendendo a Física*, de Alberto Gaspar (2012), não trazia distinção entre conceitos novos e antigos (já vistos em outros capítulos), além de apresentar uma organização complexa por não separar textualmente os tópicos e abordar o assunto com termos novos todos muito próximos uns dos outros.

Em termos de organização conceitual, começamos com o que chamamos de “organização prévia”. Neste tópico analisamos o uso de conceitos prévios necessários à compreensão dos novos, os subsunçores, sobre o tema. Verificamos se foram lembrados ou citados e de que modo se apresentam. Entre estes conceitos, observamos em algumas obras chamadas de capítulos anteriores como uso desta organização, e as definições de átomo, forças, elementos e outros para o aluno assimilar com o entendimento do novo conteúdo. Mas muitos dos livros não se valiam de recursos eficientes de recapitulação ou rememoração conceitual. A respeito da organização dos conceitos do tema radioatividade, consideramos ordem destes conceitos como fundamental para o entendimento científico do assunto, como por exemplo, lembrar a definição de número atômico para explicar os processos de fissão e fusão. A relação entre um tópico e outro como decaimento e isótopos também foi observado. Neste ponto cada autor se destaca de uma maneira específica, como o livro de Toscano e Filho (2008) que contém várias chamadas para capítulos onde o conceito já existente foi explicado. Pietrocola et al retomam cada ponto importante, explicando-o novamente e inserindo-o no novo tema. Vale frisar, contudo, que, como muitos dos livros não traziam todos os conceitos que nós consideramos relevantes, tal organização também não se verificou efetivamente em muitas das obras.

Nos exercícios, buscamos o estabelecimento de relações com os assuntos anteriores apresentados no livro ou se favorecem uma aprendizagem dita mecânica, de

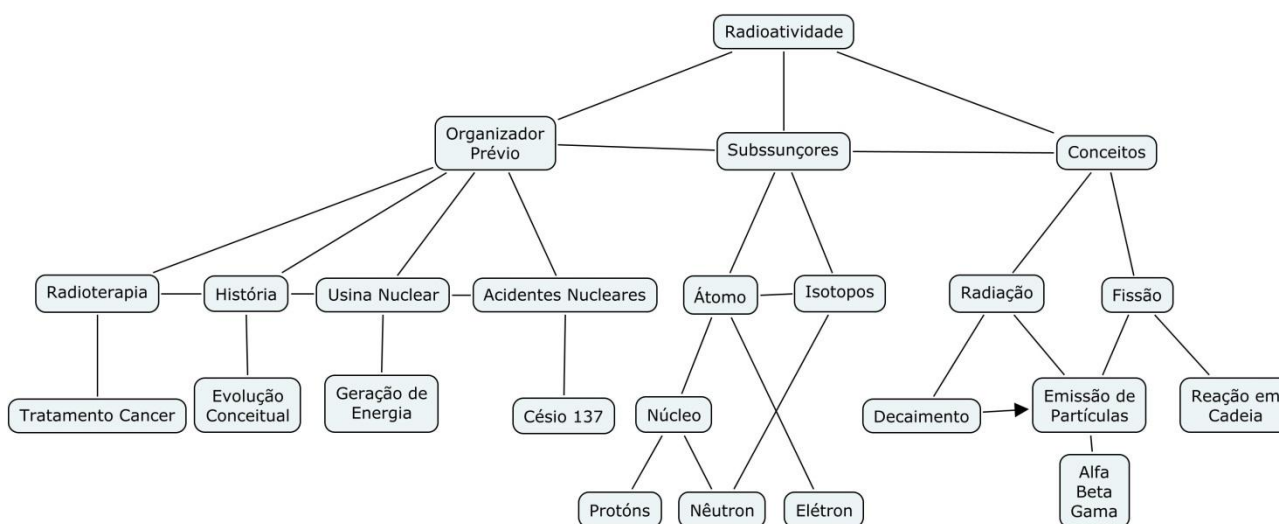


acordo com a qual aprende-se um tópico por vez e os exercícios do respectivo assunto aparecem logo depois e se visa à memorização e repetição da lição. Os livros Física e Realidade e Quanta Física, dos autores Toscano e Filho (2008) e Kantor et al (2010), trazem atividades que tentam contextualizar o tema e abordar subsunçores, além de quadros chamados “Faça Parte”, que são exercícios que trazem assuntos anteriores.

No aspecto que denominamos “informações”, notamos como um ponto extremamente positivo a ausência de erros graves do ponto de vista da convenção científica, mesmo dos que pudessem ter ocorrido na hora da formatação ou impressão. Um único ponto que nos chamou a atenção neste quesito foram as diversas versões retratadas para contar a história da descoberta da radioatividade. Alguns livros deram relevância a autores que muitos outros não tratavam, por exemplo, mas como não se pode ter plena certeza do que realmente aconteceu, isso não foi considerado como um erro.

Uma outra alternativa de para apresentação da ideia vem com a figura 1, que relaciona um mapa conceitual do como seria abordado o tema radioatividade a luz da teoria da aprendizagem significativa, relacionando organizador prévio, subssunçores e conceitos novos.

Figura 1: Mapa conceitual



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho podemos considerar positivamente que vários autores já demonstram o interesse da inserção da radioatividade no ensino médio, apesar

de vários deles não conterem todos os tópicos relevantes para a compreensão do seu funcionamento ou introduzir questões sociais e ambientalmente relevantes, debate ou indagações sobre benefícios e perigos inerentes à radioatividade.

A concordância das informações apresentadas nos livros com a convenção científica mostra que a avaliação dos livros está cada vez mais criteriosa. Alguns autores se mostraram muito interessados pelo tema, explorando-o de várias formas, como pelo contexto histórico, mostrando como a radioatividade vem influenciando nos acontecimentos dos últimos dois séculos. Outros a exploraram de um modo mais voltado à explicação e a aplicações, no intuito de proporcionar aos educandos uma visão mais ampla sobre os usos de uma teoria ainda pouco conhecida ou cheia de concepções e deformações vinculadas pela mídia (WATANABE, 2010).

Percebeu-se que, apesar da radioatividade estar vinculada a um passado de catástrofes e desastres, os autores dos livros didáticos a tratam como algo positivo, alguns deles sem esquecer do passado. A partir destas retomadas, é possível construir debates e relações com a sociedade, os interesses econômicos, a questão energética, bélica, ambiental.

No entanto, frisamos que nasceu das observações a possibilidade de agregar as qualidades didáticas na organização conceitual, na preocupação com a aprendizagem, mais evidentes em algumas obras, às inquietações que tematizavam os temas mencionados logo acima, seja como iniciadoras da unidade do livro, seja como provocação ao leitor. Um trabalho importante, dado a atualidade e relevância de um tópico de física moderna como a radioatividade.

Também salientamos, para concluir, que as observações feitas aqui serviram de base para a constituição de um material audiovisual suscetível de funcionar como organizador prévio para aulas e trabalhos sobre radioatividade e que pode ser visto no link: <http://youtu.be/ZMEMNuTUUa0> .

## REFERÊNCIAS

ALLAIN, J. M. **As representações sociais dos transgênicos na relação entre ciência, tecnologia e sociedade:** suas implicações para a divulgação científica. Florianópolis, SC, 2007. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br>>

ALLAIN, J. M. **Ignorância, indiferença ou resignação frente aos riscos alimentares? A construção da confiança na alimentação no Brasil.** Relatório (Pós-doutorado) -

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010 Disponível em:  
<<http://www.tede.ufsc.br>>

AULER, D. **Movimento Ciência – Tecnologia - Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de física**. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Resumo, n. 6, Florianópolis, 1998.

\_\_\_\_\_; BAZZO, W. A. **Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro**. Revista Ciência e Educação, vol.7, n.1, 2001, p.1-13.

AUSUBEL, D. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

BACHELARD, Gaston. **A filosofia do não. Filosofia do novo espírito científico**. Lisboa: Editorial Presença, 1991.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

\_\_\_\_\_, et al. **Introdução aos estudos CTS**. Cadernos de Ibero-América, ed. OEI, n. 1, 172 p., 2003.

DAMASIO, Felipe. **Perdendo o medo da radioatividade**. Campinas: Autores Associados, 2010.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. Volume 3. São Paulo: Ática, 2012.

HELOU, R. D.; GUALTER, J. B.; NEWTON, V. B. **Tópicos de Física**. Volume 3. 17. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2007.

KANTOR, Carlos; PAOLIELLO JR, Lílio; MENEZES, Luís Carlos de; BONETTI, Marcelo;

CANATO JR, Osvaldo; ALVES, Viviane. **Quanta Física**. Volume 2. São Paulo: PD, 2010.

KAZUHITO, Y.; FUKE, L. F.; CARLOS, T. S. **Física para o Ensino Médio**. Volume 2. São Paulo: Saraiva: 2010.

LISBOA, J. C. F. **Química**. Volume 3. São Paulo: Edições SM, 2010. Coleção ser protagonista.

MASINI, ; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor Editora, 2008.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.

PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A. **Física: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Editora Moderna, 2009.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. **Física em Contextos**. Volume 3 - Eletricidade e Magnetismo Ondas Eletromagnéticas Matéria e Radiação. São Paulo: Editora FTD, 2010.

REIS, M. **Química: Meio Ambiente, Cidadania, Tecnologia**. Volume 3. São Paulo: FTD, 2010. Coleção química, meio ambiente, cidadania, tecnologia.

SANT'ANNA, B.; MARTINI, G.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. **Conexões com a Física**. Volume 3. São Paulo: Ed. Moderna, 2010.

TOSCANO, C.; FILHO, A. G. **Física para o Ensino Médio**. Volume único. 1ª Ed. São Paulo: Scipione, 2008.

VIEIRA, Cássio Leite. **Pequeno Manual de Divulgação Científica: dicas para cientistas e divulgadores da ciência**. 3. ed. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2006.

WATANABE, Márcio. **Desenvolvimento e avaliação de uma hipermídia sobre o tema radioatividade visando à aprendizagem significativa crítica**. Campo Grande, MS, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Dissertação de mestrado, 2010. Disponível em: <[http://www.ppec.dfi.ufms.br/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Marcio\\_Watanabe.pdf](http://www.ppec.dfi.ufms.br/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Marcio_Watanabe.pdf)>

XAVIER, C. S.; FILHO, Benigno Barreto. **Física aula por aula**. Volume. 3. São Paulo: Editora FTD, 2010.