

Divulgação científica na formação docente: uma experiência com o tema radioatividade e energia nuclear

Adriano Antunes Rodrigues* (PG)¹, Felipe Damasio (PQ)², Olivier Allain (PQ)², Helen Clemes Cardoso (IC)²

1 - Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – adriano.rodrigues@ifsc.edu.br

2 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Campus Araranguá

Palavras-Chave: Radioatividade, Divulgação Científica, Aprendizagem Significativa.

RESUMO:

Este trabalho trata da implementação de um projeto de ensino, referenciado na teoria da aprendizagem significativa e no sócio-interacionismo, em uma turma de segundo módulo do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza. Os estudantes participaram de um programa de produção de inserções radiofônicas e construção de um *blog* sobre radioatividade e energia nuclear, conteúdo da unidade curricular Princípios da Ciência II. Os estudantes foram subsidiados com conteúdos de divulgação científica, teorias de aprendizagem e epistemologia e história da ciência, resultado da integração de outras duas unidades curriculares: Português II e Epistemologia e História das Ciências. Como subsídio para as atividades a serem realizadas pelos estudantes, os docentes construíram um *site* com textos, imagens, vídeos e mapas conceituais apresentados em aula como organizadores prévios. O projeto buscou a compreensão dos conteúdos das unidades curriculares envolvidas e da aprendizagem significativa como referencial de ensino passível de aplicação na divulgação científica.

INTRODUÇÃO

A experiência tratada neste trabalho consiste no engajamento de alunos de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza em um programa de divulgação científica (DC) através do rádio (*spots*¹) e da internet (*blog*²). Estes licenciandos participaram ativamente da produção de materiais com conteúdo científico a ser publicado nos meios citados.

Acreditamos que a formação dos futuros professores possa ser favorecida pelo envolvimento no processo de produção do conteúdo destinado à DC (MARQUES 2007), tanto com relação à compreensão dos conceitos científicos divulgados quanto dos caminhos da DC e dos referenciais teóricos de ensino que podem subsidiar a elaboração destes materiais. Além da produção de conteúdo e divulgação científica, o que por si só justificaria nosso esforço, acreditamos que o projeto possa oferecer contribuições para o ensino de ciências, na medida em que apresenta uma alternativa para a superação do método tradicional de ensino, constituindo-se como uma atividade potencialmente motivadora, onde o estudante pode perceber-se como autor em seu processo de aprendizagem.

Trata-se de um projeto desenvolvido em um curso de licenciatura onde, mais do que conhecimentos científicos sobre o tema tratado (radioatividade e energia nuclear), os estudantes podem se apropriar de fundamentos de teorias de aprendizagem aplicáveis à DC e ao ensino de uma forma geral.

¹ *Spot* (lugar em inglês) é uma inserção de curta duração na programação de rádio. Normalmente um diálogo, narração ou locução que pode ter duração de poucos segundos até um ou dois minutos. É comum encontrarmos termos equivalentes como “pílulas” ou “*drops*”, por exemplo.

² Página na Internet com postagens organizadas cronologicamente. Pode ser uma espécie de diário eletrônico, alguns serviços permitem a criação de páginas independentes.

UMA QUESTÃO: MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS

A divulgação científica (DC) é um fator importante a ser considerado quando se fala em ensino de ciências, constituindo-se como importante aliada do ensino formal diante da necessidade de uma formação científica mínima para que os indivíduos possam exercer sua cidadania plenamente (VALERIO e BAZZO 2006). Muitas vezes a compreensão dos conceitos científicos pelo público geral não ultrapassa os limites da divulgação nos meios de comunicação de massa, embora esse tipo de divulgação seja alvo de críticas fervorosas no âmbito acadêmico.

[...] em [...] instrumentos de comunicação social de massa, como é o caso da televisão, o que se tem é uma noção bastante simplificada da prática científica/tecnológica. Na maioria dos casos, os temas em C&T são tratados de maneira bastante descontextualizada e pouco reflexiva, fazendo perdurar a ultrapassada concepção de superestima e otimismo cego na C&T (VALERIO e BAZZO 2006).

A ciência mostrada nos meios de comunicação não especializados (televisão, rádio, revistas, sites, etc.) pode não respeitar os moldes da academia, sendo adaptada aos anseios e veleidades de um público-alvo e normalmente colocada a serviço do consumo. Seria isso um desserviço à educação científica?

Embora não pretendamos responder a esta pergunta, partimos do pressuposto que a divulgação da ciência pode ser uma aliada importante na educação científica, principalmente quando explorada desde sua concepção. Algumas das principais contribuições desta proposta consistem em sua capacidade de:

- i) desenvolver e avaliar um mecanismo de divulgação científica ainda não explorado na região de abrangência do IF-SC,
- ii) consolidar-se como uma metodologia de ensino baseada em referenciais construtivistas na tentativa de superação do modelo tradicional de ensino.

Trata-se de um projeto para o curso de Licenciatura em Ciências (com habilitação em Física) de uma instituição cuja função social, além da formação de professores, inclui a produção de conhecimento científico acerca dos processos de ensino-aprendizagem, métodos e técnicas de ensino.

Desta forma, buscamos possíveis respostas para a indagação que guiou nossa proposta: **A elaboração de conteúdos de divulgação científica pode contribuir na formação dos alunos da licenciatura em ciências?** Ao longo do trabalho, o termo “contribuir” deve aparecer atrelado a aspectos mais definidos desta formação, principalmente com relação ao conhecimento dos conceitos e princípios científicos que se pretende divulgar.

A publicação de material para internet e inserções radiofônicas com conteúdo científico para as emissoras regionais podem ser considerados atividades de extensão cujos impactos na comunidade externa também serão avaliados pelos estudantes em um projeto futuro. A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão é um dos princípios fundamentais da educação desenvolvida na Rede Federal de Educação Científica e Tecnológica, da qual faz parte o IF-SC. Esta rede é resultado do reordenamento das antigas escolas técnicas federais e centros federais de educação profissional e tecnológica, e pretende consolidar uma instituição até então inexistente no Brasil: os institutos federais de educação científica e tecnológica.

O CONTEXTO E OS OBJETIVOS DE ENSINO

O IF-SC *Campus* Araranguá iniciou suas atividades em 2008 e no primeiro semestre de 2009 ingressou a primeira turma do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física. Com uma organização em módulos, o curso tem uma proposta interdisciplinar que, em aspectos práticos, vem se apresentando mais desafiadora a cada semestre. Neste sentido nosso projeto teve o intuito de lançar uma atividade que envolvesse três unidades curriculares do segundo módulo (segundo semestre) deste curso: Princípios da Ciência II (PCI II), Português II (PTG II) e Epistemologia e História das Ciências (EHC), em um projeto comum.

Espera-se que o trabalho **evidencie a importância da divulgação científica na formação do professor, propondo que este, além de utilizá-la criticamente, seja também um divulgador da ciência, subsidiado por referenciais de ensino e por conhecimentos científicos aprendidos significativamente.** Deste modo apontamos para um viés pouco explorado na formação docente, pelo qual os licenciandos possam:

- i) compreender os conceitos científicos que deve permear o material a ser desenvolvido, através da interação entre o grupo (professores e alunos) envolvido no projeto e o meio no qual este está inserido;
- ii) compreender e utilizar a aprendizagem significativa como referencial teórico de ensino-aprendizagem, norteando a transposição dos conteúdos científicos para a compreensão por parte do público geral;
- iii) compreender os caminhos, métodos e particularidades da divulgação científica, principalmente os referentes a comunicação radiofônica.

Buscou-se desta forma a formação de um professor capaz de utilizar pedagógica e criticamente, o conteúdo científico disponibilizado por programas de popularização da ciência, além de ser, ele mesmo, um elaborador de materiais de divulgação científica.

O REFERENCIAL TEÓRICO

Em nossas experiências, como professores, podemos não perceber os indícios de que o sujeito constrói o conhecimento, mas certamente percebemos que aprendemos mais a cada vez que ensinamos, ou seja, que atribuímos novos significados ao conhecimento durante nosso envolvimento na construção de algo externo – elaboração de conteúdos, planejamento, aplicação e avaliação de atividades de ensino.

Reconhecer esta realidade pode ser um primeiro passo para quem busca superar o modelo tradicional de ensino. Todavia é importante não cair em modismos que justifiquem os discursos reacionários, que aparecem mais em matérias de jornais e revistas do que propriamente na pesquisa em educação. Podemos reconhecer o ensino tradicional devidamente aclarado pelo comportamentalismo como um método importante para o tipo de aprendizagem à qual se propõe. Mas embora não descartemos a aprendizagem mecânica como uma etapa possível do caminho, nossos esforços devem ser concentrados na construção de significados, principalmente oriundos da interação sociocultural (MOREIRA 2009).

Nossa proposta buscou apoio em alguns fundamentos do Sócio-interacionismo de Vygotsky e na Aprendizagem Significativa de Ausubel, de forma que o processo de construção do conteúdo de divulgação científica (*Spots* e *Blog*) fosse favorecido pela interação entre o grupo de licenciandos, engajados na construção dos materiais, através de mecanismos que viabilizassem o trabalho colaborativo e as trocas de

significados e experiências entre os estudantes e professores envolvidos (MOREIRA 2009, GASPAR 1993).

A teoria de Ausubel também permeou tanto a dinâmica do processo quanto o material produzido para a divulgação científica, de forma que o licenciando tenha levado em consideração os conceitos de *diferenciação progressiva* e *reconciliação integradora* durante a elaboração das atividades, além de introduzir temas científicos ligando-os a aspectos sociais relevantes, buscando criar uma predisposição para a aprendizagem. Desta maneira pretende-se que os temas científicos estejam dispostos em um material *potencialmente significativo* para o público em geral, considerando também os conhecimentos e noções mais comuns, com os quais as pessoas estejam familiarizadas sobre ciência, como possíveis ancoradouros para os conceitos a serem trabalhados (MOREIRA 2009).

É também na *aprendizagem significativa* que encontramos base para acreditar que a produção de material para divulgação no rádio, dada a visibilidade que o trabalho pode atingir, seja um aspecto motivador para os licenciandos. O fato de o conteúdo científico a ser compreendido já se apresentar como subsídio fundamental para a elaboração dos textos destinados ao público, poderia estimular *predisposição* necessária para que os licenciandos busquem a compreensão da ciência a ser divulgada e do referencial que deve nortear esta divulgação.

Através deste projeto, os alunos do curso de licenciatura aprendem Ciências (aspectos conceituais, históricos e epistemológicos), Ensino de Ciências e Divulgação Científica. Já o professor deve mediar todo este processo levando em consideração os mesmos referenciais teóricos que propõe para o trabalho destes alunos.

METODOLOGIA

O projeto se efetivou com a elaboração e funcionamento de um programa de produção de *spots* (inserções curtas na programação de rádio), produzido por alunos da Licenciatura em Ciências, para divulgação científica nas rádios locais. Estas inserções também foram postadas em um *blog* do programa, também abastecido com conteúdo produzido pelos alunos, que foi publicado como material complementar, possibilitando que os indivíduos interessados possam obter maiores informações sobre os conteúdos científicos abordados no rádio. Além disso, imaginou-se que alguns conteúdos pudessem ser abordados em várias inserções, uma vez que os *spots* têm curta duração (de um a dois minutos), neste caso o *blog* permite que um ouvinte possa resgatar todas as inserções referentes a um tema que tenha lhe interessado e ou que não tenha conseguido acompanhar pelo rádio.

Nestas inserções, foram abordados temas de ciências de uma forma acessível ao público não especializado, envolvendo um processo de produção de roteiros e seleção de temas – o tema escolhido foi radioatividade e energia nuclear – onde as características deste público assumem um papel importante ao lado dos conceitos científicos divulgados e do referencial de ensino considerado na preparação do material.

O trabalho foi aplicado em uma turma de segundo módulo (segundo semestre) de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física. As atividades fizeram parte da integralização do módulo em três unidades curriculares, a saber: Princípios da Ciência II (PCI II), Português II (PTG II) e Epistemologia e História da Ciência (EHC), sendo objeto de avaliação formal nas três unidades.

As atividades do projeto foram realizadas principalmente na unidade curricular Princípios da Ciência II da qual se destinou dezesseis horas/aula presenciais para a realização do mesmo (entre outubro e dezembro de 2011). Esta unidade curricular tem como objetivo abordar, de forma interdisciplinar, temas da Química, Física e Biologia e é ministrada por três professores sendo dois deles licenciados em química e habilitados em física e um em biologia e ciências.

As unidades curriculares Português II e Epistemologia e História das Ciências foram envolvidas mais ativamente no projeto uma vez que os conteúdos abordados nelas são também subsídios para a realização das atividades propostas, de forma que as principais referências e textos trabalhados nestas duas unidades, assim como em PCI II, foram disponibilizados em *site* do projeto (figura 1) que serviu como repositório de conteúdo e pode ser acessado em <<https://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>>.



Figura 1: página inicial do site (materiais de apoio – repositório de conteúdo).

Na unidade curricular PCI II, onde são abordados conteúdos de ciências (Física, Química e Biologia), o projeto teve um caráter integrador, pois os princípios da física térmica e eletromagnetismo, estudados na disciplina, foram essenciais para a compreensão de conceitos e aplicações da radioatividade e energia nuclear. O projeto foi realizado conforme as seis etapas que se seguem:

ETAPA 1 (exposição da proposta e objetivos) – Esta consiste em um esclarecimento feito aos alunos sobre o projeto e as atividades a serem realizadas, assim como seus objetivos e a forma de avaliação. A conscientização dos sujeitos envolvidos é um caráter fundamental da interação, no sentido Vygotskyano (GASPAR, 1993).

Durante uma aula foi feita uma exposição sobre o projeto e apresentação do site como repositório de conteúdo e de orientações para a elaboração dos textos (para os *spots* e *blog*) por parte dos alunos. Abaixo seguem algumas orientações que também estão na página “Passo a passo” no *site* do projeto:

- **Conteúdos de Ciências/Física de fontes confiáveis como livros e artigos:** As fontes devem ser apontadas ou avaliadas pelos docentes envolvidos no projeto, de forma que o aluno não comece a reproduzir qualquer material com tratamento conceitual inadequado.

- **Especificidades da DC e do meio a ser divulgado:** Em nosso caso será a internet (*blog*) e o rádio (*spots*), mas existem várias possibilidades – sites, jornais, vídeos. É preciso estar atento a fatores como linguagem, formato do

material, ilustrações. Usar recursos multimídia, por exemplo, requer conhecimentos que vão além do simples domínio dos aparatos técnicos.

- **Visão de ciência:** Aspectos históricos e filosóficos da ciência devem ser discutidos ao longo do trabalho. É importante que as pessoas possam superar visões ingênuas e distorcidas da ciência ou dos cientistas, que vamos construindo ao longo da vida.

- **Teorias de aprendizagem:** Não é possível falar de ciência sem recorrer a conceitos específicos que muitas vezes são desconhecidos pelas pessoas. Especialistas em DC dão muitas dicas para aproximar a linguagem científica daquela usada pelo público que se quer atingir. No entanto, é nas teorias de aprendizagem e ensino que encontramos subsídios para nossa abordagem nos materiais a serem produzidos. O material de DC é destinado a pessoas que não conhecem os temas abordados e podem aprender muito sobre a ciência a partir deste material, por isso devemos levar em consideração alguns princípios destas teorias. Em nosso caso optamos por tentar aplicar fundamentos da aprendizagem significativa à DC.

Adaptado de <http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>

ETAPA 2 (escolha dos temas) – Em nosso caso, o conteúdo escolhido foi **radioatividade e energia nuclear**. O tema estava constantemente na mídia em decorrência dos acontecimentos no Japão (acidente em Fukushima) e gerava muitas discussões e controvérsias em sala de aula. Além disso, fazia parte dos conteúdos da unidade curricular Princípios da Ciência II, da turma na qual o projeto foi realizado.

Tão logo o tema foi escolhido, foi preparado e aplicado um questionário sobre o mesmo, com cinco questões (quatro abertas) que foi aplicado aos alunos com o objetivo de conhecer o que eles sabiam sobre o tema, de onde obtiveram as informações e quais suas concepções sobre o assunto. Desta forma buscamos, nos conhecimentos preexistentes, uma base para o delineamento da abordagem que se seguiria. Os resultados desta atividade mostram os caminhos para os próximos passos, de forma que pudéssemos organizar as exposições e atividades respeitando o nível de conhecimento destes alunos.

ETAPA 3 (Organizadores prévios) – Nesta etapa foram feitas exposições, com o auxílio de mapas conceituais, simulações computacionais, vídeos e artigos, sobre alguns princípios básicos dos temas:

- **Divulgação científica**
- **Teorias de aprendizagem**
- **Radioatividade e energia nuclear**

Forças e Interações

Dinamicidade do núcleo atômico, decaimentos alfa, beta e gama, transmutação e meia vida.

Fissão e fusão nuclear, processos de geração de energia e impactos ambientais.

Todos os textos, simulações e mapas conceituais utilizados nas exposições descritas nesta etapa podem ser acessados em nosso *site*, inclusive outras referências indicadas para que os alunos fizessem suas pesquisas no momento de elaborar os textos para o rádio e para a Internet.

Como atividade integradora, os alunos elaboraram em grupos um mapa conceitual sobre radioatividade e energia nuclear. Os mapas foram apresentados e discutidos no grande grupo (turma e professor), uma segunda versão dos mapas foi elaborada como tarefa, considerando as discussões com a turma e enviados ao professor.

A exposição sobre radioatividade e energia nuclear desta etapa já estava planejada, mas a proposta da atividade de elaboração de mapas conceituais sobre o tema foi uma necessidade constatada na aplicação do questionário descrito na etapa anterior (5.3), pois a maior parte dos alunos não teve contato com o tema no Ensino Médio. A dinamicidade do núcleo atômico, por exemplo, não era sequer considerada pelos alunos nas conversas iniciais.

Os *mapas conceituais* apresentam-se como boas ferramentas para promover a aprendizagem significativa. Eles foram desenvolvidos por Joseph Novak, na década de 1970, na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. *Grosso modo*, poderíamos chamá-los de diagramas de conceitos que explicitem suas relações e hierarquia (MOREIRA 1992). Com a utilização destes mapas, pode-se representar desde a estrutura hierárquica de uma área do conhecimento como a Física ou a Química, até um segmento de um livro sobre um conteúdo específico, ou mesmo um texto de divulgação científica (DAMASIO et.al., 2011).

Paralelamente a este trabalho desenvolvem-se as unidades Português II, e Epistemologia e História das Ciências. Na primeira ocorre um **aprofundamento sobre DC e produção textual**, e na segunda sobre **aspectos históricos e filosóficos da ciência**, abordados também com vistas à elaboração das atividades que seguem na unidade curricular Princípios da Ciência II, onde, como já descrevemos, a ênfase é o tema **radioatividade e energia nuclear**.

Neste momento é muito importante esclarecer que as exposições realizadas, e relatadas neste segmento, não têm a pretensão de dar conta de um conteúdo tal qual se faz no ensino tradicional, em aulas predominantemente expositivas. Nosso objetivo com as exposições aqui descritas foi fornecer uma ponte entre os conhecimentos dos alunos e os existentes nos materiais dos quais vão dispor como referência para elaborarem seus textos.

ETAPA 4 (produção dos textos) – O formato do *blog* foi definido pelos professores e estudantes, de forma a ser dividido em subtemas. Cada um dos grupos divididos na etapa anterior ficaria encarregado de um subtema, conforme o quadro 1 – tanto para a página do *blog* como para elaboração de um mínimo de quatro *spots* por grupo para o rádio.

Quadro 1 – Divisão de temas e páginas do *blog* por grupo

Tema	Grupo (alunos)	Título da página no <i>blog</i>
Conceitos e princípios básicos	Grupo 1 (5 alunos)	<i>Alguns conceitos</i>
Geração de energia	Grupo 2 (4 alunos)	<i>Geração de Energia</i>
Aplicações na medicina, agricultura, indústria / Armas nucleares	Grupo 3 (4 alunos)	<i>Aplicações</i>
		<i>Uso Bélico</i>
Acidentes nucleares e radiológicos	Grupo 4 (4 alunos)	<i>Acidentes Nucleares</i>

Os estudantes dispuseram de uma semana para a construção da primeira versão dos textos e, durante esta semana, foram destinadas seis aulas das unidades curriculares. Os textos elaborados foram discutidos com os grupos na semana seguinte. Nesta situação foi possível perceber que os alunos já encaravam as inserções radiofônicas como organizadores prévios para o material a ser abordado no *blog*, embora não fosse sugestão de nenhum dos professores.

Os *organizadores prévios* são materiais introdutórios (textos, matérias jornalísticas, vídeos...), do tipo *expositivo* ou *comparativo*, apresentam-se como ferramentas importantes quando o aprendiz não possui os subsunçores (âncoras) para os novos conceitos e informações. Estes são capazes de mobilizar a estrutura cognitiva do indivíduo e prepará-la para interagir com os conceitos a serem aprendidos (MOREIRA 2009).

ETAPA 5 (discutindo e reelaborando o material) – Os professores das três unidades curriculares disponibilizaram tempo para discussões (professor e grupo) a respeito dos textos que estavam sendo produzidos. Os pontos discutidos foram a parte conceitual, a linguagem e a visão de ciência presentes nos textos dos alunos. Uma vez discutido entre grupo e professor o resultado desta interação era uma nova versão para os textos (tanto do *blog*, como dos *spots*). Cada texto teve no mínimo duas versões, mas a maioria teve três versões.

Uma vez produzida a versão final dos textos, foi novamente aplicado o questionário com as mesmas questões daquele aplicado na etapa 2. Uma nova questão foi introduzida buscando a opinião dos alunos envolvidos sobre aspectos como motivação, aprendizagem nas disciplinas envolvidas e possibilidade de utilização de metodologias semelhantes em sua futura atividade como docente.

ETAPA 6 (publicando o material) – Os textos para o *blog* foram organizados pelo professor e dois alunos do curso (em cinco páginas) depois de fechado o semestre e estão disponíveis em <<http://ondasdaciencia.blogspot.com>>. Os *spots* foram gravados em abril de 2012 e os arquivos de áudio também já estão disponíveis no mesmo *blog* (Figura 2). A avaliação do impacto do projeto na comunidade (ouvintes e internautas) será feita no âmbito de um projeto de iniciação científica do Curso de Licenciatura em Física do IF-SC, *Campus Araranguá*, que já foi aprovado e conta atualmente com dois bolsistas (alunos do curso).



Figura 2: página inicial do *Blog* com os textos e spots produzidos pelos alunos.

RESULTADOS: O MATERIAL PRODUZIDO (*BLOG* E *SPOTS*) E PERCEPÇÕES DOS DOCENTES

A partir da análise do material produzido pelos alunos, buscamos corroborar as percepções dos professores das disciplinas envolvidas (PCI II, PTG II e EHC), ou seja, situações ou fragmentos de texto em que tenham confirmado as percepções dos professores de que o trabalho foi positivo em termos de aquisição de conhecimentos. Percebemos o conteúdo produzido pelos alunos como evidência de apropriação de uma linguagem científica, com relação a qual o professor é seu parceiro mais capaz.

As discussões de aspectos conceituais e elementos textuais do material produzido pelos alunos permitiram aos professores perceber como os mesmos estão compreendendo o conteúdo científico e como estão aplicando estratégias da divulgação científica e da aprendizagem significativa em suas tarefas.

Observou-se que os alunos se apropriaram de conhecimentos da divulgação científica tratados nas aulas (principalmente nas aulas de Português II) e no material de apoio (*site* – repositório de conteúdo). O uso de linguagem simples sem distorções dos conceitos, analogias (sem excessos), buscando despertar a curiosidade do leitor com questões e comparações importantes com eventos do cotidiano, são algumas evidências desta apropriação.

As inserções radiofônicas (*spots*) foram idealizadas como organizadores prévios para a abordagem mais ampla no *blog* construído pelos alunos. Estas inserções, além de tentarem mobilizar conhecimentos prévios, usam elementos da divulgação científica como questionamentos, analogias e comparações que foram considerados elementos capazes de motivar *predisposição para aprender*. De acordo com a teoria de Ausubel, a *predisposição para aprender* também é uma condição para que a aprendizagem significativa ocorra (MOREIRA 2009).

Em nenhum momento os professores sugeriram que as inserções radiofônicas deveriam ser elaboradas como organizadores prévios para um possível aprofundamento na Internet. Este entendimento surgiu entre alguns alunos e foi sendo apropriado pela turma de forma que não foi possível identificar sua origem, mas evidenciam a apropriação de fundamentos da aprendizagem significativa.

Da análise do material produzido pelos alunos e percepções dos professores durante as discussões, as asserções descritas agora podem ser sintetizadas nos seguintes tópicos:

- 1 – Apropriação de estratégias oriundas dos referenciais de divulgação científica estudados.
- 2 – Compreensão de fundamentos da aprendizagem significativa aplicáveis à divulgação científica.
- 3 – Compreensão de aspectos históricos e epistemológicos inerentes ao tema estudado, superando visões lineares ou ingênuas sobre ciência e tecnologia.

RESULTADOS: QUESTIONÁRIOS

Como o trabalho consistiu em atividades realizadas em grupos, dificilmente os textos produzidos pelos alunos nos dariam uma visão suficientemente clara da contribuição do projeto para cada indivíduo. Neste sentido, os questionários possibilitaram obtenção de dados importantes para uma análise da aprendizagem dos alunos envolvidos no projeto e também para uma avaliação do projeto por parte dos mesmos.

Os questionários foram aplicados na segunda etapa e no fim da quinta etapa. As questões aplicadas estão no Quadro 2.

Quadro 2 – Questionário Aplicado

Questões aplicadas antes e depois (segunda etapa e quinta etapa)	
	1 - O que você sabe sobre radioatividade e energia nuclear? (fatos, aplicações, riscos, benefícios e mecanismos físicos).
	2 - Uma das buscas mais importantes dos alquimistas era obtenção de ouro a partir de metais menos nobres, transformar chumbo em ouro por exemplo. Como é chamado este processo? Seria ele possível?
	3 - Você conhece algum processo pelo qual um elemento químico poderia se transformar em outro elemento com número atômico maior? Se você conhece, descreva-o.
	4 - A maior parte da energia que temos disponível é irradiada pelo Sol. Qual processo físico gera a energia emanada pelo Sol? Descreva-o.
Antes (etapa 2)	5 - Com relação ao que você respondeu nas questões anteriores, quais foram suas principais fontes de informação/formação? Cursos () Ensino Médio () Outra graduação () formação continuada () palestra/Conferência Meios de Comunicação () Jornais e Revistas () Televisão () Rádio () Sites e blogs () Livros
Depois (etapa 5)	5 - Sobre seu envolvimento no projeto “divulgação científica na formação docente”, exponha sua opinião com relação aos seguintes aspectos. 5.1 Motivação 5.2 Aprendizagem dos conteúdos das unidades curriculares envolvidas e outros campos do conhecimento. 5.3 Possibilidade de utilização deste método em sua futura prática docente. 5.4 Outras considerações

A questão 1 tinha o objetivo de levantar conhecimentos prévios, mas foi mantida na segunda aplicação do questionário e nos permitiu fazer asserções importantes sobre a aprendizagem dos conceitos científicos estudados durante a elaboração dos textos. O Quadro 3 mostra a ocorrência de citações de alguns conceitos antes e depois da aplicação do projeto em três categorias, a saber: (SC) quando os conceitos são apenas citados, (EI) quando são explicados com imprecisões e erros conceituais e (EC) quando os conceitos são explicados corretamente.

Quadro 3 – Frequência e tratamento de conceitos físicos antes (etapa 2) e depois (etapa 5) da aplicação do projeto. (SC) simples citação dos conceitos, (EI) explicações incorretas, (EC) explicações corretas.

CONTEÚDOS	Antes (Etapa 2)			Depois (Etapa 5)		
	SC	EI	EC	SC	EI	EC
Estrutura atômica	2	2				7
Forças (nuclear forte e eletromagnética)						5
Emissões alfa, beta (transmutação) e gama	2	2		5		5
Meia-vida	2	2				2
Fissão e fusão nuclear		3	2			7
Equivalência massa-energia						2
TOTAL	6	9	2	5	0	28

Os dados, apresentados no Quadro 3, mostram que a quantidade de simples citações (SC) de conceitos/conteúdos não sofreu variações importantes. Por outro lado as explicações incorretas (EI) não aparecem nas respostas (da questão 1) na segunda

aplicação do questionário e, o que é mais importante, o número de inserções com tratamento conceitual adequado subiu de duas para vinte e oito. Isso mostra que, além de se habilitarem a falar dos conceitos físicos com mais frequência, os alunos optaram por uma abordagem argumentativa coerente, indicando aprendizagem dos conteúdos tratados.

O quadro 4 nos permite analisar com mais propriedade os resultados obtidos com a aplicação das questões 2, 3 e 4. Para tanto dividimos as respostas em quatro categorias: (NR) para questões não respondidas ou onde as respostas não se apliquem a questão, (EI) quando são explicados com imprecisões e erros conceituais, (SC) quando os conceitos inerentes são apenas citados sem maiores explicações e (EC) quando os conceitos são explicados corretamente.

Quadro 4 – Respostas para as questões 2, 3 e 4 antes e depois da aplicação do projeto. (NR) não respondida, (EI) explicações incorretas, (SC) simples citação dos conceitos inerentes e (EC) explicações corretas.

QUESTÃO – Tema	Antes (Etapa 2)				Depois (Etapa 5)			
	NR	EI	SC	EC	NR	EI	SC	EC
2 – Transmutação	9	5	2	1		3	3	11
3 – Decaimento beta ou fusão	9	3	2	3		2	2	13
4 – Fusão nuclear	9	2	3	3	1	1	2	13
TOTAL	27	10	7	7	1	6	7	37

O quadro mostra um cenário dominado pela ausência de respostas seguida de respostas incorretas na primeira aplicação das questões (etapa 2). O predomínio de respostas corretas e a baixa incidência de respostas erradas ou em branco na segunda aplicação (etapa 5), **indica a ocorrência de aprendizagem, por parte dos alunos, dos conhecimentos científicos trabalhados durante a implementação do projeto.**

Este projeto foi realizado em uma turma de segundo módulo (segundo semestre) em um curso de oito semestres, no qual promovemos desde o início atividades e estratégias de ensino que visam também à apropriação de discursos, valores e fundamentos construtivistas e humanistas. Neste aspecto, foi possível perceber na aplicação dos questionários, nas observações das aulas e análise dos textos produzidos pelos alunos, que estes vêm se apropriando de princípios e estratégias da aprendizagem significativa. Situação que pudemos avaliar com mais propriedade diante da construção de um produto marcado por seu referencial teórico.

Dentre os princípios da aprendizagem significativa mais incorporados no material construído pelos alunos, presentes nos mecanismos de avaliação do projeto (questionário e observações), estão os organizadores prévios e a busca de articulação do conteúdo abordado com os conhecimentos prévios dos sujeitos, admitindo que aquilo que o indivíduo já sabe é o elemento fundamental para a aprendizagem de novos conteúdos.

Com relação às estratégias da divulgação científica, não foi diferente. Se não temos divulgadores da ciência entre nossos alunos do segundo módulo, os resultados de nossa análise nos levam a acreditar que temos de fato divulgadores em formação, tanto em princípios e estratégias quanto em questões de valores relacionados à divulgação científica e sua importância para a sociedade. Considerando que este trabalho já é desdobramento de uma cultura que se estabelece no curso, nossos próximos objetivos são a introdução destes alunos na avaliação do impacto do conteúdo aqui produzido no público ao qual ele se destina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos que o trabalho tenha alcançado seus objetivos, embora não seja possível estimar em termos de aprendizagem, as vantagens em relação a uma abordagem tradicional, com aulas expositivas. Contudo, tratando-se de um curso de formação de professores, é preciso romper certas barreiras com relação aos métodos de ensino. Como docentes em um curso de licenciatura, mais do que professores de ciências, temos o dever de ensinar a ensinar, das mais variadas formas e com os mais variados recursos.

A aprendizagem do conteúdo científico que foi abordado durante a implementação do projeto também foi positiva. Os textos produzidos, as respostas aos questionários e as observações pessoais dos professores evidenciaram esta aprendizagem. Indicando ainda, que os alunos avaliaram positivamente a experiência tanto com relação à aprendizagem dos conteúdos quanto às potencialidades da estratégia didática. As discussões com os grupos a cada versão do material produzido e as respostas dos questionários corroboraram a importância do papel do professor como mediador no processo, através da proposição de atividades e uma interação capaz de proporcionar uma assimilação, por parte dos alunos, de uma linguagem própria da ciência por meio desta interação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAMASIO, F. et. al. **Mapas Conceituais e Diagramas V como ferramentas para promover a autoavaliação na formação de professores de Física**. In IV ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA. Atas. Porto Alegre: UFRGS, 2011. P. 47-54(página 47, 54 do PDF) Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/mpef/4eeefis/Atas_IVEEEFis_RS.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2011.
- GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências: Conceituação e proposta de um referencial teórico**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- MARQUES, A. L. F., **Produção de Materiais de Divulgação Científica no Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Itajubá**, XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2007), São Luis, MA, 2007. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/t0278-1.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2011.
- MOREIRA, M., A. **A teoria da aprendizagem significativa**. (Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências) 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2011.
- MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais no ensino de Física**. Porto Alegre, Instituto de Física-UFRGS, 1992.
- VALERIO, M. e BAZZO, W.A. **O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade**. Revista Ibero Americana de Ciência, Tecnologia, Sociedad e Innovación, n. 7, set-dez, 2006. Disponível em: <<http://www.oei.es/revistactsi/numero7/articulo02b.htm>>. Acesso em: 20. out. 2010
- VIEIRA, Cássio Leite. **Pequeno Manual de Divulgação científica: dicas para cientistas e divulgadores da ciência**. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2006.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente – o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo. Martins Fontes, 1984.