

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Adriano Antunes Rodrigues

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO DOCENTE: CONSTRUINDO E
DIVULGANDO CONHECIMENTO POR MEIO DO RÁDIO E DA INTERNET**

Porto Alegre

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

Adriano Antunes Rodrigues

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO DOCENTE: CONSTRUINDO E
DIVULGANDO CONHECIMENTO POR MEIO DO RÁDIO E DA INTERNET***

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Silvio Luiz Souza Cunha, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2012

*Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Dedico este trabalho à minha esposa Fernanda e minha filha Manuela que me apoiaram integralmente neste intento. Também aos meus pais, Agenor e Carmen, e irmãos, Vanise, Vanessa, Ramone, Raquel, Lukas e Laleska que, em nenhum momento, me deixaram sequer duvidar da capacidade de superar os desafios da minha formação, como professor e como homem.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus que não me canso de tentar racionalizar, aceitando as dúvidas que o olhar sobre as ciências me ajudou a construir, recusando a empáfia das certezas.

Ao professor Silvio Cunha que me orientou pacientemente na construção deste trabalho. Sempre me passou tranquilidade e credibilidade, fundamentais para esta realização.

Ao colega Felipe Damasio que participou ativamente no trabalho com os alunos, contribuiu com suas ideias e seu conhecimento acerca dos referenciais desta proposta.

Aos professores do Instituto de Física que mediaram esta etapa de minha formação, dos quais levo conhecimentos e convicções.

Aos colegas do Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, que adequaram meu trabalho como docente à minha condição de estudante. Especialmente ao Coordenador do Curso de Licenciatura, Olivier Allain, que também foi parceiro importante neste projeto.

À família, amigos e pares, dos quais sempre busco reconhecimento, embora o tenha incondicionalmente.

RESUMO

O presente trabalho relata a 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 com Habilitação em Física do Instituto Federal de Santa Catarina. Os alunos foram engajados em um programa de produção textual para publicação de inserções radiofônicas de curta duração e na construção de um *blog* para a Internet sobre radioatividade e energia nuclear, tema estudado na unidade curricular de Princípios da Ciência II. Para o planejamento e construção dos textos, os alunos foram subsidiados por conteúdos sobre divulgação científica, teorias de aprendizagem, epistemologia e história da ciência, resultado da integração de outras duas unidades curriculares: Português II e Epistemologia e História das Ciências. Como material de apoio para as atividades realizadas por estes estudantes foi construído um *site* com textos, imagens, vídeos e mapas conceituais apresentados em aula como organizadores prévios. O objetivo do projeto consiste na compreensão dos conteúdos das unidades curriculares envolvidas e da aprendizagem significativa como referencial de ensino passível de aplicação na divulgação científica. O conteúdo dos textos produzidos pelos alunos para o rádio e para a internet, assim como os questionários aplicados antes e depois da implementação do projeto, mostraram uma apropriação de princípios e estratégias da aprendizagem significativa, dos referenciais de divulgação científica e do conhecimento científico relacionado ao tema radioatividade e energia nuclear.

Palavras-chave: Radioatividade e Energia Nuclear. Divulgação Científica. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This work describes the implementation, within the *Instituto Federal de Educação of Santa Catarina – IFSC*, of a teaching project, based on the socio-interactionism and in the meaningful learning theory, with students of the Nature Sciences major in Physics. The students engaged in a text production program to produce short-term radio broadcasts, as well as in the creation of a blog about radioactivity and nuclear energy, matter studied in the subject of Principles of Science II. In planning and in writing those texts, students relied on scientific popularization matters, learning theories, epistemology and history of science, what was a result of the integration with the Portuguese II, Epistemology, and History of Science Subjects. As a supporting material, for the activities carried out by the students, a website with texts, imagery, videos and conceptual maps presented in classes as previous organizers has been created. The project aims at the comprehension of the matters broached in the subjects involved in the course curriculum and at the meaningful learning as reference for a possible way of teaching and scientific popularization. The content of the texts produced by the students for the radio and for the Internet, as well as the questionnaires applied before and after the project development showed an appropriation of the principles and meaningful learning strategies, of the scientific popularization references and of the scientific knowledge related to the radioactivity and nuclear energy themes.

Key-words: Media science popularization; Meaningful learning; Interdisciplinarity; radioactivity and nuclear energy.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	TRABALHOS RELACIONADOS.....	15
2.1	UMA DEFINIÇÃO PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	15
2.2	BUSCA EM ALGUNS PERIÓDICOS E EVENTOS DA ÁREA DE ENSINO.....	17
2.3	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	21
2.4	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO RÁDIO.....	23
2.5	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA INTERNET.....	26
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	29
3.1	AUSUBEL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	30
3.1.1	A VISÃO CRÍTICA.....	33
3.2	VYGOTSKY E O SÓCIO-INTERACIONISMO.....	34
3.3	APROPRIAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO.....	36
4	O PRODUTO EDUCACIONAL.....	38
4.1	RECURSOS MULTIMÍDIA.....	38
4.2	ESTRUTURA DO SITE.....	40
4.3	O BLOG PRODUZIDO PELOS ALUNOS.....	42
5	METODOLOGIA.....	45
5.1	PRIMEIRA ETAPA: EXPONDO A PROPOSTA E SEUS OBJETIVOS.....	48
5.2	SEGUNDA ETAPA: ESCOLHENDO OS TEMAS.....	50
5.3	TERCEIRA ETAPA: ORGANIZADORES PRÉVIOS.....	50
5.4	QUARTA ETAPA: PRODUZINDO OS TEXTOS.....	60
5.5	QUINTA ETAPA: DISCUTINDO E REELABORANDO O MATERIAL.....	61
5.6	SEXTA ETAPA: PUBLICANDO O MATERIAL (<i>BLOG</i> E <i>SPOTS</i>).....	63
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	65
6.1	OS TEXTOS PRODUZIDOS PARA OS <i>SPOTS</i> E <i>BLOG</i>	65
6.1.1	Intervenções Pontuais – Adequação do Tratamento Conceitual.....	66
6.1.2	Intervenções Gerais – Forma, Linguagem e Referencial Teórico.....	67
6.1.3	Síntese das Intervenções.....	71
6.2	ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS.....	72
6.2.1	Primeira Questão.....	73
6.2.2	Segunda Questão.....	78

6.2.3 Terceira Questão	80
6.2.4 Quarta Questão	81
6.2.5 Quinta Questão – Fontes de conhecimentos prévios	83
6.2.6 Quinta Questão – Avaliação da proposta.....	85
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
REFERÊNCIAS.....	92
APÊNDICE A – Questionário sobre Radioatividade.....	96
APÊNDICE B – Questionário sobre Radioatividade e avaliação do projeto.....	97
APÊNDICE C – Mapas conceituais apresentados na exposição sobre Aprendizagem Significativa	98
ANEXO A – Ementa da Unidade Curricular PCI II	100
ANEXO B – Informações das Rádios: cobertura e perfil do ouvinte.....	103

1 INTRODUÇÃO

Em nossas buscas por estratégias pedagógicas aplicáveis ao ensino de física, percebemos que os textos acadêmicos da área de ensino de ciências, em seus discursos introdutórios, quase como um ritual, revelam situações desoladoras. Um ensino que normalmente despreza a contextualização, a interdisciplinaridade, a historicidade, ou mesmo as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, dentre outras, são características atribuídas normalmente ao ensino tradicional, que tem muitos de seus fundamentos devidamente descritos pelo comportamentalismo.

Neste contexto temos a impressão de que o ensino de física (assim como das outras ciências da natureza) parece não mudar, visto que o descrevemos da mesma forma há décadas, embora a maioria de nossas pesquisas apresente importantes contribuições e possibilidades de mudanças neste panorama. Esta constatação permite inclusive uma onda de discursos reacionários, que atribuem aos ideais educacionais progressistas, uma suposta piora na qualidade do ensino, de um modo geral, e criticam o que chamam de “demonização do ensino tradicional”.

Destas discussões fica uma impressão pessoal, construída ao longo da experiência, como professor e aluno: apesar da pesquisa em educação ter apontado vários caminhos promissores e mesmo ter evoluído nas discussões de seus fundamentos, a introdução efetiva de práticas baseadas em pressupostos teóricos construtivistas é muito tímida. A suposta piora na qualidade do ensino em geral acontece à revelia do avanço das pesquisas acadêmicas na área de ensino e aprendizagem.

Sabe-se que as condições para a verdadeira aplicação de metodologias progressistas estão muito atreladas às políticas públicas em educação, mas não pretendemos entrar nesta discussão. Vamos investir nossos esforços na proposição de estratégias para a formação de professores, embora a questão

“como ser progressista em quarenta horas semanais, com seiscentos alunos?” motive boa parte de nossas indignações.

Neste trabalho propomos a implementação de um programa de divulgação científica (DC) como forma de mediar a aprendizagem dos conceitos científicos pelos alunos de um curso de licenciatura em ciências. A ideia principal é o engajamento destes alunos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IF-SC), *Campus Araranguá*, em um projeto que consiste na construção de um programa de divulgação científica através do rádio (*spots*² sobre ciências) e da internet (*blog*³). Neste projeto, além dos conhecimentos científicos constantes do programa da unidade curricular ministrada pelo autor desta dissertação, os estudantes terão a oportunidade de compreender alguns aspectos da divulgação científica, teorias de aprendizagem e história e epistemologia da ciência, resultado da integração entre diferentes unidades curriculares.

Acreditamos que a formação dos futuros professores possa ser favorecida pelo envolvimento no processo de produção dos materiais a serem levados ao público, tanto com relação à compreensão dos conceitos científicos quanto dos caminhos da divulgação científica e referenciais teóricos de ensino que podem subsidiar a elaboração dos materiais. Além da produção de conteúdo e divulgação científica, o que por si só justificaria nosso esforço, esperamos que a execução do projeto ofereça contribuições para o ensino de ciências, na medida em que apresenta uma alternativa para a superação do modelo tradicional de ensino, constituindo-se como uma atividade potencialmente motivadora, onde o estudante pode perceber-se como autor em seu processo de aprendizagem.

A divulgação científica é um fator importante a ser considerado quando se fala em ensino de ciências. Muitas vezes a compreensão dos conceitos científicos pelo público geral não ultrapassa os limites da divulgação nos meios de

² *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*.

³ Página na Internet com postagens organizadas cronologicamente. Pode ser uma espécie de diário eletrônico, alguns serviços permitem a criação de páginas independentes.

comunicação de massa, embora esse tipo de divulgação seja alvo de críticas fervorosas no âmbito acadêmico. 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 de um público-alvo e normalmente colocada a serviço do consumo. Seria isso um desserviço à educação científica?

Embora não pretendamos responder esta pergunta, partimos do pressuposto que a divulgação da ciência em meios de comunicação de massa pode ser uma aliada importante na educação científica, principalmente quando explorada desde sua concepção. Desta forma, algumas das principais contribuições do trabalho consistem em sua capacidade de:

- i) desenvolver e avaliar um mecanismo de divulgação científica ainda não explorado na região de abrangência do IF-SC e
- 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 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. Não se trata apenas de uma tentativa de levar ciência a comunidade, mas de fazer do estudante envolvido na divulgação científica, autor em seu processo de aprendizagem, engajado na construção e avaliação desta divulgação.

Desta forma, buscamos possíveis respostas para a indagação que guia nossa proposta: **A elaboração de conteúdos de divulgação científica pode contribuir na formação dos alunos da licenciatura em física?** Ao longo do trabalho, o termo “contribuir” deve aparecer atrelado a aspectos mais definidos desta formação, principalmente com relação 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 consideradas 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.

Além da Educação Profissional e Tecnológica, nas suas diversas modalidades, os institutos federais são equiparados às universidades, com relação à autonomia para a criação de cursos superiores, mas com uma estrutura multicampi, um forte compromisso com o arranjo produtivo local e o desenvolvimento regional. Todavia uma das mais importantes funções destas instituições consiste na formação de professores da área de ciências da natureza e matemática para uma crescente demanda nacional.

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): Princípios da Ciência II (PCI II), Português II (PTG II) e Epistemologia e História das Ciências (EHC), em um projeto comum.

Espera-se que este trabalho **aponte 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, onde os licenciandos possam:

- i) compreender os conceitos científicos que devem permear o material de DC 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 não especializado;
- iii) compreender os caminhos, métodos e particularidades da divulgação científica, especialmente os referentes à comunicação radiofônica.

Busca-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 material de divulgação científica (DC).

Para tanto, organizamos este trabalho da seguinte forma: o Capítulo 2 contém a descrição de alguns trabalhos relacionados sobre DC no ensino e na formação de professores e contribuições de trabalhos, não necessariamente de pesquisa, desenvolvidos por especialistas da área. O Capítulo 3 apresenta alguns fundamentos das teorias de aprendizagem à luz das quais pudemos avançar em nossa caminhada, tanto para a idealização da proposta quanto para a avaliação de seus resultados.

O Capítulo 4 trata da construção de um **site, nosso produto educacional**, que reúne conteúdos e orientações para as atividades realizadas pelos alunos envolvidos e descreve um *blog* elaborado pelos próprios alunos no âmbito da realização do trabalho. Os aspectos metodológicos estão descritos no Capítulo 5 e os resultados (apresentação e discussão) e considerações finais estão nos capítulos 6 e 7, respectivamente.

Os registros para a análise qualitativa apresentada nos segmentos metodológicos e conclusivos deste trabalho são: i) Um questionário aplicado antes e depois da realização do trabalho, ii) textos produzidos (com conteúdo científico)

destinados a publicação em um *blog* e para inserções radiofônicas de curta duração (*spots*), iii) Observações e anotações dos professores.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste segmento do trabalho buscamos conhecer pesquisas relacionadas que pudessem apontar caminhos para nossa proposta didática e responder algumas questões relevantes sobre a temática de DC e sua utilização na formação de professores. Também foi nesta etapa do trabalho que buscamos corroborar nossa concepção de divulgação científica e seu compromisso social, na complementação formativa, no intuito de possibilitar a participação (discussões, gestão) efetiva dos cidadãos nos assuntos de ciência e tecnologia (C&T).

Sem, no entanto, termos a pretensão de uma revisão minuciosa, preocupamo-nos em buscar alguns subsídios teóricos sobre o uso ou elaboração de materiais de DC no ensino de ciências, especialmente na Física.

2.1 UMA DEFINIÇÃO PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Deparamo-nos com a dúvida sobre a definição de divulgação científica, visto que termos como popularização da ciência e vulgarização da ciência são muitas vezes usados frouxamente como sinônimos. Percebemos que o termo *divulgação científica* é usado de forma muito abrangente, pois pode abarcar até mesmo os meios especializados como periódicos e eventos científicos (MASSARINE et.al 2002, GERMANO e KULESZA, 2007, MUELLER, 2002).

Em nosso trabalho, produzimos materiais para a internet e para o rádio o que implica na necessidade de uma definição de *divulgação científica*, que aqui se apresenta como uma adaptação de textos científicos oriundos de fontes especializadas para os meios de comunicação populares. Embora a comunicação assim definida seja denominada por Mueller (2002, p.1) como “*popularização da ciência*”, percebemos que o termo Divulgação Científica tem justamente neste sentido seu uso mais comum. Esta visão é confirmada quando admitimos que, “grosso modo, podemos distinguir três linhas na comunicação científica: os discursos científicos primários (escritos por pesquisadores para pesquisadores), os discursos didáticos (como os manuais científicos para ensino) e os da divulgação científica”. (MASSARINE e MOREIRA, 2005, p. 2).

No contexto de nossa proposta a DC é entendida como a popularização da ciência através de rádio, televisão, internet, museus, feiras de ciência, livros, revistas e jornais, entre outros, destinados ao público geral – não cientista ou não especializado.

Também julgamos interessante, nas leituras dos trabalhos relacionados, a busca de uma concepção do papel social da DC. Logo nos identificamos com os discursos correntes na maior parte dos trabalhos que ressaltam sua importância na complementação formativa, embora pouco se discuta sobre referenciais de ensino aplicados à DC.

A prestação de contas à sociedade, a possibilidade de participação dos cidadãos na gestão do desenvolvimento científico e tecnológico, também são elementos presentes na maior parte dos trabalhos, principalmente naqueles que buscam um referencial CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade)

O exercício pleno da cidadania passa hoje, pela motivação e capacidade dos indivíduos de envolver-se em decisões sobre os rumos da sociedade, um desafio no qual compreender e refletir a prática científica/tecnológica se faz preponderante. Neste ponto do discurso enxerga-se a premência com que se possa contar com uma educação científica e tecnológica de qualidade, não apenas no âmbito formal de ensino, mas em todos os espaços sociais onde o caráter pedagógico se faça considerar. [...] Desta feita, a divulgação se coloca no contexto da educação científica e tecnológica, e alia-se ao ensino formal na construção de uma sociedade alfabetizada científica e tecnologicamente, capaz de refletir criticamente e atuar a respeito dos assuntos de C&T em seu contexto. (VALERIO e BAZZO 2006)

Podemos perceber que a complementação formativa também faz parte dos discursos que atribuem a DC um papel importante para subsidiar o cidadão em suas decisões, em seu modo de vida e sua visão de mundo. Deste modo consideramos a existência de um caráter pedagógico nos discursos presentes na DC. Assim, seguimos nosso trabalho citando contribuições importantes de colegas que se empenharam nesta missão de levar ciência ao público ou estudar esta atividade.

2.2 BUSCA EM ALGUNS PERIÓDICOS E EVENTOS DA ÁREA DE ENSINO

Para este segmento de nossa proposta, buscamos trabalhos com uma temática semelhante a nossa, nas edições entre 2000 e 2010, em alguns periódicos da área de ensino, a saber: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Física na Escola (FnE) e Investigações em Ensino de Ciências (IEnCi). O Quadro 1 mostra o quantitativo de trabalhos que abordam o tema DC no ensino de ciências em cada um dos periódicos durante o período citado. Indicam-se também os quantitativos de estudos sobre DC na formação docente e os que tratam do envolvimento de estudantes (de qualquer nível de ensino) na elaboração de textos ou recursos audiovisuais que se enquadrem em nossa definição de DC.

Quadro 1 – Trabalhos Sobre DC em revistas da área de Ensino de Ciências

Revista	Artigos publicados (2000-2010)	Total de Artigos sobre DC	DC na Formação docente	Envolvimento dos sujeitos na Construção
RBEF	643	8	1	1
CBEF	313	3	0	0
FnE	184	3	0	0
IEnCi	185	3	0	0
TOTAL	1325	17	1	1

Como podemos perceber, dos dezessete trabalhos que abordam a temática da DC, apenas um deles discute a formação docente. Trata-se do trabalho de Dias e Almeida (2009), que evidencia a influência de elementos próprios do jornalismo científico nas interpretações dos textos, feitas por licenciandos em física.

O relacionamento entre interpretações de um grupo de licenciandos na leitura de textos de divulgação científica das revistas *Ciência Hoje* e

Pesquisa Fapesp e especificidades do jornalismo em que estão inclusas essas revistas parecem sugerir que a investigação de potencialidades e limites de revistas de divulgação científica em situações efetivas de ensino está vinculada as condições em que esses textos são produzidos (DIAS E ALMEIDA, 2009, p. 11)

Os autores chamam a atenção para o fato de que recursos linguísticos e textuais, como abertura com narrativa, boxes com destaques do texto, figuras de linguagem como analogias, têm o objetivo de causar sensações e chamar a atenção dos leitores para o texto. Também destacam os critérios de *proximidade* e *inesperado* como fatores importantes na geração do interesse pelos textos de DC, mostrando a importância do tratamento de temas ou implicações locais do tema em questão e também como fatos inesperados chamam a atenção para os textos.

Com relação aos aspectos temáticos dos trabalhos pesquisados, nosso trabalho teve a característica peculiar de, diferentemente da simples utilização dos textos de DC, tentar produzir os textos em sala de aula. Desta forma também buscamos trabalhos que avaliassem o envolvimento de sujeitos na construção deste tipo de material.

Apenas o trabalho de Pereira e Barros (2010), teve esta característica. Os autores propõem o envolvimento de alunos de Ensino Médio na elaboração de vídeos de curta duração de experimentos simples nas aulas de laboratório de física. Indicam que houve engajamento intelectual e motivação por parte dos alunos envolvidos. Ainda são apontadas vantagens para esta estratégia em relação ao *laboratório tradicional* como o

[...] aumento da responsabilidade assumida pelo estudante na produção do vídeo, que solicita engajamento intelectual através da pesquisa sobre o assunto, levantamento dos conceitos-chave e a criação da situação experimental, que será testada, modificada e verificada o quanto for necessário (PEREIRA e BARROS, 2010 p. 8).

Os vídeos foram analisados sob a luz de referenciais teóricos para a avaliação do trabalho experimental e das representações epistemológicas dos estudantes, no entanto, a aprendizagem conceitual dos estudantes não é avaliada neste trabalho. Os autores concluem afirmando que

As considerações apresentadas apontam para a diferença entre o papel do trabalho experimental quando realizado pelo aluno na aula tradicional de laboratório que, via de regra, é um processo linear-orientado e na produção

de um vídeo, estratégia vantajosa em relação à anterior não somente pelo caráter conjuntural e motivacional, mas principalmente pelos aspectos recursivo-reflexivo e experimental-tecnológico que favorecem a cognição (PEREIRA e BARROS, 2010 p. 8).

Desta forma, o trabalho se alinha a nossa proposta no que diz respeito ao envolvimento de estudantes na elaboração de algo externo, mas ainda carecemos de referenciais de ensino aplicados a este tipo de projeto em divulgação científica.

Nascimento e Rezende (2010) apresentam um mapeamento da produção sobre DC na área de educação em ciências entre 1997 e 2007. Neste trabalho são analisados artigos dos principais eventos da área, revistas, teses e dissertações. Com um total de seiscentos e quinze (615) trabalhos analisados, apontam para um crescimento de publicações sobre DC em anais de eventos da área de educação em ciências, mas uma tímida participação nos periódicos da área.

Quanto às dissertações e teses, os autores chamam a atenção para a falta de referencial teórico em grande parte dos resumos que foram analisados para a determinação das temáticas.

Entretanto, não acreditamos que tal ausência seja um mero descuido no momento da elaboração do resumo; entendemos que a própria falta de embasamento teórico e conceitual da DC – e discussões em torno dele – no interior da comunidade acadêmica reflete-se na pouca clareza das fronteiras que a DC pode estabelecer com teorias da aprendizagem, teorias do conhecimento e teorias do discurso, entre outras. Algo que pode decorrer dessa fraca demarcação teórica nas pesquisas, sobretudo as de mestrado, é exatamente o não êxito de publicação nos periódicos da área. (NASCIMENTO E REZENDE, 2010, p. 117)

Os autores destacam a vertente de estudos que abordam aspectos da leitura de textos de DC por estudantes e professores de ciências. Alguns dos trabalhos preocupam-se especificamente com o funcionamento de textos e produção de sentidos pelos leitores. Contudo, assinalam a necessidade de estudos destinados a compreensão dos impactos dos textos de DC na formação científica dos sujeitos (NASCIMENTO E REZENDE, 2010, p. 117) .

Até aqui não temos discussões sobre as potencialidades do rádio na divulgação científica. Partimos então para uma próxima etapa, uma busca na internet pelos termos *divulgação científica* e *popularização da ciência*, na tentativa

encontrar outros trabalhos publicados em atas de eventos e periódicos que ficaram de fora de nossa primeira investigação.

O trabalho de Valerio e Bazzo (2006) nos dá importantes contribuições no que diz respeito à função da divulgação científica na sociedade, destacando-a “[...] como ferramenta educativa, inserida no contexto mais amplo da educação pública e dotada de um potencial ímpar para atender os anseios de uma sociedade que começa a reconstruir a sua relação com C&T” (VALERIO e BAZZO 2006).

Este papel não se restringe apenas ao conhecimento científico, mas valores éticos e morais, atitudes e outros aspectos subjacentes.

Entendida como um acervo de práticas no campo da Comunicação, a divulgação científica atua na exposição pública não só dos conhecimentos, mas dos pressupostos, valores, atitudes, linguagem e funcionamento da C&T. Fazendo uso, para tal, de uma ampla gama de meios disponíveis, dentre os quais a museologia (de observação e interativa), a dramaturgia (no teatro e televisão), a literatura, e o jornalismo (de televisão, rádio e mídia impressa), além de outras iniciativas menos usuais. A conjunção entre essas premissas práticas da divulgação científica e sua diversidade de veículos pelos quais opera é que a confere a qualidade de recurso imprescindível na educação pública em ciências (VALERIO e BAZZO 2006).

Percebemos aqui um entendimento de que a *educação pública em ciências* deve ir além da compreensão de conceitos científicos, mas de valores e atitudes agregados ao conhecimento científico. No entanto, os autores criticam a forma como a DC é praticada atualmente, ou seja, como as mídias tratam os assuntos relacionados a C&T.

A divulgação científica, tal qual é pensada e praticada atualmente, congrega uma série de questões problemáticas, dentre as quais, a maneira como concebe e contempla as inovações em C&T. Até o presente momento a maior parte dos veículos de divulgação científica tem se preocupado pouco com a sua dimensão educativa e, assim, não contribuem significativamente com a formação em seu público de uma visão crítica sobre C&T. Em geral, são poucas as iniciativas que tem considerado este potencial da divulgação e, infelizmente, esta tarefa tem ficado a cargo daquelas que possuem menor inserção social, como os museus interativos de ciência por exemplo. Já em outros 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).

Destas percepções, concluímos que nosso intento deve buscar se distinguir de práticas que apresentam visões distorcidas de C&T – linearidade, neutralidade. Ou ainda daquelas e que se resumem ao mero tratamento conceitual.

Com relação aos aspectos práticos, destacamos os trabalhos desenvolvidos na unidade curricular Divulgação Científica (COM.966), ministrada pelo professor Antonio Luiz Fernandes Marques, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Itajubá. A unidade curricular trata da DC, suas diversas formas e especificidades e envolve os alunos da licenciatura na elaboração de materiais de DC em diversas mídias, incluindo o rádio e a internet. Nos artigos produzidos por professor e alunos da disciplina (MARQUES 2007, MARQUES e SCHEIDEGGER 2009, MARQUES et.al. 2011), os autores destacam o papel social da DC como complementação da formação do cidadão e como prestação de contas daquilo que é produzido na comunidade científica, uma vez que esta é financiada pela sociedade.

Além do papel social da DC, é importante destacar a contribuição do trabalho na formação dos alunos envolvidos.

Acreditamos que o contato do aluno da Licenciatura em Física com os conceitos da Divulgação Científica, através da disciplina COM 966, proporciona uma melhoria significativa na sua formação acadêmica. Pois, nas aulas, discutimos, entre outras coisas, a necessidade de sempre termos em mente o público que se destina o material produzido, a importância da clareza, e também da leveza (usando o humor, por exemplo) da exposição dos conceitos abordados e principalmente a preocupação com a distinção entre especulações e os resultados científicos já comprovados (MARQUES 2007, p. 8).

Nota-se que a linguagem, a transparência e a credibilidade são preocupações universais nos trabalhos em que são elaborados conteúdos para DC. Desta forma, este segmento tem nos ajudado na definição de conceitos e referenciais.

2.3 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Este segmento reúne algumas considerações importantes sobre divulgação científica e sobre especificidades do rádio e da internet. São discutidos alguns aspectos bem práticos, que não são recorrentes nos trabalhos acadêmicos.

Deste modo foi necessário recorrer também a publicações como livros, guias e manuais, escritos por especialistas e pesquisadores da área.

Neste aspecto, Cássio Leite Vieira (2006), em seu *“Pequeno manual de Divulgação Científica”* traz importantes contribuições para a elaboração de textos destinados à DC. O autor afirma que a popularização de um conhecimento científico não significa perda de sua credibilidade. A compreensão da ciência possibilita a participação do público em assuntos sobre C&T, além de formar leitores críticos.

Entre as recomendações de Vieira (2006), para escrever um bom texto de divulgação científica, estão:

- i) adaptar a linguagem ao público alvo;
- ii) tentar estimular a curiosidade do leitor;
- iii) não utilizar conceitos científicos pesados, fórmulas matemáticas;
- iv) analogias são importantes, mas devem ser bem elaboradas (analogias erradas ou uso exagerado deste recurso podem comprometer a comunicação);
- v) explicitar a fonte (confere credibilidade)
- vi) cuidado com a transposição, para não distorcer as informações;
- vii) usar imagens com legendas, quadros explicativos. Isso pode instigar a curiosidade do leitor.

Exemplares do livro (Pequeno manual de divulgação científica: dicas para cientistas e divulgadores de ciência) foram disponibilizados aos alunos na unidade curricular de Português II, onde foram discutidos os aspectos aplicáveis aos textos para comunicação radiofônica e para a Internet.

2.4 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO RÁDIO

A primeira experiência radiofônica no Brasil foi em 7 de setembro de 1922, na comemoração do Centenário da Independência. Werneck (2002, p. 79) relata que “foi importada uma pequena quantidade de receptores para que uma parte da elite carioca pudesse ouvir de casa o discurso do presidente da República, Epitácio Pessoa, que inaugurava a *Exposição Internacional*”. Segundo a autora as transmissões foram interrompidas poucos dias depois e retomadas por ocasião da fundação da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, nas dependências da Academia Brasileira de Ciências.

A transmissão experimental ocorreu no dia 1 de maio de 1923 com as palavras de Roquette-Pinto ao microfone: “*A partir de agora, todos os lares espalhados pelo imenso território do Brasil receberão livremente o conforto moral da ciência e da arte pelo milagre das ondas misteriosas que transportam, silenciosamente, no espaço, as harmonias*” (WERNECK 2002, p. 80).

O rádio no Brasil nasce junto com a divulgação científica radiofônica, sendo cientistas os seus primeiros comunicadores. Mas na atualidade as estações de rádio brasileiras dão pouco espaço à difusão do conhecimento científico, somente as descobertas espetaculares conseguem espaços nesta mídia.

[...] no Brasil, o rádio não tem sido explorado como um meio de divulgação de ciência. As poucas notícias que têm espaço no rádio são aquelas consideradas sensacionalistas, sempre valorizando o exótico ou o original. As mais cotadas estão ligadas, normalmente, às áreas da medicina, das conquistas espaciais e dos avanços na genética. O cientista, geralmente, nesses casos, é mostrado como uma criatura especial ou é absolutamente esquecido. A consequência desse processo é o total desinteresse do rádio pela pesquisa científica “não-sensacionalista” (WERNECK 2002, p. 83).

Embora existam muitos projetos importantes pelo país, a contribuição do rádio, como ferramenta poderosa que é, tem uma atuação tímida diante das necessidades de uma população que precisa compreender muito mais sobre ciência e tecnologia e suas implicações sociais e ambientais para afirmar sua cidadania.

O rádio é, sem dúvida, no Brasil, o mais popular meio de comunicação e de maior alcance público. Atinge a todos, sem distinção de escolaridade, classe social ou condição econômica. Fala a todos individualmente, acompanha o

ouvinte no carro, na cozinha, na sala, na praia ou no local de trabalho. Que outro meio é mais adequado para levar informação a milhões de ouvintes num país como o nosso, em que predomina a pouca informação; em que a miséria impossibilita não só o acesso a bens materiais, mas também à cidadania? (WERNECK 2002, p. 83).

Cientes das potencialidades do rádio na disseminação do conhecimento científico, buscamos apontamentos sobre algumas particularidades da comunicação radiofônica que consideramos durante a elaboração de roteiros para a divulgação científica por este meio.

Mafra e Araújo (2010) discutem o projeto “Radio com Ciência”. Apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), o projeto tem o objetivo de produzir conteúdo sobre ciências (notícias, programas de entrevistas, documentários radiofônicos e *spots*) para as emissoras de Manaus.

Neste trabalho os autores dão importantes contribuições e apontam referências para a elaboração de materiais para o rádio, afirmam ainda que a “linguagem é um sistema social interpretativo utilizado no ato da comunicação. E como todo meio de comunicação, o rádio também tem uma linguagem específica”. (MAFRA e ARAÚJO 2010, p. 4).

Com relação à elaboração do texto científico destinado ao rádio, os autores recomendam “o uso da voz ativa, a utilização de frases e parágrafos curtos, explicações e, quando for necessário, o uso de abreviações, a necessidade de relacionar com o cotidiano e explicação dos termos técnicos e científicos” (SOPHIE MALAVOY 2005 apud. MAFRA e ARAÚJO 2010, p. 8). Deste modo, o texto radiofônico deve estabelecer um equilíbrio entre a norma padrão e a linguagem das ruas.

Logo é possível chegar à conclusão que divulgar ciência em rádio é prezar pela adequação da linguagem de modo que não banalize a informação para o cientista, mas que fique ao acesso do entendimento do ouvinte, de maneira objetiva, desmistificando a ciência e fazendo com que se perceba que ela faz parte do dia a dia, desde as coisas mais simples até as mais complicadas, levando as pessoas a imaginarem as situações estimuladas pela audição e tornando assuntos complexos, parte do seu mundo real. (MAFRA e ARAÚJO 2010, p. 8)

Nesta altura de nosso trabalho, revela-se um clichê entre as recomendações para a produção de bons textos sobre ciências destinados ao

público não especializado: a preocupação com a superação do hermetismo da linguagem presente na comunicação entre cientistas.

Outras recomendações importantes podem ser encontradas no guia organizado por Luiza Massarani (2009) *Ciência e Sintonia: guia para montar um programa de rádio sobre ciências*:

Como falar sobre ciência no rádio

Um programa de rádio sobre ciências não é como qualquer programa de rádio. Existem algumas características especiais que devemos levar em conta...

- *Alguns assuntos de ciências podem ser difíceis de compreender. Explique a ciência de forma simples, sem palavras complicadas.*
- *Mostre ao ouvinte que a ciência tem a ver com a vida dele: diga, por exemplo, o que os cientistas vão fazer com uma nova descoberta ou invenção e como isso vai ter impacto no nosso dia a dia.*
- *Nem sempre todos os cientistas têm a mesma opinião sobre um assunto. Se o tema for polêmico, procure entrevistados com opiniões diferentes para que cada um defenda seu ponto de vista.*
- *Um detalhe charmoso pode ser contar um pouquinho da história da ciência, pois cada descoberta nova é feita em cima de muitas outras pesquisas que foram feitas antes dela. (MASSARANI 2009, p. 16)*

O guia faz considerações importantes a respeito da linguagem, enfatizando que “falar no rádio não é apenas dizer coisas. É fazer o ouvinte experimentar sensações através dos sons; é despertar sua imaginação” (p. 18). A linguagem vai além das palavras, é constituída de elementos que dão significado às coisas – formato do programa, músicas, estilo de locução, texto.

A linguagem do rádio é muito específica, o texto deve ser simples e curto, não é um diálogo onde se possa voltar atrás e pedir mais explicações. Por outro lado, explicações complementares se fazem necessárias em casos de usos de termos mais difíceis. Também é importante não fazer muitos rodeios, ir direto ao ponto.

Temos que falar naturalmente e pausadamente, respeitar os sinais de pontuação, modular a voz para manifestar emoções e provocar sensações. O uso

de recursos e efeitos sonoros também pode ser usado neste sentido. Além disso, “a linguagem deve ser de domínio do público alvo, podendo-se recorrer a expressões próprias do lugar” (p. 20).

Além das especificidades da comunicação radiofônica aplicada à DC, cabe salientar que, com o decorrer do tempo o rádio passa por transformações para manter-se vivo, é o que Mafra, Viana e Souza (2010) chamam de “*radiomorfose*”. Com relação ao rádio, os autores ressaltam que “este meio precisou se submeter ao processo de radiomorfose para se manter vivo, se readaptando às tendências tecnológicas das eras da informação e digital no Brasil” (p. 13). Ainda que as velhas características do rádio analógico sejam fundamentais para confirmá-lo como um dos meios mais democráticos, “a associação do rádio à internet, que permite a inserção de imagens e textos, tornou-o mais interativo e dinâmico” (p. 13).

Desta forma, não podemos desconsiderar esta associação, no intuito de potencializar o alcance de iniciativas que pretendam levar conteúdo científico ao público não especializado. Faz-se necessário buscar apoio de colegas pesquisadores, professores e divulgadores da ciência que se aventuram na divulgação da ciência por meio da Internet.

2.5 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA INTERNET

Sobre a divulgação científica na Internet, o trabalho de Manfrinato, Pezzo e Oliveira (2007) apresentam resultados da experiência de um *blog* de divulgação científica (disponível em <www.pordentrodaciencia.blogspot.com>) e um *site* (disponível em <<http://www.clickciencia.ufscar.br>>) nos quais, dentre outras matérias, são divulgados resultados de pesquisas desenvolvidas na universidade (UFSCar) “com o objetivo de não somente divulgar tais resultados para a comunidade não acadêmica, mas também fazer deles ferramenta de ensino e difusão de conceitos de ciência básica” (p.3).

Neste trabalho, os autores falam do formato das matérias publicadas no *site* confirmando uma preocupação com a linguagem que vai se consolidando como principal foco das recomendações no que tange a popularização da ciência.

Tendo como objetivo transferir conhecimento da universidade – seja aquele produzido nela ou que é inerente às pessoas que nela exercem seu ofício – para a parcela da sociedade que não tem conhecimentos científicos, o *Click Ciência* preocupa-se com a linguagem empregada nos textos. Para tanto, optou-se em desenvolver textos claros, com frases de fácil assimilação e palavras coloquiais; estruturados por meio de técnicas de narração, descrição e/ou interpretação. A seção “Reportagem” descreve o gênero que nela é utilizado, a reportagem, gênero que não se preocupa com a transmissão de assuntos factuais, mas sim com a explicação do tema selecionado e das suas implicações para a sociedade. A mesma preocupação com o estilo de linguagem é atribuída às seções “Notícias”, “Artigos”, “Colunistas”, “Resenhas”, “Entrevistas” e “Pergunte sobre Ciência”. Essas, com exceção da seção “Entrevistas”, são independentes do assunto em destaque no mês, o que possibilita aos autores responsáveis discursar sobre temas variados, sempre respeitando a proposta do *site* (MANFRINATO, PEZZO e OLIVEIRA 2007, p. 5).

Com relação à utilização de *blogs* na DC, os autores afirmam ser um fenômeno recente, mas destacam potencialidades como facilidade de utilização e interação com o leitor e baixo custo de manutenção. Embora a confiabilidade das informações e a visibilidade ainda sejam grandes desafios para quem se propõe a divulgar ciência através da Internet. Os autores destacam a interatividade como ponto positivo.

Dessa forma, vemos que a utilização de um instrumento de divulgação como o blog pode auxiliar a discussão e o esclarecimento de alguns conceitos científicos. Devido a sua informalidade, os visitantes do *site* sentem-se mais livres para colocar questões e também de expressar as suas opiniões a respeito dos assuntos abordados. (MANFRINATO, PEZZO e OLIVEIRA 2007, p. 7).

E concluem reafirmando a necessidade destas iniciativas, que levam ciência ao público com uma linguagem mais acessível, e ajudam a trazer a comunidade para as discussões sobre C&T e suas implicações para o país.

Moreira (2000) descreve sua experiência com a implantação de um site no Departamento de Física da UFC e mostra que o site foi ganhando visibilidade à medida que começou a disponibilizar conteúdos para alunos no Ensino Médio, indicando que a maior parte de seu público buscava suprir demandas da educação formal. O autor faz ainda algumas recomendações para quem quiser se aventurar na produção de sites para a internet.

[...] meu conselho a quem estiver pensando em lançar alguma coisa desse tipo na Internet. Forme uma boa equipe, com vários talentos, gente que saiba escrever com clareza, bons ilustradores e bons programadores.

Embora nosso tipo de público não seja muito exigente quanto à qualidade visual da página, vale a pena tentar manter um mínimo de organização. Não encha sua página de efeitos visuais inúteis, tipo animações em Java, sons desnecessários e figuras enormes que levam horas para descarregar na tela. O essencial é ter um contexto rico e agradável de ser lido, contendo o máximo possível de informações sobre ciência e tecnologia e tentando esclarecer conceitos básicos. (MOREIRA J. 2000, p. 11)

E conclui argumentando que, ainda que a página não venha a ter tanto sucesso quanto as destinadas ao entretenimento, o trabalho terá valido a pena se for bem aproveitado por alguns alunos do Ensino Médio.

No próximo segmento deste texto, buscamos descrever um referencial de ensino e aprendizagem considerado no desenvolvimento de nossa proposta didática. Trata-se de alguns fundamentos das teorias de Ausubel e de Vygotsky, aplicáveis ao trabalho aqui relatado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O compromisso desta experiência de ensino, e que justifica a elaboração deste trabalho, consiste na construção, aplicação e avaliação de uma proposta à luz de um referencial de ensino-aprendizagem. Neste sentido, a escolha do referencial de ensino, embora não seja arbitrária, pode ser orientada por “crenças” construídas na vida acadêmica.

Depois de uma formação básica e superior à luz referencial de ensino tradicional, nossas experiências, como professores, indicam que muitos conhecimentos aprendidos mecanicamente, na educação básica e na graduação, só adquiriram significado quando, em nossa prática docente, produzimos conteúdos e estratégias didáticas para ensiná-los e contextualizá-los. Esta percepção já nos permite buscar um enfoque diferente do ensino tradicional e optar por uma postura filosófica construtivista.

Como professores, podemos até deixar passar despercebidos 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 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.

Este segmento busca descrever sucintamente o marco teórico deste trabalho. Contudo, a apropriação deste referencial de ensino deve ser mais bem compreendida ao longo do texto da dissertação.

3.1 AUSUBEL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A *aprendizagem significativa* é o conceito fundamental da teoria de David Ausubel, ela consiste em um processo por meio do qual o indivíduo constrói significados a partir da interação de novos conceitos com aqueles preexistentes em sua estrutura cognitiva.

Para Ausubel, os conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (*subsunçores*) são os elementos determinantes da aprendizagem significativa, pois é pela interação com esta estrutura que as novas informações ganham significado, na mesma medida em que a própria estrutura cognitiva vai sendo modificada. Aprender significativamente não pode ser visto como associação literal e arbitrária de proposições ou conceitos, pois os novos conceitos não são somados aos *subsunçores*, mas interagem modificando-os e adquirindo significado, dando origem a uma nova estrutura cognitiva que não pode ser resumida a uma simples associação de informações (MOREIRA 2009a).

Por outro lado, armazenar informações desconectadas dos conhecimentos preexistentes consiste em *aprendizagem mecânica*, que pode se tornar significativa somente quando o indivíduo aprende novos conceitos, capazes de ancorar e diferenciar daqueles outrora associados mecanicamente, de forma literal e arbitrária.

A *assimilação* é o processo pelo qual a estrutura cognitiva preexistente e as novas informações interagem dando origem a uma nova estrutura cognitiva. Durante este processo, ocorre a diferenciação dos conceitos *subsunçores* (*inclusores*) e atribuição de significados aos novos conceitos.

Por exemplo, se o conceito de força nuclear deve ser aprendido por um aluno que já possui o conceito de força bem estabelecido, em sua estrutura cognitiva, o novo conceito específico (força nuclear) será assimilado pelo conceito mais inclusivo (força) já adquirido. Entretanto, considerando que esse tipo de força é de curto alcance (em contraposição aos outros que são de longo alcance), não somente o conceito de força nuclear adquirirá

significado, para o aluno, mas também o conceito geral de força que ele já possuía será modificado e tornar-se-á mais inclusivo (i.e., seu conceito de força incluirá agora também forças de curto alcance). (MOREIRA, 2009c, p. 19)

No entanto, se o aprendiz não estiver disposto a aprender, nada impede que ele memorize mecanicamente o conteúdo ensinado. De acordo com a teoria de Ausubel, a *predisposição para aprender* também é uma condição para que a aprendizagem significativa ocorra. Além dessa, outra condição é que o material instrucional seja *potencialmente significativo*, ou seja, possibilite ancoragem das novas informações àquilo que o indivíduo já sabe (MOREIRA 2009a).

No intuito de promover a aprendizagem preconizada por Ausubel, alguns princípios e estratégias são fundamentais. Os *organizadores prévios*, por exemplo, que são materiais introdutórios (textos, matérias jornalísticas, vídeos...), do tipo *expositivo* ou *comparativo*, apresentam-se como ferramentas importantes quando o aprendiz não possui os subsunçores (ancoradouros) 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 2009a).

Cabe ainda salientar a importância de utilizar estratégias comprometidas com a promoção de dois processos interligados que ocorrem durante a aprendizagem significativa: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa*.

Segundo Moreira (2009a), a diferenciação progressiva é um mecanismo de diferenciação de conceitos baseada no princípio da inclusão. Ao conceito mais geral (inclusor), primeiramente assimilado pelo aprendiz, vão sendo incluídos progressivamente os conceitos mais específicos subordinados. Este processo, além de estabelecer uma hierarquia conceitual, vai progressivamente diferenciando os conceitos inclusores, tornando-os mais sofisticados, aumentando a gama de conhecimentos dos quais podem servir de ancoradouro.

O conceito de transformações da matéria, por exemplo, pode ser diferenciado à medida que se incluem conceitos subordinados, como os de fenômeno físico e reação química, processo endotérmico e exotérmico. Desta forma, durante o processo de aprendizagem, tanto o conceito de reação química

pode ser ancorado, como a ideia de “transformações” (inclusor) passa a ter novo significado para o aprendiz.

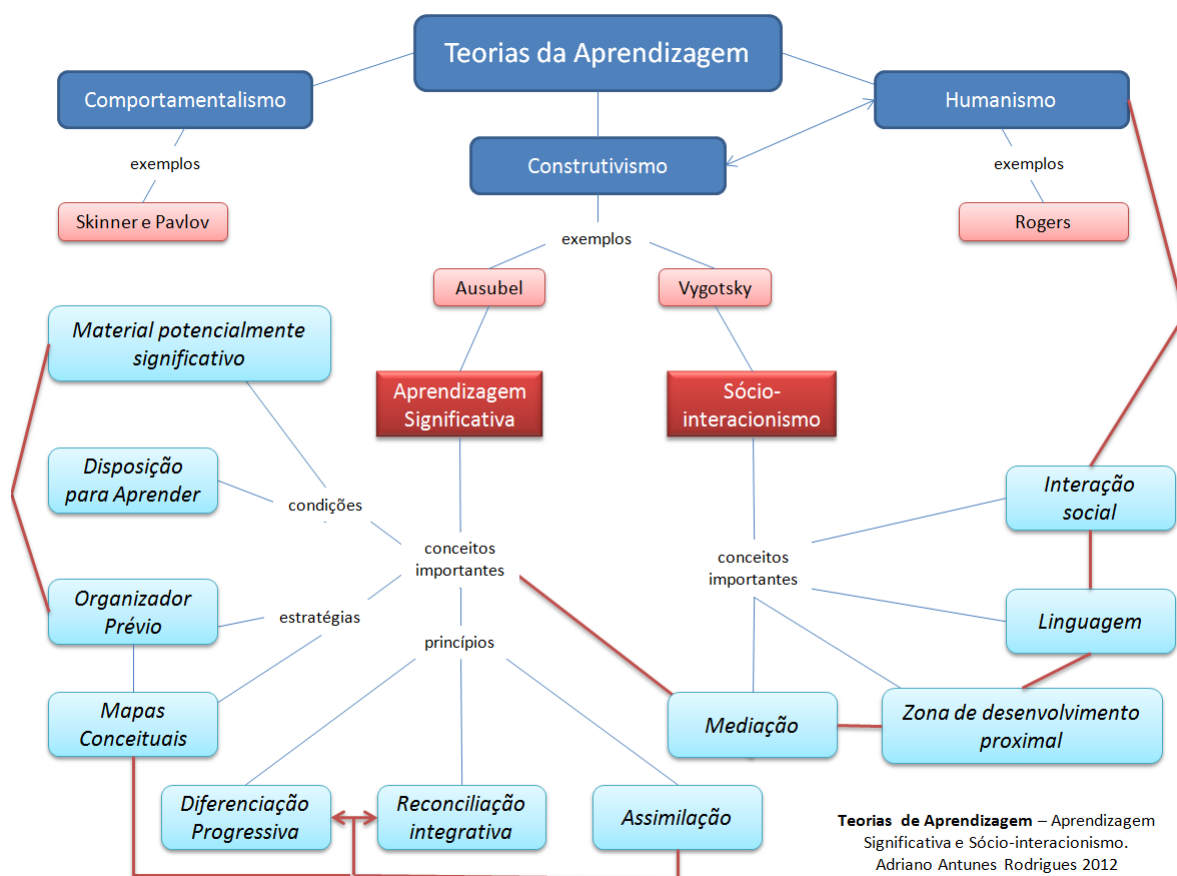
A reconciliação integrativa é o processo pelo qual os conceitos mais gerais surgem da interação entre conceitos mais específicos. Imagine que um aluno que tenha consolidado o conhecimento sobre ligações químicas e geometria molecular e pudesse combinar seus significados de forma a compreender a solubilidade, que é um conceito mais geral. A diferenciação progressiva e reconciliação integrativa são processos intimamente relacionados, de forma que:

Toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições. A reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. É um processo cujo resultado é o explícito delineamento de diferenças e similaridades entre ideias relacionadas (MOREIRA 2009b, p. 9).

Neste contexto, os *mapas conceituais* apresentam-se como uma boa ferramenta 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 explicitam suas relações e hierarquia (MOREIRA 1992). Um exemplo de mapa conceitual é representado na Figura 1, onde é abordado o tema teorias de aprendizagem.

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).

Figura 1 – Mapa conceitual sobre teorias de aprendizagem



Fonte: <http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>

Mapas conceituais são organizações bem particulares do sujeito que os idealiza. Quando dois especialistas de uma área constroem mapas sobre sua especialidade, muito provavelmente os mapas serão diferentes e podem estar igualmente corretos (MOREIRA 1992). Orientações sobre como se construir e usar mapas conceituais podem ser encontradas na literatura, como os trabalhos de Moreira (2006) e Tavares (2007).

3.1.1 A VISÃO CRÍTICA

A visão crítica da aprendizagem significativa, introduzida por Marco Antônio Moreira, é também denominada como subversiva ou antropológica. Esta visão agrega valores epistemológicos modernos à aprendizagem significativa, ou seja, não está preocupada apenas com a aprendizagem no aspecto conceitual, mas com

questões de valores subjacentes aos conceitos a serem aprendidos e com a atitude dos sujeitos diante do conhecimento.

[...] na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente. Ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo. (MOREIRA 2009a, p. 42)

Desta forma, Moreira (2009a) indica um posicionamento crítico frente à ciência, sua evolução, e também frente às implicações sociais do conhecimento científico. Abaixo estão listados alguns princípios facilitadores para uma aprendizagem significativa crítica:

Perguntas ao invés de respostas (estimular o questionamento ao invés de dar respostas prontas)

Diversidade de materiais (abandono do manual único)

Aprendizagem pelo erro (é normal errar; aprende-se corrigindo os erros)

Aluno como perceptor representador (o aluno representa tudo o que percebe)

Consciência semântica (o significado está nas pessoas, não nas palavras)

Incerteza do conhecimento (o conhecimento humano é incerto, evolutivo)

Desaprendizagem (às vezes o conhecimento prévio funciona como obstáculo epistemológico)

Conhecimento como linguagem (tudo o que chamamos de conhecimento é linguagem)

Diversidade de estratégias (abandono do quadro-de-giz). (MOREIRA 2009a, p. 42)

Os princípios citados levam a aprendizagem significativa para um viés que transcende esquemas cognitivos e agrega valores sócio-histórico-culturais e epistemológicos ao conhecimento e ao processo de ensino-aprendizagem.

3.2 VYGOTSKY E O SÓCIO-INTERACIONISMO

Para Vygotsky (1896-1934) o desenvolvimento da mente tem o contexto sócio-histórico-cultural como ponto de partida, ou seja, é por meio das interações sociais que acontece o desenvolvimento dos *processos mentais superiores* como

pensamento, linguagem, comportamento volitivo (GASPAR 1993, NUÑES e RAMALHO 2004, MOREIRA 2009c). Cabe salientar que esta internalização do social se dá pela *mediação*, como explica Moreira:

[...] a conversão de relações sociais em funções mentais superiores não é direta, é mediada e essa mediação inclui o uso de instrumentos e signos. Esse processo de interiorização implica uma mediação essencialmente humana e semiótica na qual a linguagem e, em particular, a palavra, é essencial. A palavra é o material privilegiado, é o elemento comum entre locutor e interlocutor, é uma amálgama de pensamento e linguagem, está sempre carregada de conteúdo ou de sentido ideológico (2009c, p. 19).

Partindo destas ideias podemos propor que uma atividade de ensino deve pautar-se na importância da linguagem como ferramenta essencial e na mediação como forma de converter as relações sociais em funções psicológicas.

De acordo com enfoque sócio-histórico-cultural ou sócio-interacionista, o ensino de determinados conceitos através de uma atividade mediada proporciona a formação de estruturas cognitivas necessárias à aprendizagem destes conceitos. No entanto, a proposição de novos conteúdos não pode extrapolar a capacidade mental do indivíduo. O que se pretende ensinar deve estar em um *nível de desenvolvimento potencial*, ou seja, não pode estar a uma grande distância da estrutura cognitiva preexistente, que é chamada de *nível de desenvolvimento real*.

Entre os dois níveis citados (*desenvolvimento real e potencial*) existe o que Vygotsky chama de *zona de desenvolvimento proximal*, uma espécie de desnível cognitivo que cada indivíduo tem para adquirir um conhecimento novo auxiliado por um parceiro mais capaz (GASPAR 2003).

Neste contexto, as interações sociais não podem ser resumidas a simples relações interpessoais. Segundo Gaspar (2003) a interação social no sentido vygostkyano do termo, não se dá por meio de qualquer discussão ou qualquer conversa entre alunos. O autor destaca que esta relação deve ser assimétrica, ou seja, deve haver participação de um parceiro mais capaz, que tenha mais conhecimento sobre o assunto da interação. Além disso, todos os participantes devem estar cientes das questões que originam a interação e das estratégias adotadas para respondê-las.

Interações sociais com estas características dão origem à aprendizagem, formal ou informal, ao levar os participantes a uma compreensão do conteúdo compatível com a do parceiro mais capaz (GASPAR 1993).

A associação de pressupostos teóricos ausubelianos e vygotskyanos aproxima-se da visão interacionista social da aprendizagem significativa. Segundo esta perspectiva

[...] o processo ensino-aprendizagem é visto como uma negociação de significados cujo objetivo é compartilhar significados a respeito dos materiais educativos do currículo. O professor (mediação humana) é quem já domina os significados aceitos no âmbito da matéria de ensino e o aprendiz é aquele que busca captar tais significados (MOREIRA 2009a, p. 35)

Segundo Moreira (2009a, p. 35), entende-se por negociação de significados, o processo onde o professor apresenta, “[...] de diversas maneiras e várias vezes se necessário”, os significados aos estudantes e busca evidências de que eles estão aprendendo. Já o aluno deve verificar se está captando os significados realmente aceitos no contexto da disciplina.

3.3 APROPRIAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

A aplicação da proposta busca aporte no Sócio-interacionismo e na Aprendizagem Significativa, de forma que o processo de construção do conteúdo de divulgação científica (*Spots* e *Blog*) seja permeado pela interação entre o grupo de licenciandos, engajados na construção dos materiais através de mecanismos que viabilizem o trabalho colaborativo e as trocas de significados e experiências entre alunos e professores.

A teoria de Ausubel deve permear tanto a dinâmica do processo quanto o material a ser produzido para a divulgação científica, de forma que o licenciando leve 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 científicos e noções

mais comuns, com os quais as pessoas estejam familiarizadas, como possíveis ancoradouros para os conceitos a serem trabalhados.

Também é na *aprendizagem significativa* que encontramos base para acreditar que a produção do material para divulgação no rádio e para a Internet, 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 a *predisposição* necessária para que os licenciandos busquem a compreensão da ciência a ser divulgada e do referencial que deve nortear esta divulgação.

Através deste trabalho, os alunos do curso de licenciatura devem aprender sobre Física, Ensino de Física 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. Nossas estratégias e materiais serão descritos nos próximos segmentos do trabalho.

4 O PRODUTO EDUCACIONAL

Desde o início do projeto não tínhamos a intenção de construir um texto de apoio com conteúdos de física. Uma breve análise de alguns produtos aplicados e descritos das dissertações do Mestrado Profissional em Ensino de Física revela que a fundamentação teórica dos trabalhos fica mais explícita na metodologia utilizada pelo professor (mestrando) do que no material em si. Embora esta seja uma opinião pessoal, construída a partir de leituras superficiais, parece sugerir um bom problema de pesquisa.

Se, em algum momento, percebermos que nossos materiais instrucionais preservam muitas características dos materiais tradicionais, poderíamos nos preocupar mais com os aspectos metodológicos de nossas propostas de ensino. Optamos então pela construção de um site que pudesse hospedar conteúdos diversificados e orientações para os estudantes desenvolverem seu trabalho. Trata-se de um ambiente dinâmico que vai sendo avaliado e modificado, ganhando forma durante a realização das atividades, para apresentar-se como um material potencialmente significativo.

4.1 RECURSOS MULTIMÍDIA

Buscamos disponibilizar conteúdo através da Internet, em um *site* que pudesse reunir textos, mapas conceituais e objetos de aprendizagem discutidos em sala de aula e remeter a outros materiais e referências disponíveis na rede. Desta forma, pensamos no uso do computador como *recurso multimídia* (ARAÚJO E VEIT, 2004). Esta modalidade de uso de computadores no ensino

[...] inclui uma grande variedade de elementos, como textos, sons, imagens, animações, vídeos e simulações. A ideia é organizar estes elementos em módulos, de modo a fornecer contextos didáticos sobre o tópico em estudo. Os módulos e os elementos estão normalmente inter-relacionados por *links*, possibilitando que o aluno interaja com o material decidindo o caminho a seguir de acordo com seus interesses. Também foram incluídos nesta categoria *softwares* para a construção de materiais didáticos multimídia (p. 10).

No mesmo sentido Issing (2004) afirma que

[...] multimídia permite ao usuário vasculhar um conjunto de informações, ou resolver problemas complexos, usando segmentos particulares de informação disponível, ou executar experiências por simulação, ou participar de excursões virtuais pelo cyberspace onde ele pode ver e fisicamente interagir com objetos em realidades virtuais (ISSING 2004).

Embora pudessemos melhorar muito em alguns aspectos, como interatividade, por exemplo, nosso *site* foi proposto desde o início do trabalho como repositório de conteúdos e instruções para as atividades a serem realizadas pelos alunos envolvidos. Livros, apostilas, artigos, mapas conceituais, vídeos e objetos virtuais de aprendizagem, são exemplos de materiais que estão presentes no *site*, como anexos ou por meio de ligações externas (de outros *sites*). Além do direcionamento para as referências a serem utilizadas no projeto e para textos, mapas e simulações discutidos em sala de aula, o site também tem instruções para as atividades realizadas. A figura 2 é a página inicial do *site* e contém todos os elementos fixos (cabeçalho e barra de navegação à esquerda).

Figura 2 – Página inicial do *site*

The screenshot shows the homepage of the 'Ondas da Ciência' website. At the top left is the logo of Instituto Federal Santa Catarina. The header is blue with the title 'Ondas da Ciência' and subtitle 'Divulgação Científica no Ensino das Ciências'. Below the header is a navigation bar with links for 'Início', 'Passo a Passo', and 'Blog dos Alunos'. On the left side, there is a vertical navigation menu with sections: 'Sobre o Projeto' (containing 'Início', 'Entendendo a Proposta', 'Passo a Passo'), 'Textos de Apoio' (containing 'Radioatividade e Energia Nuclear', 'Divulgação Científica - DC', 'Teorias de Aprendizagem', 'Epietmologia e História das Ciências'), and 'Links Externos' (containing 'Ondas da Ciência - Nosso Blog', 'IF-SC' with sub-links for 'Campus Araranguá' and 'Licenciatura em Física', and 'UFRGS' with sub-link for 'Instituto de Física'). The main content area is titled 'Início' and contains the following text: 'Este espaço busca dar aporte à aplicação de um projeto de divulgação científica por meio do rádio e da internet. Trata-se de uma estratégia para promover a aprendizagem de conteúdos de Física (radioatividade e energia nuclear) em uma turma do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do IF-SC, Campus Araranguá. A estratégia aqui disponibilizada pode ser adaptada e aplicada a outros contextos de ensino, nos quais se queiram envolver alunos na produção de conteúdos destinados à divulgação científica, como forma de promover a aprendizagem em Ciências da Natureza em uma abordagem interdisciplinar. O diagrama ao lado é um guia para exploração deste site, clique sobre a imagem para ampliá-la.' To the right of this text is a 'Guia de exploração' diagram with a 'Clique sobre a imagem para ampliá-la' instruction. At the bottom, there are logos for Instituto Federal Santa Catarina, UFRGS, and Instituto de Física, along with the text 'Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física'.

Fonte: <http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>

O *site* foi editado à medida que o trabalho foi se desenvolvendo. Embora os conteúdos e referências utilizados continuem sendo os mesmos, o discurso, que antes era predominantemente instrucional, passou a agregar um caráter descritivo,

ou seja, ao invés de apenas indicar o que fazer, começa a descrever o que foi feito durante o trabalho com nossos alunos. Foram criados, por exemplo, uma página com o título *passo a passo* e um esquema na página inicial para facilitar a exploração do próprio *site*, uma espécie de mapa, mas com informações de cada página. Ao final do trabalho, o *blog* desenvolvido pelos alunos também foi agregado ao produto aqui descrito. Este *blog* apresenta-se como resultado integral das atividades desenvolvidas, uma vez que nele também são postados os arquivos de áudio contendo os *spots* produzidos.

O *site* e o *blog* foram desenvolvidos com o *Google Sites* e o *Blogspot*, respectivamente, ambas as ferramentas disponibilizadas gratuitamente pela empresa *Google*. Dentre os motivos que nos levaram a utilizar estas ferramentas estão a gratuidade, a facilidade de utilização – a exemplo das redes sociais, como o *Orkut* ou *Facebook*, têm uma interface agradável e intuitiva. Os arquivos ficam armazenados nos servidores do *Google*, no entanto, para os menos afoitos com relação à navegação nas nuvens, fica a possibilidade de fazer cópias de segurança dos arquivos anexados e do próprio *blog*.

Os recursos que se podem utilizar com relativa facilidade tornam o *Google Sites* e o *Blogspot* ferramentas bem democráticas, pois além de serem muito difundidas socialmente, permitem agregar facilmente documentos, vídeos e imagens associados ou não a contas do usuário em outros serviços gratuitos disponibilizados pela empresa (*Google Docs*, *Google Books*, *Youtube*, *Picasa*...). Estas ferramentas podem ser utilizadas por professores e alunos de todas as redes de ensino, sem que estes tenham conhecimentos aprofundados em informática. O *site* pode ser acessado em <<http://sites.google.com/site/ondasdaciencia>> e o *blog* em <<http://ondasdaciencia.blogspot.com>>.

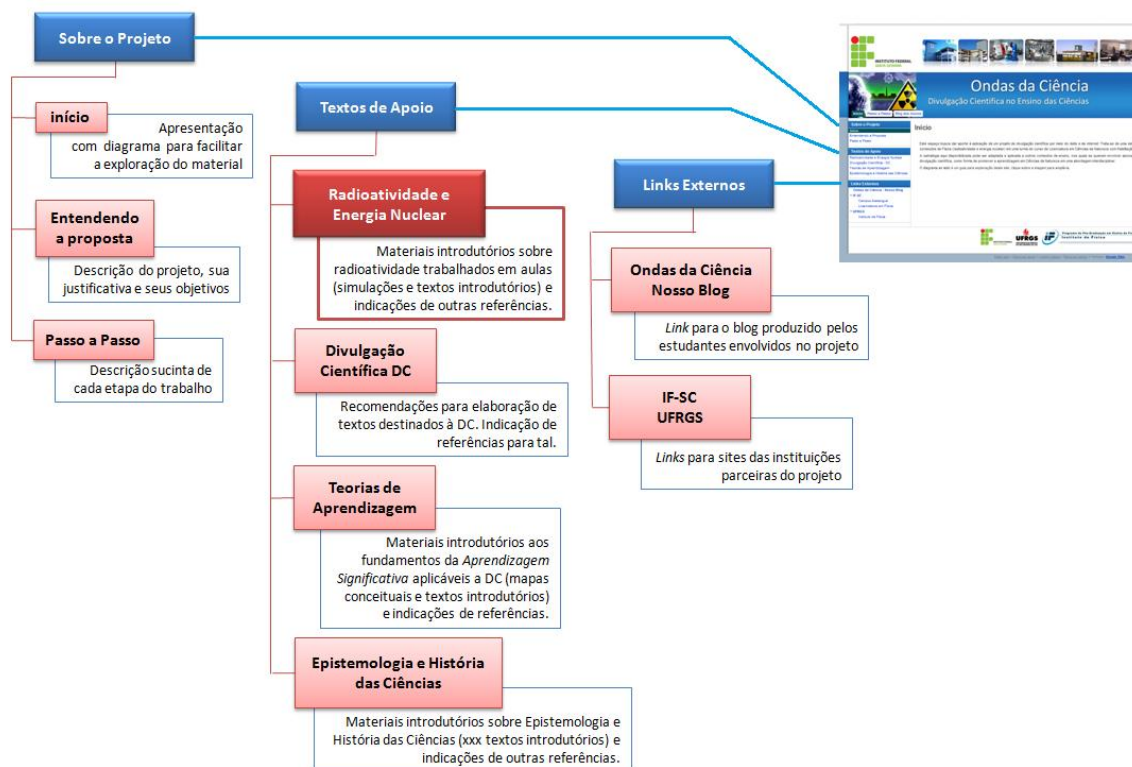
4.2 ESTRUTURA DO SITE

O cabeçalho e a barra de navegação vertical à esquerda compõem elementos fixos comuns a todas as páginas do *site*. A barra de navegação remete a todas as páginas e está dividida em três partes, a saber:

- Sobre o projeto
 - Início – Apresentação e guia de exploração do *site*.
 - Entendendo a Proposta – Descrição do projeto, justificativas e objetivos.
 - Passo a Passo – Descrição sucinta do desenvolvimento do projeto (aspectos metodológicos).
- Textos de apoio – Textos, artigos, livros, mapas conceituais, objetos virtuais de aprendizagem, usados em aulas nas três unidades curriculares envolvidas no projeto e indicação de referências disponíveis eletronicamente ou na biblioteca do IF-SC, sobre:
 - Radioatividade e Energia Nuclear
 - Divulgação Científica
 - Teorias de Aprendizagem
 - Epistemologia e História das Ciências
- Links Externos
 - *Blog* produzido pelos alunos
 - *Links* para instituições parceiras (IF-UFRGS, IF-SC...)

Esta organização pode ser visualizada na página inicial por meio da figura 3, um guia para exploração do site presente na página inicial. Este guia mostra apenas a organização do material, não introduz necessariamente uma ordem de exploração dos tópicos, mas o que é tratado em cada nível de navegação, de forma que professores interessados em conhecer nossa proposta possam se familiarizar rapidamente com sua estrutura.

Figura 3 – Guia para exploração do site



Fonte: <http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>

Embora o objetivo principal do material seja apresentar uma estratégia pedagógica e remeter aos conteúdos importantes para o trabalho dos alunos, o foco das discussões durante o uso do material tem sido o aspecto conceitual. Nos próximos segmentos, pretendemos salientar nossa preocupação e as potencialidades da estratégia para promover a aprendizagem de conceitos científicos por parte dos alunos envolvidos no trabalho.

4.3 O BLOG PRODUZIDO PELOS ALUNOS

O conteúdo produzido pelos alunos, sobre radioatividade e energia nuclear está integralmente disponível no *blog* (<http://ondasdaciencia.blogspot.com>), inclusive os arquivos de áudio contendo os *spots*. A Figura 4 mostra a página inicial do *blog*, pode-se perceber que este mantém a identidade visual do projeto, com cores e fontes similares ao *site* (material de apoio).

Figura 4 – Página inicial do *blog*.



Fonte: <http://ondasdaciencia.blogspot.com>

A página inicial, onde normalmente se colocam as postagens contém uma mensagem de boas-vindas e logo remete para a exploração do conteúdo nas cinco páginas em que este está distribuído.

O *blog* está organizado da seguinte forma:

- ✓ **Página inicial – Boas-Vindas:** Informações básicas sobre o *blog* e direcionamento para os demais conteúdos.
- ✓ **Alguns Conceitos:** introdução de conceitos e princípios fundamentais para a compreensão da radioatividade (aspectos históricos, estrutura atômica, força elétrica, força nuclear, decaimentos alfa, beta e gama, meia vida)
- ✓ **Aplicações:** descrição superficial de algumas aplicações como exames, tratamentos médicos e tratamento de alimentos.
- ✓ **Geração de Energia:** introdução de conceitos de fissão e fusão nuclear, aspectos básicos dos processos de geração de energia elétrica, vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear.

- ✓ **Uso bélico:** aspectos históricos do uso bélico da energia nuclear e suas consequências para a humanidade, retomada de conceitos como fissão nuclear e radiação gama.
- ✓ **Acidentes Nucleares e Radiológicos:** descrição de alguns acontecimentos importantes (Goiânia, Chernobyl, Fukushima), reflexões sobre causas de acidentes, características das radiações nucleares emitidas, matriz energética. Documentário sobre o desastre de Chernobyl.

Apesar do *blog* ser um sistema dinâmico, uma espécie de diário eletrônico, escolhemos o formato de páginas independentes e fixas, mas que devem ser revistas periodicamente, buscando adequar imprecisões conceituais ou melhorar a compreensão por parte dos leitores do material, além de postar notícias e matérias interessantes sobre o assunto. Desta forma, fez-se necessário um projeto de iniciação científica para elaboração e avaliação de materiais de DC, de forma que, o material produzido por alunos da licenciatura esteja sempre atualizado e o projeto tenha continuidade. Os resultados desta iniciativa serão abordados mais adiante em nosso texto.

5 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 Física, 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, são abordados temas da Física, de uma forma acessível ao público não especializado, envolvendo um processo de produção de roteiros e seleção de temas, 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. Desta forma, esperamos consolidar no curso, uma cultura de construção de conhecimento voltada para a divulgação científica, de forma a disponibilizar conteúdo científico de qualidade ao público geral e, principalmente, incentivar a construção e transposição do conhecimento pelos estudantes envolvidos.

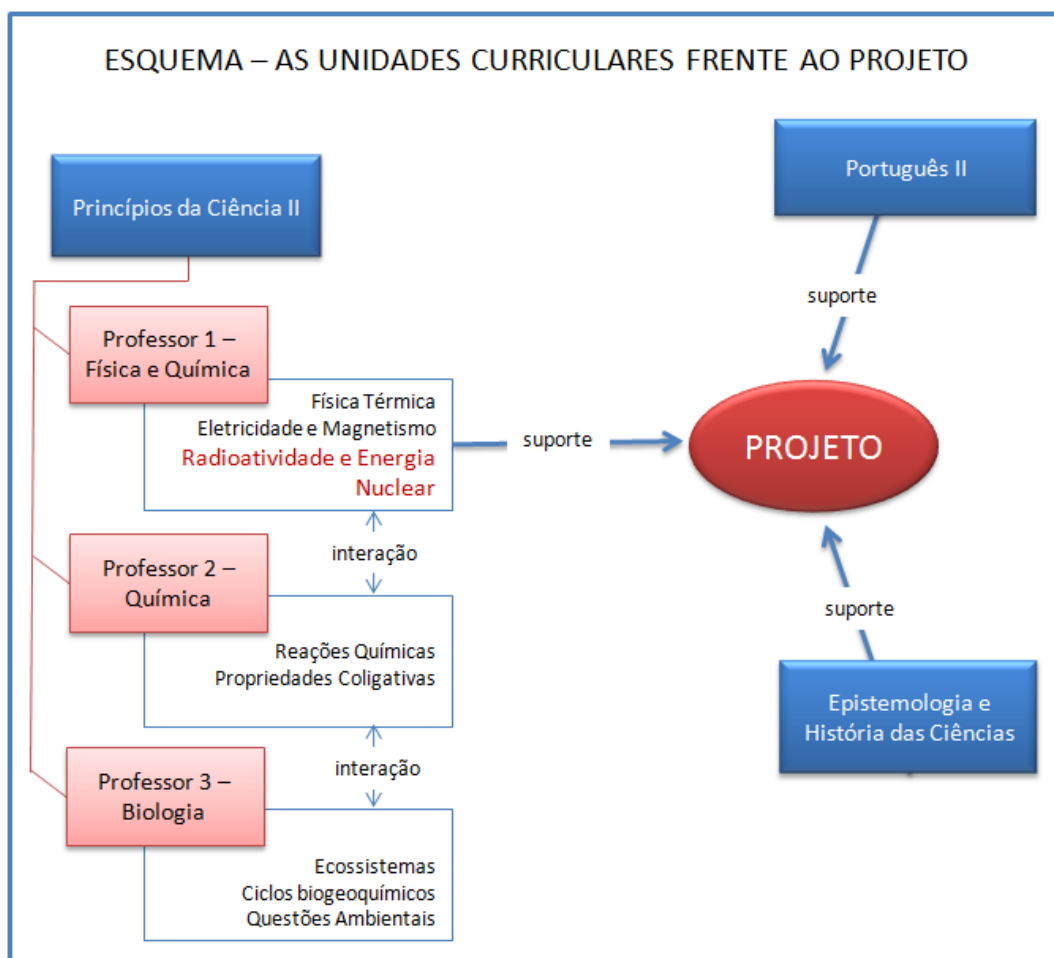
O trabalho foi aplicado em uma turma de segundo módulo (segundo semestre) de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física. As atividades fazem parte da integralização do módulo em três unidades curriculares, a saber: Princípios da Ciência II (PCI II), Português II (PTG II) 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 Física, Química e Biologia. É ministrada por três professores sendo um deles licenciado em Química e habilitado em Física e responsável pelas aulas dos seguintes conteúdos: Física Térmica, Eletricidade e Magnetismo, e **Radioatividade e Energia Nuclear**, que constam na ementa da unidade curricular (Anexo A). Quanto aos outros dois professores de PCI II, um é licenciado em Biologia e outro em Química também habilitado em Física, no entanto estes últimos não participaram ativamente do projeto.

As unidades curriculares Português II e Epistemologia e História das Ciências foram envolvidas mais ativamente no projeto uma vez que os conteúdos abordados nelas deveriam ser também subsídios para a realização das atividades propostas, de forma que as principais referências e textos trabalhados nestas duas unidades foram também disponibilizados no *site* do projeto. A Figura 5 mostra um primeiro esquema da participação das unidades curriculares no projeto idealizado, e também os conteúdos curriculares trabalhados na disciplina PCI II, nesta turma de segundo módulo.

Figura 5 – Esquema sobre as unidades curriculares frente ao projeto.



Fonte: <http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>

Não é possível determinar exatamente a carga horária das unidades PTG II e EHC destinada ao projeto, pois os conteúdos trabalhados ao longo das duas disciplinas encaixam-se como demandas do mesmo. Contudo podemos informar exatamente a carga horária destinada, em cada unidade curricular, para a realização de atividades com os alunos em todas as unidades curriculares envolvidas. Mesmo 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 anteriormente na disciplina, foram essenciais para a compreensão dos conceitos e aplicações da radioatividade e energia nuclear.

O Quadro 2 mostra o envolvimento das disciplinas em termos de cargas horárias destinadas às atividades realizadas, contudo salientamos que o projeto integrou os conteúdos estudados ao longo do módulo.

Quadro 2 – carga horária, por unidade curricular, destinada ao projeto.

Disciplina (sigla)	Tempo para as atividades
Princípios da Ciência II (PCI II)	16 horas
Epistemologia e História das Ciências (EHC)	6 horas
Português II (PTG II)	4 horas

Os conteúdos tratados durante a realização do projeto estão no *site* descrito no capítulo 4, que serviu como material de apoio para as atividades realizadas no âmbito do projeto. Seguimos agora com uma descrição sucinta destas atividades.

5.1 PRIMEIRA ETAPA: EXPONDO A PROPOSTA E SEUS OBJETIVOS

Esta etapa 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 Vygostskyano (GASPAR, 2003). Para esta atividade foi destinada uma hora na qual foi feita uma exposição sobre o projeto e apresentação do site como repositório de conteúdo e de orientações descritas a seguir:

Atividades a serem realizadas pelos alunos:

- ✓ Produção textual de roteiros para o rádio (*spots*) e de um *blog* abordando assuntos de ciências/física.

Objetivos a serem atingidos no projeto:

- ✓ Compreender, através da interação entre o grupo envolvido no projeto (alunos e professores) e o meio no qual este está inserido, os conceitos científicos inerentes ao material a ser desenvolvido, agregado de aspectos históricos e epistemológicos.

- ✓ Compreender e utilizar a aprendizagem significativa como referencial teórico de ensino-aprendizagem, norteando a transposição dos conteúdos científicos para buscar a compreensão por parte do público.
- ✓ Compreender os caminhos, métodos e particularidades da divulgação científica, especialmente os referentes à comunicação radiofônica.

O que levar em conta para elaborar material para Divulgação Científica (DC):

- ✓ **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 o aluno tente 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.

A avaliação tem como base a participação e evolução dos alunos nas questões conceituais evidenciadas nas discussões e no material produzido pelos mesmos, como os mapas conceituais e a produção textual.

5.2 SEGUNDA ETAPA: ESCOLHENDO OS TEMAS

Aqui poderíamos usar vários critérios. Em nosso caso, o tema 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 curriculares 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 (Apêndice 1) sobre o mesmo, com questões 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 mostraram os caminhos para os próximos passos, de forma que pudéssemos organizar as exposições e atividades respeitando o nível de conhecimento destes alunos.

Os resultados da aplicação do questionário serão discutidos posteriormente no segmento de análise deste trabalho, de forma que se possa perceber como esta ferramenta, assim como as conversas iniciais, foi importante para a continuidade do trabalho. Para esta atividade foram destinadas duas horas na unidade curricular PCI II.

5.3 TERCEIRA ETAPA: ORGANIZADORES PRÉVIOS

Nesta etapa foram feitas exposições sobre alguns princípios básicos dos temas enumerados a seguir. Ao fim de cada exposição o professor apontou

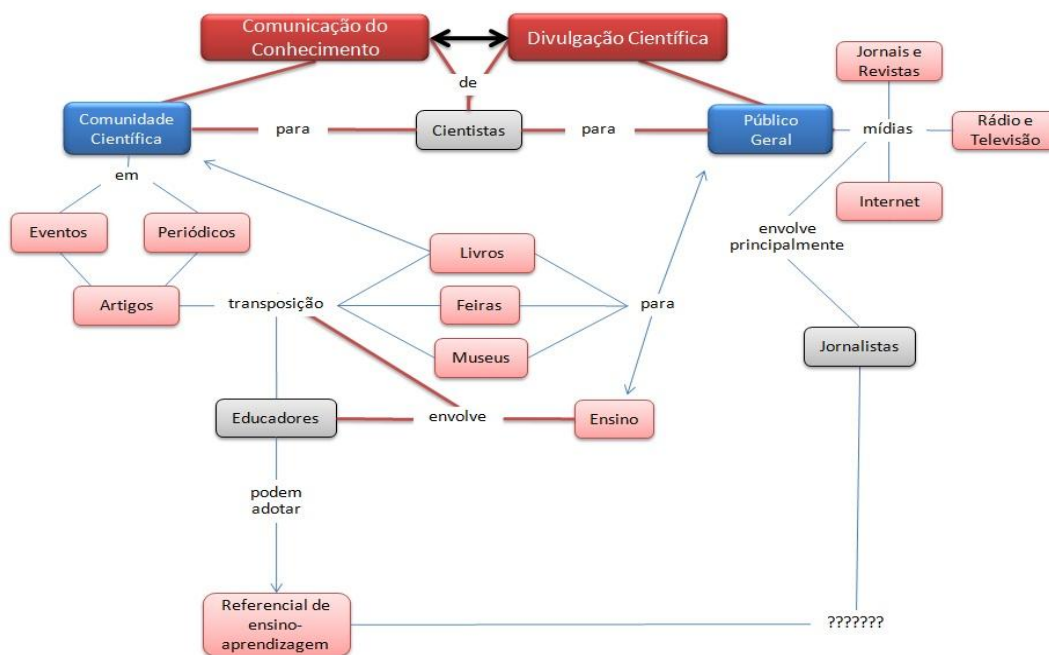
referências para um aprofundamento teórico e propôs a elaboração de mapas conceituais como atividade.

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA – Foi ministrada uma aula expositiva (aproximadamente uma hora) onde foi discutida uma definição de DC para o trabalho em questão, com algumas discussões de cunho ideológico que são disponibilizadas em nosso *site*. Não se trata de uma unidade sobre DC, mas uma tentativa de trazer temas que estavam sendo aprofundados na unidade curricular Português II, no mesmo módulo, com o objetivo de articular o conteúdo estudado naquela unidade curricular ao projeto que estava sendo desenvolvido principalmente em Princípios da Ciência II.

Nesta atividade foi discutido o texto inicial da página *Divulgação Científica*, disponível em nosso *site*, e situado nosso projeto em um contexto da DC que se apresenta na sequência dos mapas conceituais das figuras 6 e 7, que estão também disponíveis na mesma página. Além disso, foram indicadas referências para DC no rádio e na Internet. Cabe lembrar que a página na Internet conta com materiais abordados nas outras unidades curriculares envolvidas no projeto.

Figura 6 – Mapa conceitual sobre Divulgação Científica 1.

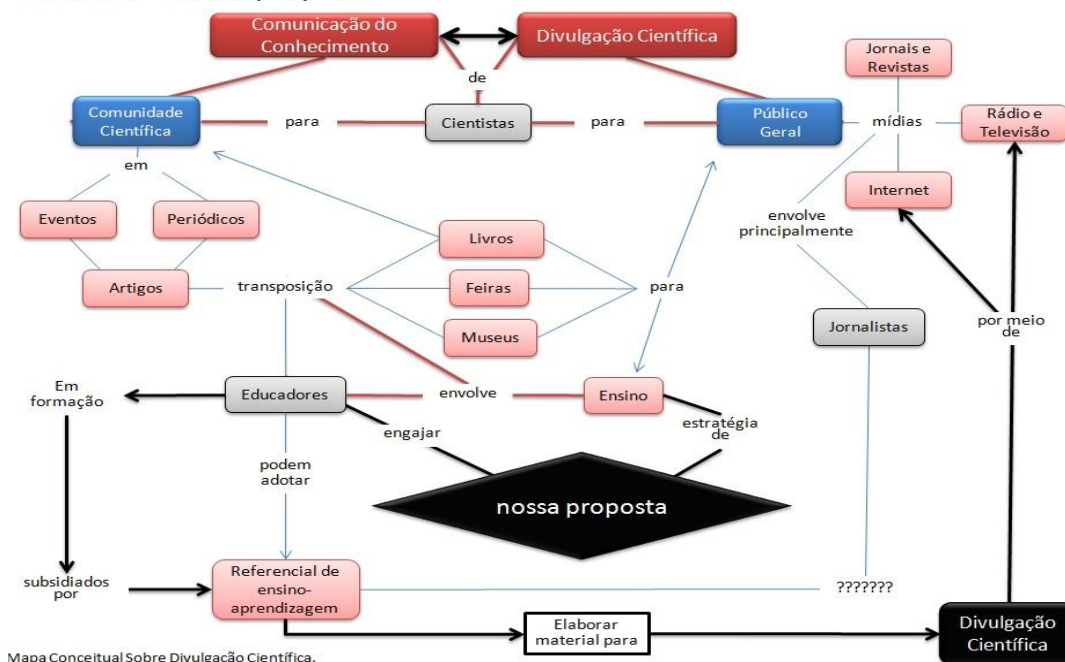
MAPA 1 - DC



Fonte: <http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>

Figura 7 – Mapa conceitual sobre DC 2 – situando nossa proposta.

MAPA 2 - Nossa proposta



Mapa Conceitual Sobre Divulgação Científica,
Adriano Antunes Rodrigues, 2011.

Fonte: <http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>

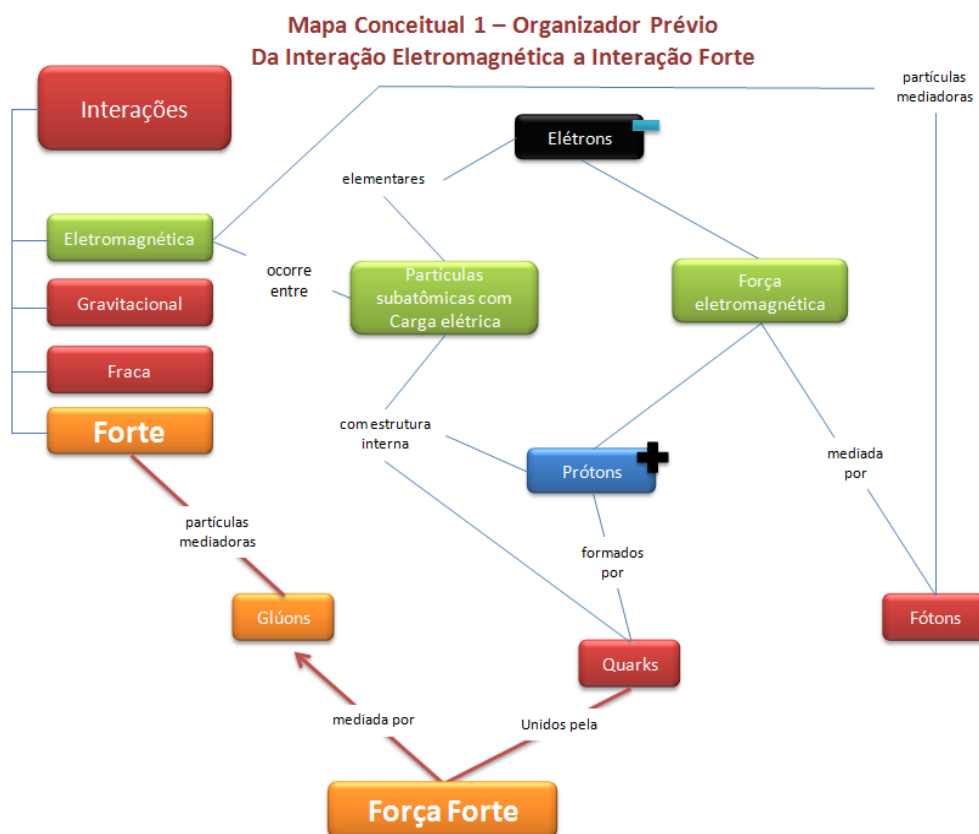
TEORIAS DE APRENDIZAGEM – Foram utilizados dois mapas conceituais (apêndice 3) para abordar alguns fundamentos importantes da Teoria da Aprendizagem Significativa e situá-la frente a outras teorias de aprendizagem. Além disso, foi sugerida como tarefa a leitura de um texto (artigo) também disponível em nosso *site*, para aprofundamento teórico e subsídio para realização das atividades que seriam propostas adiante. O texto sugerido foi o artigo *A Divulgação Científica Fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma proposta com o tema radioatividade e sua implementação*, apresentado por Felipe Damasio e Aline Tavares, em janeiro de 2011 no XIX Simpósio Brasileiro de Ensino de Física.

Cabe salientar que no primeiro módulo do curso de licenciatura os alunos já haviam estudado a aprendizagem significativa visando compreender o referencial teórico para elaboração de mapas conceituais e diagramas V. Para o nosso trabalho foi dedicado o tempo de uma hora para esta exposição e os recursos utilizados (textos, mapas conceituais) podem ser acessados na página *Teorias de Aprendizagem* de nosso *site*.

RADIOATIVIDADE E ENERGIA NUCLEAR – Nesta etapa foram feitas exposições sobre alguns conceitos básicos como:

- i) **Forças e interações**, com auxílio do mapa conceitual (figura 8) disponível no *site* <<http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/radioatividade>>. Embora os alunos deste módulo já tivessem participado de um seminário, no módulo anterior, sobre partículas elementares, foi possível perceber, durante a apresentação do mapa, que estes alunos já haviam esquecido muitos conceitos básicos. Apresentamos então um segundo mapa conceitual sobre partículas elementares, forças e interações que culminam na constituição do átomo (figura 9).

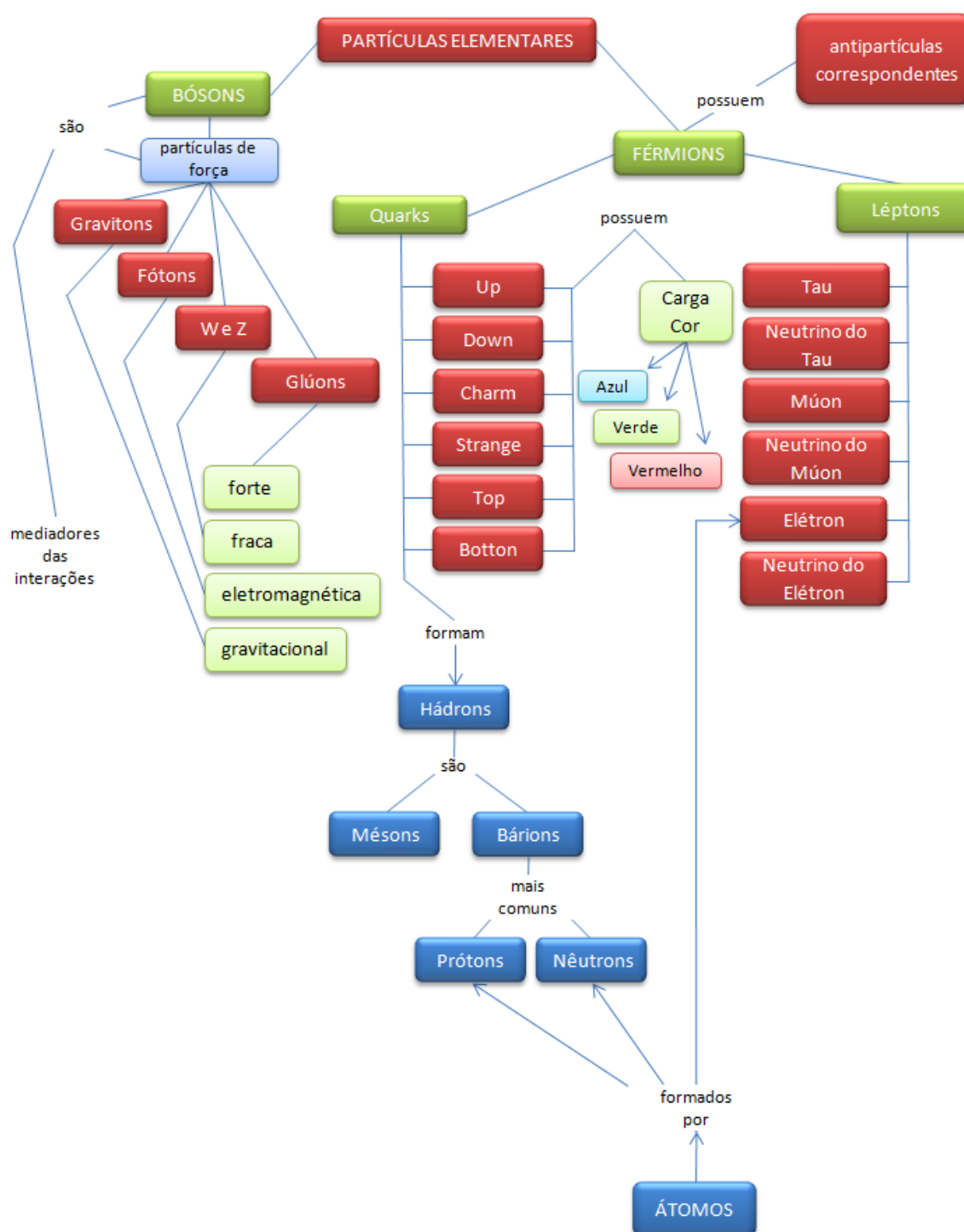
Figura 8 – Mapa conceitual: Interação eletromagnética e interação forte.



Fonte: <http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>

Figura 9 – Mapa conceitual: Das partículas elementares ao átomo.

Mapa Conceitual 2 – Modelo padrão de partículas



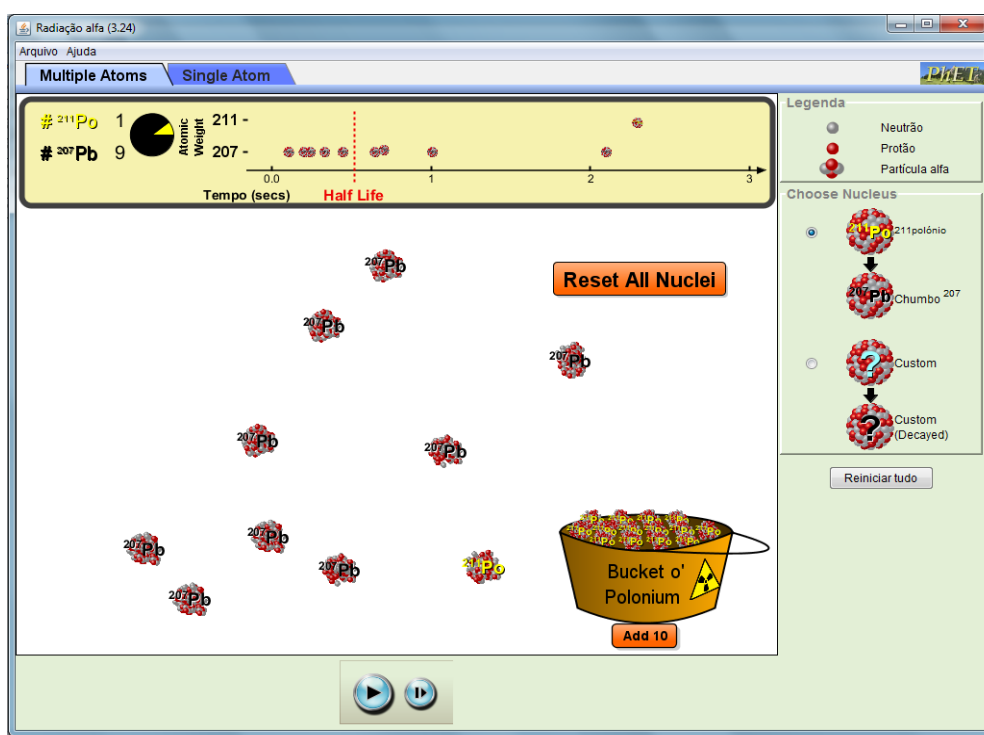
Fonte: <http://sites.google.com/site/ondasdaciencia/>

ii) Dinamicidade do núcleo atômico, decaimentos alfa, beta e gama, transmutação e meia vida. Esta atividade foi realizada no laboratório de informática onde apresentamos a apostila *Radioatividade* desenvolvida pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), através de uma breve exposição e discussão de alguns de seus tópicos:

- a. A estrutura da matéria e o átomo,
- b. Estrutura do núcleo,
- c. Os isótopos,
- d. Radioatividade,
- e. Radiação alfa ou partícula alfa,
- f. Radiação beta ou partícula beta,
- g. Radiação gama,
- h. Partículas e ondas,
- i. Atividade de uma amostra,
- j. Desintegração ou transmutação radioativa,
- k. Meia-vida.

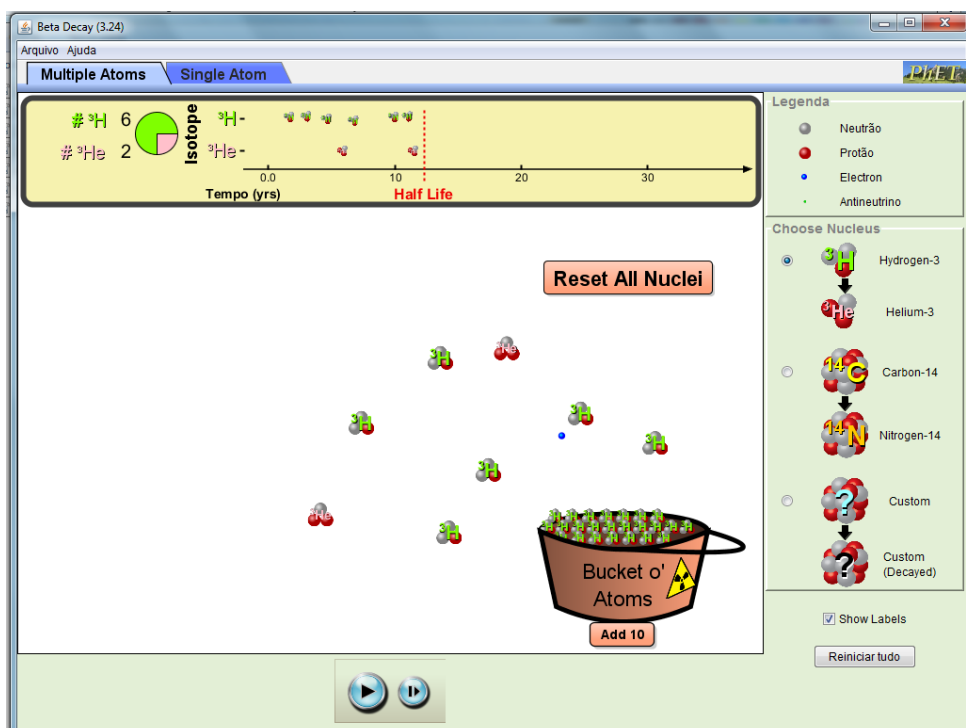
Os conceitos foram explicados no quadro (com projeções) com ajuda das ilustrações da apostila e exploração de duas simulações do programa *Phet* da Universidade do Colorado (*Decaimento Alfa e Decaimento Beta*). Os alunos puderam explorar as simulações e fazer perguntas ao professor tirando dúvidas, sendo que o conceito de meia-vida foi o mais recorrente entre as indagações. As figuras 10 e 11 mostram as interfaces das simulações de decaimento alfa e beta respectivamente.

Figura 10 – Simulação *Phet* do decaimento alfa.



Fonte: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics

Figura 11 – Simulação *Phet* do decaimento beta

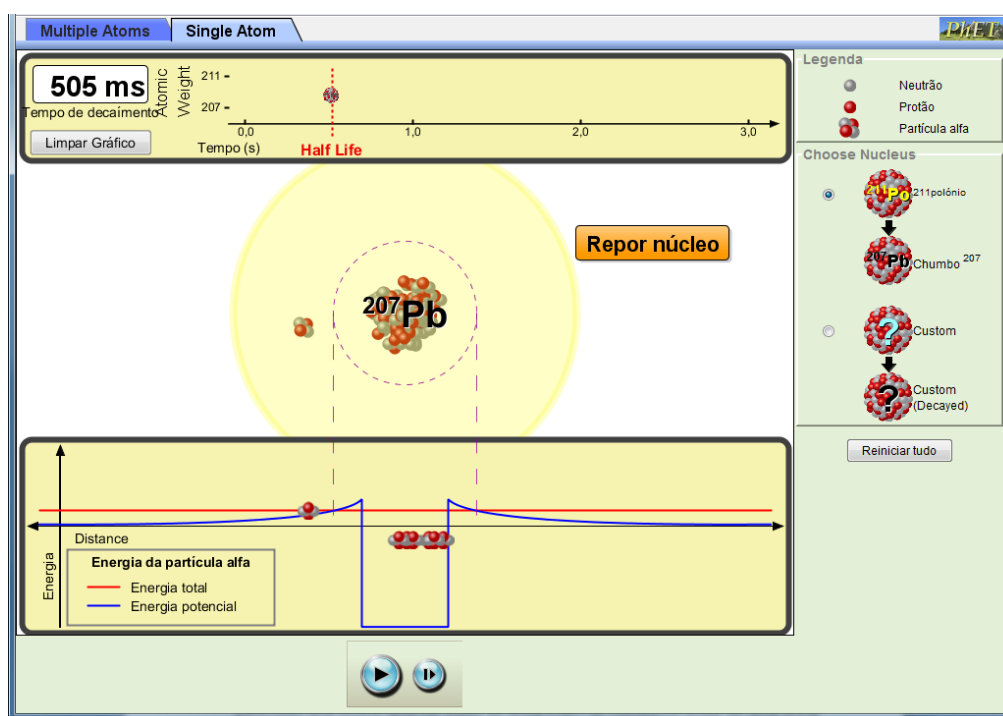


Fonte: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics

O segundo quadro da simulação sobre decaimento alfa (Figura 12) requer a compreensão de conceitos como poços de potencial e tunelamento, o que

julgamos inadequado apresentar formalmente nesta etapa introdutória. Contudo o quadro foi explorado para abordar princípios importantes, a imagem do núcleo representado na simulação mostra que este é um sistema dinâmico e a ejeção de partículas alfa ocorre quando estas se distanciam do núcleo no limite de uma linha imaginária pontilhada. Esta linha indica o limite onde a força elétrica (repulsiva) começa a superar a força nuclear forte (atrativa).

Figura 12 – Simulação Phet – Ejeção de partícula alfa



Fonte: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics

- iii) **Fissão, fusão nuclear, processos de geração de energia e impactos ambientais.** Foi feita breve apresentação de uma segunda apostila da CNEN: *Energia Nuclear*. Neste momento foi feita uma exposição sobre:
- A ENERGIA NUCLEAR,
 - Utilização da Energia Nuclear,
 - Fissão Nuclear,
 - Reação em Cadeia,
 - Enriquecimento de Urânio,
 - Fusão nuclear.

Durante esta exposição também foi utilizada (explorada pelos alunos e explicada pelo professor) a simulação *Fissão Nuclear* do programa *Phet* que possui três quadros distintos: fissão, reação em cadeia e reator nuclear.

Como atividade integradora, os alunos elaboraram em grupos um mapa conceitual sobre radioatividade e energia nuclear (para esta atividade foram feitos três grupos de quatro alunos e um grupo de cinco alunos). Os mapas foram apresentados na semana seguinte 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.

O tempo destinado a esta terceira etapa do trabalho foi distribuído de acordo com o Quadro 3.

Quadro 3 – Atividades da terceira etapa.

Tema	Atividade	Tempo (disciplina)
Divulgação científica	Exposição/discussão	1 hora (PCI II)
Teorias de Aprendizagem	Exposição/discussão	1 hora (PCI II)
Radioatividade e Energia Nuclear	Exposição/discussão	4 horas (PCI II)
	Elaboração de mapas	1 hora (PCI II) 1 hora (EHC)
	Apresentação/discussão dos mapas	1 hora (PCI II)
	Reelaboração dos mapas	1 hora (EHC)
	<i>Feedback</i>	1 hora (PCI II)

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.

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.

Todos os textos, simulações e mapas conceituais utilizados nas exposições descritas nesta etapa podem ser acessados em nosso *site* <<http://sites.google.com/site/ondasdaciencia>>, inclusive outras referências indicadas para que os alunos fizessem suas pesquisas no momento de elaborar os textos para o rádio e internet. Esta produção é descrita no próximo segmento deste capítulo.

5.4 QUARTA ETAPA: PRODUZINDO OS TEXTOS

O formato do *blog* foi definido pelos professores e alunos, de forma a ser dividido em subtemas, e cada um dos grupos divididos na etapa anterior ficaria encarregado de um subtema – tanto para a página do *blog* como para elaboração de um mínimo de quatro *spots* por grupo para o rádio. O Grupo 1, com cinco integrantes, era o maior, de forma que ficaram com o tema *Conceitos e Princípios Básicos*. Com o objetivo de dividir igualmente o trabalho, o tema *Geração de Energia* também foi separado das demais aplicações e ficou a cargo do Grupo 2.

O Grupo 3 ficou encarregado pela parte de aplicações (exceto geração de energia) e os alunos consideraram interessante a ideia de dividir a página em duas, uma que falasse de fins pacíficos e outra que abordasse o uso bélico. O tema Acidentes Nucleares e Radiológicos ficou sob a responsabilidade do Grupo 4. Quadro 4 apresenta a divisão de temas e páginas por grupo.

Quadro 4 – 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>

O tempo por unidade curricular destinado à quarta etapa do trabalho foi distribuído de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5 – Atividade da quarta etapa - produção dos textos.

Atividade	Tempo – disciplina (sigla)
Elaboração dos Textos	2 horas – Princípios da Ciência II (PCI II)
	2 horas – Epistemologia e História das Ciências (EHC)
	2 horas – Português II (PTG II)
	Extraclasse (uma semana para o início das discussões)

Os alunos dispuseram de uma semana para a construção da primeira versão dos textos e, durante esta semana, foram destinadas seis aulas das disciplinas (conforme Quadro 5). 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.

5.5 QUINTA ETAPA: 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. O tempo destinado à quinta etapa do trabalho foi distribuído de acordo com o Quadro 6.

Quadro 6 – Atividades da quinta etapa.

Atividade	Tempo – disciplina (sigla)
Revisão e discussão dos textos	2 horas – Princípios da Ciência II (PCI II)
	2 horas – Epistemologia e História das Ciências (EHC)
	2 horas – Português II (PTG II)
	Extraclasse (uma semana para entrega)

As figuras 13 e 14 são imagens das interações de grupos de alunos com os professores envolvidos no projeto.

Figura 13 – Revisão (discussão do conteúdo) com professor de Português.



Figura 14 – Revisão (discussão) com professor de Princípios da Ciência.



Uma vez produzida a versão final dos textos, foi novamente aplicado o questionário (agora editado Apêndice B) com as quatro primeiras questões daquele aplicado na etapa 2. No entanto foi omitida a questão sobre a origem dos conhecimentos sobre Radioatividade e Física Nuclear e uma nova questão foi introduzida (avaliação do projeto) 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.

5.6 SEXTA ETAPA: PUBLICANDO O MATERIAL (*BLOG E SPOTS*)

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 gravados⁴ em abril de 2012 e os arquivos de áudio também já estão disponíveis no mesmo *blog*. Para a gravação dos *spots* contamos com o suporte técnico da Rádio Transamérica FM de Araranguá e Rádio Araranguá AM, que também disponibilizaram espaço em sua

⁴Foram gravados 7 dos 21 *spots* produzidos no projeto, pois, como cada grupo realizou seu trabalho de uma forma independente, houve sobreposição de conteúdos, tornando o programa um pouco repetitivo. Além disso, algumas inserções continuaram muito longas ou com conceitos muito específicos para serem tratados no rádio no formato atual.

programação para a difusão dos mesmos. Na figura 15 temos dois dos professores do projeto no estúdio da rádio Araranguá AM, gravando algumas narrações.

Figura 15 – Gravação dos spots nos estúdios da rádio.



Ambas as rádios (AM e FM) cobrem a região sul de Santa Catarina e extremo norte do Rio Grande do Sul, área cuja população ultrapassa um milhão de habitantes. O Anexo B traz informações sobre a área de cobertura das rádios e o perfil dos ouvintes da rádio Transamérica na região. 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, *Campus Araranguá*, que já foi aprovado e conta atualmente com dois bolsistas (alunos do curso).

O próximo segmento trata da análise do trabalho realizado, sendo considerados dados obtidos de: i) textos produzidos pelos alunos, ii) questionários respondidos antes (etapa 2) e depois (etapa 5) da realização do projeto, iii) anotações e observações dos professores.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aqui são apresentados e discutidos alguns resultados da aplicação do projeto buscando asserções de conhecimento que nos permitam identificar suas contribuições para a formação dos alunos envolvidos. Apresentamos um quadro positivo oriundo de uma observação dos textos dos alunos e da evolução dos mesmos, assim como das percepções dos professores durante o processo, buscando informações que pudessem evidenciar a apropriação de conhecimentos necessários à realização das atividades propostas. Em seguida, passamos para uma análise das respostas aos questionários.

6.1 OS TEXTOS PRODUZIDOS PARA OS *SPOTS* E *BLOG*

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 os alunos tenham confirmado as percepções dos professores de que o trabalho foi positivo em termos de aquisição de conhecimentos. Neste segmento são mostradas estas percepções e alguns dos exemplos citados.

Voltamo-nos primeiramente para os textos produzidos pelos alunos (roteiros para os *spots* e textos do *blog*), no intuito de buscar elementos que evidenciem aprendizagem dos conceitos científicos inerentes ao tema radioatividade e energia nuclear, além de princípios da aprendizagem significativa e estratégias da divulgação científica. Como a evolução do tratamento conceitual se dá pela interação entre professores e alunos, não foi possível saber com precisão se o tratamento conceitual adequado presente nos textos indica que aluno realmente aprendeu ou se está apenas reproduzindo o discurso do professor ou do material de apoio em seus textos. Por outro lado, não poderíamos deixar de avaliar o conteúdo produzido pelos alunos como evidência de apropriação da linguagem científica, com relação a qual o professor é seu parceiro mais capaz.

6.1.1 Intervenções Pontuais – Adequação do Tratamento Conceitual

O Quadro 7 mostra o quantitativo de intervenções pontuais na primeira e na última versão dos textos produzidos pelos grupos de alunos. Trata-se de expressões que foram discutidas/corrigidas por trazerem erros conceituais claros ou conceitos físicos apresentados de forma inadequada no texto, dando margem a interpretações erradas de seu conteúdo.

Quadro 7 – Intervenções pontuais por grupo.

Grupo	Spots		Blog	
	Versão1	Versão final	Versão 1	Versão final
1	2	0	4	0
2	1	0	2	0
3	1	0	2	0
4	1	0	0	0

Abaixo segue um fragmento do texto (versão 1) elaborado pelo Grupo 1 que trata da constituição e propriedades do núcleo atômico e, em seguida, a mesma parte do texto reelaborado (versão final).

Versão 1:

“A força eletromagnética se baseia no seguinte princípio de que os elementos com carga oposta se atraem e com cargas iguais se repelem. Os átomos possuem cargas iguais e por isso se repelem, mas se isso acontecesse não haveria núcleo formado como conhecemos e com isso não haveria a formação dos elementos e com certa instabilidade conseqüentemente não haveria vida da forma que conhecemos” (Grupo 1).

Versão Final:

*“A força eletromagnética se baseia no princípio de que **cargas de sinais opostos se atraem e cargas de sinais iguais se repelem**. Os prótons no núcleo possuem cargas iguais (positivas) e por isso se repelem, mas*

se somente isso acontecesse não haveria núcleo formado como conhecemos e com isso não haveria a formação dos elementos com certa estabilidade e, conseqüentemente, não haveria vida da forma que conhecemos” (Grupo 1).

Estas intervenções no decorrer do trabalho, buscaram também verificar com cuidado a apropriação/aprendizagem dos conceitos científicos. Assim, ao perceber erros conceituais nos textos, coube ao professor descobrir se o aluno realmente não havia aprendido o conceito ou se estava tendo dificuldade de se expressar adequadamente. No caso transcrito acima foi possível perceber que os alunos não acreditavam que os **átomos** possuísem cargas iguais e se repelíssem. Tratava-se de um descuido que pode ser identificado por algumas perguntas simples: *Átomos possuem cargas iguais? Como a interação entre átomos pode explicar o que ocorre no núcleo atômico?* (questões do professor)⁵. Rapidamente um aluno percebeu a incoerência no texto e compartilhou com os demais. Neste caso nenhum dos alunos admitiu desconhecer o conteúdo abordado na expressão, embora ela tenha passado despercebida por todos.

6.1.2 Intervenções Gerais – Forma, Linguagem e Referencial Teórico

Além das intervenções pontuais, que objetivaram melhorar determinadas expressões do texto buscando um tratamento adequado dos conceitos científicos, também foram feitas discussões mais gerais a respeito da linguagem, o posicionamento e a visão de ciência que se pretendia assumir, neste caso houve discussões/intervenções, buscando evoluções nos aspectos histórico, epistemológico e adequação a linguagem, principalmente nas disciplinas de Português II e Epistemologia e História das Ciências.

A maioria dos *spots* construídos inicia com uma pergunta, faz uso de analogias e busca uma linguagem compreensível para um público não especializado, abrindo mão do uso de conceitos mais complexos que seriam difíceis de explicar em um tempo tão curto (entre um e dois minutos). Está

⁵ Foram gravadas apenas duas conversas entre o professor de PCI II e dois (dos quatro) grupos de alunos, pois houve uma percepção tardia de que estes diálogos pudessem ser objeto de análise. As observações do professor surgem em forma de síntese. Também foi possível extrair alguns trechos de falas dos alunos que confirmam as percepções mais gerais das demais discussões.

transcrita abaixo a versão 1 de um dos *spots* sobre geração de energia elaborados pelos alunos e que leva em consideração os aspectos citados.

Versão 1:

“Você sabe como funciona uma usina nuclear? A grande diferença desta para as outras usinas que geram energia é o combustível utilizado. Uma usina nuclear opera em três circuitos associados de água. No primeiro circuito, o material radioativo é quebrado, gerando uma reação em cadeia onde a liberação de energia é grande, aquecendo a água ali presente. Comumente é utilizado Urânio 235 para gerar esta reação. A água quente segue por tubos, que aquece um segundo circuito de água que, ao produzir vapor a alta pressão, irá movimentar uma turbina ligada a um gerador de energia elétrica. No terceiro circuito, a água é usada no resfriamento do sistema, para que não ocorram explosões” (Grupo 2).

Os aspectos considerados (questionamento, analogias, linguagem) foram tratados principalmente na disciplina de Português II e permeavam intencionalmente o texto. Mesmo assim algumas considerações foram feitas pelo professor (em PCI II) para melhorar alguns aspectos: *“a continuidade do texto está prejudicada, as analogias podem ser melhoradas para não gerar interpretações errôneas. A palavra quebrar, por exemplo, se não for bem explicada, pode não ser uma metáfora adequada para ilustrar a fissão nuclear. Além disso, o fato do texto começar com uma pergunta nem sempre instiga a curiosidade do leitor”* (síntese das considerações do professor). O resultado destas considerações pode ser verificado na versão final do texto.

Versão final:

“Em uma usina termoelétrica, o calor originado da queima do combustível é usado para aquecer água. Uma vez aquecida esta água gera vapor que passa por tubulações a alta pressão fazendo girar uma turbina ligada a um gerador elétrico. Você sabe como esta transformação ocorre em uma usina nuclear? Exatamente da mesma forma! Água é aquecida para movimentar turbinas, assim como o vapor

de água movimentada a válvula da panela de pressão. No entanto o combustível nuclear não é queimado como o gás ou carvão. Ele passa por um processo chamado fissão nuclear que ocorre dentro de um reator. Você já deve ter ouvido falar que a matéria que conhecemos é feita de átomos e a fissão nuclear é um processo que quebra os núcleos destes átomos essa quebra libera muita energia. Pra você ter uma ideia, a fissão de apenas 10g de urânio gera mais energia do que a queima de uma tonelada de carvão” (Grupo 2).

As transcrições acima trazem um exemplo de uma regra geral da evolução dos textos. Em geral, a forma como os professores mediam esta evolução pôde legitimá-la como compreensão e apropriação da linguagem científica e não como reprodução dos discursos dos professores e do material de referência. Quando o professor de PCI II perguntou ao grupo como uma panela de pressão ajudava a compreender o mecanismo de transformação de energia, alguns se empenharam logo em explicar fisicamente o fenômeno, já que a unidade curricular também tem termodinâmica entre seus conteúdos, no entanto uma resposta chamou a atenção:

“Acho que todo mundo sabe como funciona uma panela de pressão, com este exemplo fica muito bom pra entender o processo, mexe com coisas que a gente já conhece. Dá pra fazer assim com quase tudo na física, é por isso que a aprendizagem significativa funciona” (Aluno A – Grupo 2).

Esta fala parece ser um exemplo da apropriação de conceitos da aprendizagem significativa. Outras falas levaram ao mesmo entendimento com relação aos conceitos físicos em questão.

“Eu já sabia que o carvão era queimado, mas na energia nuclear eu achava que o processo era mais direto, não sabia que usavam a fissão, a energia que ela libera, pra aquecer água” (Aluno B – Grupo 2).

“Se a gente pudesse pesar os pedaços do núcleo depois da fissão daria pra ver que estão mais leves que antes, quando estavam no núcleo [...] uma parte [da massa] virou energia” (Aluno C – Grupo 1).

A equivalência massa-energia foi abordada em um dos *spots* produzidos pelos alunos do Grupo 4:

Versão 1:

“Depois do resultado das explosões das bombas atômicas sobre as cidades japonesas no fim da segunda guerra mundial, a palavra radioatividade e os conceitos relacionados a esse fenômeno se tornaram assustadores para as pessoas [...] Na tentativa de reverter esse quadro de medo, vejamos os usos úteis do uso da radioatividade. De acordo com a famosa equação de Einstein, energia é igual à massa multiplicada pelo quadrado da velocidade da luz. Então, grosso modo, a fissão de um grama de material radioativo produz $9,0 \times 10^{13}$ joules de energia, que convertidos em quilowatt-hora de energia elétrica, atenderia 170 mil residências por um mês.

Com a utilização deste potencial para produção de energia elétrica, muitas áreas de preservação ambiental deixam de ser alagadas com o represamento, que se faz necessário para gerar desnível de coluna de água nas hidrelétricas. E muito carvão, cuja queima libera gases de efeito estufa, deixa de ser consumido nas termoelétricas [...] A mesma radioatividade que, se mal usada destrói, bem usada trás conforto, preserva o meio ambiente e salva vidas” (Grupo 4).

Nesta versão 1 (texto transcrito acima) os alunos foram alertados que *muitas aplicações foram tratadas em uma mesma inserção, tornando-a demasiadamente longa [considerando as partes suprimidas] para o rádio, com números difíceis de serem apresentados com clareza. Além disso, a energia nuclear era apresentada com salvadora da humanidade, seria um posicionamento adequado? (considerações do professor).*

Verificando as versões preliminares de outros *spots* produzidos no grupo é possível dividi-los em duas categorias, uma entusiasta romântica da energia nuclear e outra catastrófica. Os alunos foram orientados a temperar cada texto de forma que nenhum deles assumisse uma postura muito radical. Questionados ainda sobre a capacidade de transformação de massa em energia na fissão, ficou

claro que os alunos sabiam que a conversão de um grama de massa em energia implicava na utilização de vários quilogramas de massa do material físsil.

A versão final para, um dos *spots* originados da versão 1, traz alguns resultados das intervenções dos professores.

Versão final:

“Em 1905 o físico alemão Albert Einstein propôs a equivalência entre massa e energia. Esta relação resultou na equação mais famosa da física moderna: a energia é igual à massa multiplicada pelo quadrado da velocidade da luz ($E=m.c^2$). Mas, em termos práticos, qual o significado desta equação? Um exemplo bem interessante é a geração de energia através das transformações nucleares! Nas usinas nucleares, por exemplo, uma pequena parte da massa é transformada em uma grande quantidade de energia. Pra se ter uma ideia, a variação de apenas um grama de massa do combustível nuclear pode gerar 25 milhões de kWh de energia, ou seja, um grama de massa tem energia suficiente para abastecer 170 mil residências por um mês inteiro! Mas nem tudo é tão simples quando se fala em energia nuclear, embora seja realmente possível gerar grandes quantidades de energia com pouco combustível, ainda não existe uma solução definitiva para o lixo radiativo gerado” (Grupo 4).

Para a versão final transcrita acima, com relação à equivalência entre massa e energia, o termo “*variação*” foi inserido para minimizar a impressão de que, em aspectos práticos, seja possível gerar energia com a transformação integral do combustível. A última frase também foi acrescentada buscando uma postura mais realista ou menos tendenciosa sobre o assunto tratado no texto. A síntese destas intervenções é exposta no próximo segmento.

6.1.3 Síntese das Intervenções

As discussões de aspectos conceituais e elementos textuais do material produzido pelos alunos permitiram, aos professores, saberem como os alunos

estavam compreendendo o conteúdo científico (sobre radioatividade e energia nuclear) e como estão aplicando estratégias da divulgação científica e da aprendizagem significativa em suas tarefas. De uma forma geral a avaliação dos três docentes das unidades curriculares envolvidas foi positiva. Observou-se que os alunos se apropriaram de conhecimentos da divulgação científica tratados nas aulas (principalmente em 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. Nestas inserções, além de tentarem mobilizar conhecimentos prévios, usaram estratégias da divulgação científica como questionamentos, analogias e comparações que foram considerados elementos capazes de motivar a disposição para aprender. Mas em nenhum momento os professores sugeriram que as inserções radiofônicas deveriam ser concebidas 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.

6.2 ANÁLISE DOS 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 aluno. Uma possibilidade para a obtenção de dados importantes seria a gravação de todas as intervenções buscando identificar, na participação de cada aluno, se o projeto estava realmente contribuindo para a compreensão dos conceitos científicos. Como este entendimento foi tardio, os questionários constituem a forma mais eficaz para uma análise da aprendizagem dos alunos envolvidos no projeto.

Os questionários foram aplicados na segunda etapa e no fim da quinta etapa. As questões aplicadas estão no Quadro 8.

Quadro 8 – Questionário.

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

Foi aplicado antes (Etapa 2) e depois (Etapa 5) da realização das atividades, sendo que somente a questão cinco foi modificada para a segunda aplicação.

A única diferença entre o questionário aplicado antes e depois da realização do projeto foi a substituição da última questão (5). A preocupação com a origem dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema abordado no projeto deu lugar a necessidade de avaliação do mesmo por parte dos alunos.

6.2.1 Primeira Questão

Questão 1 – O que você sabe sobre radioatividade e energia nuclear? (fatos, aplicações, riscos, benefícios e mecanismos físicos).

A primeira questão tinha o objetivo de levantar concepções dos alunos sobre o tema abordado no projeto sendo que as possíveis origens dos conhecimentos prévios seriam levantadas na questão cinco (Etapa 2). A análise

das respostas à primeira questão, antes e depois da realização do projeto, já mostrou apropriação, pela maior parte dos dezessete alunos envolvidos, de conhecimentos abordados durante o projeto.

O Quadro 9 mostra os temas mais abordados nas respostas dos alunos, os quais dividimos em cinco categorias: i) riscos à saúde e acidentes nucleares e radiológicos, ii) aplicações gerais (medicina, agricultura, indústria), iii) princípios e conceitos científicos, iv) geração de energia e v) armas nucleares. O quadro ainda mostra a frequência destes temas nas respostas dos alunos.

Quadro 9 – Temas abordados na questão 1.

Temas	Antes (etapa 2) % - frequência	Depois (etapa 5) %- frequência
Riscos e Acidentes	88% - 15	70% - 12
Aplicações Gerais	82% - 14	76% - 13
Princípios e Conceitos	35 % - 6	82% - 14
Geração de Energia	41% - 7	47% - 8
Uso Bélico	35% - 6	47% - 8

Os dados apresentados no Quadro 9 nos permitem perceber que antes da aplicação do projeto, as respostas abordando aplicações gerais, riscos e acidentes dominavam o cenário. Depois da aplicação do projeto os alunos parecem ter se sentido mais a vontade para falar sobre os princípios e conceitos físicos relacionados à radioatividade e energia nuclear. Os alunos que já haviam abordado aspectos conceituais na primeira aplicação do questionário também apresentaram evolução (na segunda aplicação) em termos argumentativos, refinando suas respostas ou abordando novos conceitos adequadamente. Segue a transcrição de alguns exemplos de evolução das respostas a esta primeira questão:

Resposta a questão 1 **antes** da aplicação do projeto:

“Ela [a radioatividade] está presente em parte do nosso cotidiano. Oferecida em pequenas quantidades como nas frutas que vimos em supermercado, não terá dano no curto prazo, mas em grandes quantidades como usado nas usinas nucleares pode matar uma

população considerável, se houver um vazamento radioativo, e ainda causar problemas por mais de uma geração.” (Aluno D – Grupo 1).

Resposta a questão 1 **depois** da aplicação do projeto:

“A radioatividade tem origem em átomos de elementos químicos que emitem radiação nuclear, como as partículas alfa e beta e raios gama. Existem vários fatos como o do acidente de Goiânia ou como o de Chernobyl, esses fatos podem ser chamados de acidentes nucleares. São diversas as aplicações da radioatividade, como por exemplo: na agricultura, indústria, medicina em varias áreas, geração de energia... Fazendo uso adequado em cada aplicação, a radiação traz muitos benefícios, nessas áreas. Vou citar um exemplo do benefício da radiação na agricultura, os alimentos quando irradiados duram muito mais tempo, pois essa radiação mata microrganismos e aumenta o tempo de conservação do alimento. Um ser vivo contaminado por radiação pode chegar a morte, se não chegar a tanto certamente vai sofrer com os efeitos maléficos. Ser for uma dose grande eles podem levar de minutos até dias antes aparecerem e, quando em pequena dose, pode desenvolver um câncer anos mais tarde, essa contaminação pode causar alteração na genética atingindo outras gerações” (Aluno D – Grupo 1).

É possível perceber que o Aluno D demonstra ter aprofundado a leitura sobre tema, principalmente sobre aplicações gerais da radioatividade, tema tratado por seu grupo. Os tipos de radiação (alfa, beta e gama) também são citados somente depois da aplicação do projeto, embora não apareçam princípios físicos inerentes ou articulações entre estes conceitos. Neste sentido o Aluno B tenta articular melhor suas respostas.

Resposta a questão 1 **antes** da aplicação do projeto:

“Alguns elementos da tabela periódica possuem isótopos radioativos, os quais são elementos com o número atômico instável, quando há um excesso de nêutrons no núcleo do átomo, e, na tentativa de estabilizar

este núcleo, um nêutron desses se transforma em outras partículas liberando a radiação que pode nomeada ser alfa, beta ou gama, dependendo as partículas que o núcleo irá emitir de acordo com que o nêutron se transformar [...]” (Aluno B – Grupo 2).

É possível perceber que o Aluno B, neste trecho da primeira resposta, tenta articular alguns conceitos, mas o faz de forma incorreta ou confusa, pois dá a entender que a transformação de um nêutron pode dar origem às radiações alfa, beta e gama. Além disso, não é possível entender exatamente o que se quer dizer com “*são elementos com o número atômico instável*”, expressão que parece associar a radioatividade exclusivamente ao número atômico.

Resposta a questão 1 **depois** da aplicação do projeto:

“Nos elementos radioativos, seus átomos têm núcleos instáveis por serem muito grandes, onde a força nuclear forte perde sua capacidade de manter unidas as partículas de mesma carga (prótons) e a força eletromagnética começa a agir com mais intensidade. Existem elementos radioativos naturais, mas já se consegue produzir um em laboratório. [...] Se um destes núcleos for fissionado (quebrado), isto pode ocorrer com um bombardeamento de um nêutron, por exemplo, e você somar a massa existente de todas suas partículas liberadas, esta massa vai ser menor que a do núcleo inicial, pois a radiação se dá em forma de energia em certa parte; no princípio de que massa pode se transformar em energia e vice-versa [...]” (Aluno B – Grupo 2).

No trecho transcrito acima o aluno cita outros conceitos (força nuclear e eletromagnética, fissão nuclear, equivalência massa-energia) e, o que é mais importante, traz articulações mais adequadas, embora bem simplificadas, que indicam a compreensão destes conceitos e princípios físicos relacionados ao tema. Outro exemplo do tratamento adequado da tensão entre as forças nuclear e eletromagnética está transcrito na resposta do Aluno C (abaixo), cabe salientar que este tratamento não aparece nenhuma vez nas respostas anteriores a aplicação do projeto.

Resposta a questão 1 **depois** da aplicação do projeto:

“A radioatividade é um fenômeno atômico que ocorre no núcleo. Ocorre quando o raio do núcleo atômico está muito grande, na casa de 10^{-15} m. No núcleo atômico existem duas forças atuantes que são fundamentais para a existência dos elementos químicos, a força nuclear forte e a força eletromagnética. A força nuclear forte é a que não deixa os prótons se repelirem e a força eletromagnética é a que faz as partículas de cargas iguais se repelirem, quando um núcleo está muito grande a força de maior atuação pode ser a força eletromagnética e essa força faz com que os prótons se repulsem com mais intensidade e causa uma instabilidade no núcleo podendo ejetar partes deste núcleo, as partículas alfa [...]” (Aluno C – Grupo 1).

Nesta altura da análise das respostas, percebemos intensamente dedicados a discussão de uma única questão. Cabe salientar que nas duas situações que o questionário foi aplicado, esta primeira questão foi encarada (e assim enfatizada aos alunos) como um espaço de simples citação de fatos, aplicações, riscos, benefícios e mecanismos físicos inerentes à radioatividade e energia nuclear. Deveria ser encarada como uma tentativa de obter alguns conhecimentos prévios e foi cogitada a possibilidade de suprimi-la na segunda aplicação do questionário. Por sorte optamos por manter esta questão em cujas respostas, mais do que citar conceitos, os alunos tentaram explicá-los, descrever os princípios científicos inerentes com maior frequência e propriedade na segunda aplicação.

Os conceitos/conteúdos físicos identificados nas respostas foram: estrutura atômica, forças (nuclear forte e eletromagnética), emissões (alfa, beta e gama), meia vida, fissão e fusão nuclear e equivalência massa-energia. Esta situação nos permitiu não apenas um levantamento de concepções prévias, mas a verificação da compreensão dos conteúdos científicos trabalhados durante o projeto pela aplicação da primeira questão também na quinta etapa. Ao percebermos esta possibilidade de abordagem resolvemos nos reter um pouco mais nesta primeira questão. O Quadro 10 mostra a ocorrência de citações de alguns conceitos antes e depois da aplicação do projeto em três categorias: (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 10 – Conceitos físicos tratados nas respostas à questão 1.

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

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

Os dados, apresentados no Quadro 10, 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, 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 terem se apropriado dos conteúdos tratados.

6.2.2 Segunda Questão

Questão 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?*

As questões 2, 3 e 4 foram pensadas com a pretensão de obter uma abordagem conceitual dos conhecimentos científicos pelos alunos. Esperava-se

que os mesmos expressassem suas concepções na tentativa de construir respostas baseadas nos conhecimentos científicos que possuíam antes e depois da realização do projeto. Nestas respostas também pudemos verificar um crescimento significativo de tratamento conceitual correto. Seguem alguns exemplos que ilustram esta constatação:

Resposta a questão 2 **antes** da aplicação do projeto:

“Através de fusão e da fissão nuclear, mas não lembro de como ocorre este processo com partículas alfa, beta e gama” (Aluno D – Grupo 1).

Resposta a questão 2 **depois** da aplicação do projeto:

“Este processo era conhecido como transmutação, que seria a transformação de metal qualquer em um metal valioso. Naturalmente um elemento de determinada massa atômica e número atômico pode decair em outro elemento de menor massa e número atômico, ou seja, o elemento emite partículas alfa (dois prótons e dois nêutrons) fazendo com que seu núcleo se torne menor e, por consequência, se torna outro elemento, porém isso acontece até um elemento se tornar chumbo, um isótopo do chumbo mais estável. Então para que este decaimento aconteça naturalmente é necessário que o elemento em decaimento tenha o número de massa maior que o do chumbo estável” (Aluno D – Grupo 1).

Nota-se que o aluno D conseguiu responder da forma que esperávamos depois da aplicação do projeto, usando os conceitos aprendidos na sua argumentação. Embora alguns alunos tenham respondido de forma adequada desde a primeira aplicação do questionário, a maior parte deu respostas evasivas, como a do aluno D na primeira aplicação do questionário, ou simplesmente deixou a questão em branco. Já na segunda aplicação a maior parte das respostas foi mais positiva em termos de articulação do conhecimento na construção da argumentação, a exemplo da evolução percebida nas duas transcrições acima.

6.2.3 Terceira Questão

Questão 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.*

A exemplo da questão 2, aqui também tivemos evolução considerável para as respostas, mais adiante analisaremos esta evolução de uma forma global. Por hora podemos ver uma situação em que o aluno demonstre ter compreendido os conceitos abordados no projeto.

Resposta a questão 3 **depois** da realização do projeto:

“Na fusão, quando dois ou mais átomos de um elemento se ‘fundem’ formando um de outro elemento com o número atômico maior. Isso acontece com uma liberação de energia” (Aluno E – Grupo 3).

Na realidade era esperada uma descrição do decaimento beta (β^-), no entanto a questão dava margem a esta resposta. O aluno em questão não havia respondido quando da primeira aplicação do questionário. Abaixo segue um exemplo de resposta com tratamento conceitual adequado, sendo que o aluno F também não havia respondido a questão na primeira aplicação do questionário.

Resposta a questão 3 **depois** da aplicação do projeto:

“Com a fusão, que é a junção de núcleos de átomos de hidrogênio formando átomos de hélio, no entanto a massa dos hidrogênios é maior que a massa de um hélio, então essa massa que sobra é convertida em energia e irradiada, como ondas eletromagnéticas, provenientes do sol. Precisa de quatro átomos de hidrogênio para gerar um átomo de hélio, pois neste fenômeno ocorrem outros decaimentos, como o decaimento beta” (Aluno F – Grupo 4).

O aluno G responde com propriedade a questão, explicando o decaimento beta e citando a fusão nuclear como possibilidade para a transformação abordada na questão.

Resposta a questão 3 **depois** da aplicação do projeto:

“Decaimento beta, onde um nêutron se transforma em um neutrino, um próton e um elétron. Neste processo, o neutrino e o elétron, são ejetados para fora do núcleo, e o próton permanece, aumentando seu número atômico. Outra possibilidade seria a fusão de átomos menores em um maior, com número atômico maior.” (Aluno G – Grupo 2)

De uma forma geral, nas respostas a questão 3, os alunos também mostraram um desenvolvimento considerável em relação a primeira aplicação do questionário, principalmente se considerarmos que mais da metade dos alunos sequer respondeu esta questão na primeira aplicação. Este quadro, de respostas e evidências de aprendizagem dos conteúdos abordados no projeto, é apresentado com mais clareza no fim do próximo segmento.

6.2.4 Quarta Questão

Questão 4 – *A maior parte da energia que temos disponível é irradiada pelo Sol. Qual processo físico gera a energia emanada pelo Sol? Descreva-o.*

Nesta questão esperava-se uma descrição do processo da fusão nuclear como possibilidade de geração de energia. Houve casos onde os alunos já haviam citado o processo como resposta a questão 3 e repetiram na questão 4. Curiosamente houve uma maior incidência de respostas a esta questão (em relação às questões 2 e 3) na primeira etapa, antes da realização do projeto, mas que citavam a radiação eletromagnética como resposta, enquanto a pergunta concentrava-se no processo físico gerador da energia irradiada.

Resposta a questão 4 **antes** da realização do projeto:

“O processo físico que gera energia emanada pelo sol é a radiação. É um processo de transferência de calor vinda do sol para nós” (Aluno H – Grupo 1).

Depois da aplicação do projeto houve maior incidência de respostas descrevendo ou citando a fusão nuclear como o processo no qual a energia é gerada, como pode ser visto na transcrição da resposta do aluno I.

Resposta a questão 4 **depois** da realização do projeto:

“É pela fusão nuclear onde átomos de Hidrogênio se transformam em átomos de Hélio, durante o processo ocorre a liberação de energia, pois se trata de um processo exotérmico. A energia vem da transformação de uma parte da massa dos átomos participantes de acordo com $E = mc^2$ ”
(Aluno I – Grupo 4).

Buscando uma compreensão global dos resultados exemplificados nas transcrições, construímos o quadro 11, que 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, a saber: (NR) para questões não respondidas ou onde as respostas não se aplicam 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 11 – Respostas para as questões 2, 3 e 4, antes e depois das atividades.

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

A coluna da esquerda traz a questão e o tema abordado na mesma. Categorias de respostas: (NR) não respondida, (EI) explicações incorretas, (SC) simples citação dos conceitos inerentes e (EC) explicações corretas.

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, do conhecimento científico trabalhado durante a implementação do projeto.

6.2.5 Quinta Questão – Fontes de conhecimentos prévios

Questão 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

A aplicação da questão cinco antes da implementação do projeto visava compreender a origem dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema radioatividade e energia nuclear e buscar alguma relação entre o rendimento destes alunos e esta provável origem. Esta relação não foi encontrada de uma forma que possibilitasse avaliar a eficiência de um ou outro meio, no entanto voltamos nossa atenção para alguns pontos interessantes.

Das duas alunas que haviam respondido com explicações conceituais corretas as quatro primeiras questões do questionário, já na sua primeira aplicação, uma havia participado de um evento na área de ensino de física com palestra sobre o assunto – justamente porque, na ocasião, era candidata a bolsa de iniciação científica em projeto que é desdobramento de nossa proposta. A outra aluna já estava trabalhando como bolsista em outro projeto de iniciação científica, justamente analisando questões relativas à abordagem do tema radioatividade e energia nuclear em livros didáticos de Ensino Médio – também um desdobramento de nossa proposta. Cabe salientar que estas alunas contribuíram significativamente com os poucos casos de desempenho positivo na primeira aplicação do questionário. O quadro 12 mostra quantas vezes cada meio foi assinalado como fonte de informações sobre o tema do projeto.

Quadro 12 – Respostas à questão 5.

Principais fontes de informação/formação sobre radioatividade e energia nuclear								
Cursos				Meios de Comunicação				
Ensino Médio	Outra Graduação	Formação Continuada	Palestras e Conferências	Jornais e revistas	TV	Rádio	Sites e Blogs	Livros
1	0	2	4	2	3	0	5	7

Respostas para a questão cinco do questionário aplicado antes da realização das atividades (etapa 2).

Embora no Ensino Médio o tema radioatividade seja tratado em livros didáticos, normalmente nos livros de química, dos dezessete alunos questionados, apenas um respondeu ter estudado este conteúdo nesta etapa de sua formação. Sabemos, no entanto, que a presença do conteúdo em livros não justifica seu tratamento. De qualquer forma o dado chama a atenção e motiva algumas questões. O conteúdo delegado a disciplina de química realmente não é tratado no Ensino Médio? Quais seriam as prováveis causas? Que iniciativas podemos propor para tentar mudar este quadro?

A maior incidência de respostas para a fonte de conhecimento sobre o assunto foi em palestras e conferências (4), sites da internet (5) e livros (7). De forma que nos inclinamos a admitir que os conteúdos relacionados à radioatividade e energia nuclear são mais acessados nos meios de divulgação científica (sites, palestras, livros) do que na educação formal. Configurando um quadro positivo para desdobramentos que visem o desenvolvimento de estratégias de ensino para a abordagem do tema no Ensino Médio.

Nenhum dos alunos questionados respondeu ter ouvido sobre o tema no rádio, além de ajudar a justificar nossa proposta, a situação também nos remete a um empenho em buscar respostas sobre as potencialidades do rádio para a abordagem de conteúdos científicos, principalmente do tema em questão. Em resumo pudemos estimar que as maiores fontes de informações sobre nosso tema são aquelas que o indivíduo busca por sua conta, a fim de aprimorar seus conhecimentos. Confirmamos o pressuposto que o rádio tem um potencial subutilizado neste sentido. Uma vez empenhados na verificação das contribuições da produção de conteúdo para o rádio para a formação de quem o faz, não podemos deixar de projetar trabalhos sobre a percepção que o público geral tem

sobre nossa proposta, esta necessidade motivou a elaboração de um projeto de iniciação científica que já está em andamento.

6.2.6 Quinta Questão – Avaliação da proposta

Questão 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 cinco aplicada somente na segunda etapa do projeto buscava a opinião dos alunos sobre as contribuições do projeto para sua formação. Em termos gerais consideramos que a avaliação positiva da proposta superou nossas expectativas. Isto indica uma receptividade dos alunos com relação à implementação de propostas que se distanciam de algum modo das características de um modelo tradicional de ensino.

O aspecto motivacional pode ser considerado um dos facilitadores da aprendizagem. Em nossa proposta o conteúdo não é apresentado como um fim, ou seja, é um trabalho em que o aluno é convidado a mobilizar conhecimentos para a realização de atividades, elaborar produtos para os quais o conteúdo científico é um meio, uma ferramenta. Neste caso acreditamos que a motivação para a realização das atividades e construção de um produto final possa criar uma predisposição para a aprendizagem dos conteúdos científicos. Abaixo seguem algumas respostas a respeito do aspecto motivação que parecem confirmar estas asserções.

Respostas ao item 5.1, motivação:

“A motivação para realização do projeto foi positiva, tinha um incentivo de mostrar um trabalho final e forneceu subsídios para a concretização do projeto, contribuindo para minha formação como professor” (Aluno G – Grupo 2).

“[...] esse meio novo de pesquisa deve ser um incentivo para que os futuros docentes saiam das simples aulas tradicionais e envolvam mais o aluno com o conteúdo e que isso tenha uma aprendizagem significativa para o aluno que irá fazer essa pesquisa” (Aluno H – Grupo 1).

“Este tipo de projeto incentiva os alunos, pois isto faz com que ele pesquise sobre o assunto e procure uma forma clara e objetiva para explicar ao público-alvo. De forma indireta, também incentiva o aluno a prática docente” (Aluno F – Grupo 4).

Outro aspecto bem avaliado na concepção dos alunos foi sua própria aprendizagem, nas disciplinas integrantes do projeto. É importante ressaltar que além da mensagem da resposta, o seu conteúdo revela a apropriação, por parte dos alunos, de discursos da aprendizagem significativa. Embora não seja possível estimar até que ponto esta apropriação dos discursos se distancia de mera reprodução, a percepção que trazemos desta interação, leva-nos a acreditar que os alunos estão realmente assimilando princípios da aprendizagem significativa, assim como as estratégias da divulgação científica e conteúdos científicos estudados no módulo.

Respostas ao item 5.2, aprendizagem:

“Eu aprendi muito sobre a radioatividade, o meu campo de conhecimentos sobre o assunto aumentou muito, inclusive o questionário acima poderia ser mais extenso, pois o assunto abrange mais coisas, talvez não me lembre bem de alguns fatos e lembre de outros” (Aluno J – Grupo 3).

“[...] aprendi muito, não tudo, mas talvez o máximo da minha capacidade no momento. Gostei bastante dessa área da física. Tem também algumas nuances que a gente só percebe quando junta outras disciplinas, como o posicionamento diante da ciência e as formas mais acertadas de se escrever para ser compreendido e chamar a atenção das pessoas” (Aluno K – Grupo 3).

“Minha aprendizagem foi boa e acredito que significativa, pois consegui expor o meu entendimento em forma de mapa conceitual e textos. Alguns dos meus conhecimentos não estavam totalmente certos, mas acredito que por ter ido atrás do conhecimento por mim mesmo, acabei por interpretá-los de maneira errônea. A atuação do professor é importante para solucionar muitas dúvidas e até desfazer algumas certezas” (Aluno L– Grupo 4).

Quanto à possibilidade de utilização do método em sua futura prática docente os alunos também se mostraram receptivos, corroborando algumas impressões dos docentes envolvidos, de que os alunos viram com bons olhos nossa tentativa de romper com as práticas tradicionais. A principal crítica surgiu no tocante à condução do trabalho em grupo. Segundo alguns alunos o professor poderia estar mais atento com relação a algumas dispersões.

Respostas ao item 5.3, possibilidade da estratégia em sua futura prática docente:

“É bem interessante, não sei se as possibilidades seriam as mesmas, mas acredito que foi um método que obteve um bom resultado diante da turma. E envolveu todos (ou quase) na busca pelo seu aprendizado” (Aluno K – Grupo 3).

“A ideia do projeto é interessante para aplicação futuramente quando docente. Porém seriam necessárias algumas alterações de acordo com a realidade da aplicação. Uma vantagem foi trabalhar em um produto que vários especialistas podem contribuir com conhecimento e formas de passar estes conhecimentos” (Aluno A – Grupo 2).

“[...] Foi bom por obter um aprimoramento no desenvolvimento de um mapa conceitual, utilizado no princípio da aprendizagem significativa. Na futura prática docente, esta seria uma forma de estimular mais a pesquisa feita pelos próprios alunos, tentando dar base no que eles já sabem e estudaram. Isto ocorrendo com o professor sempre esclarecendo o tema quando possível, para que uma prática potencialmente significativa como esta ocorra de forma certa, que o

aluno não obtenha o aprendizado com uma informação errada, tendo dificuldade para mudar a concepção depois, (como eu esclareci algumas das minhas, que estavam erradas, pois tinha tirado minhas próprias opiniões com leituras anteriores, e que espero ter melhorado e corrigido com a realização deste projeto)” (Aluno B – Grupo 2).

Algumas respostas trazem observação sobre conteúdos das outras unidades curriculares envolvidas (PTG II e EHC), mas a unidade curricular PCI II figura sozinha ou em primeiro plano nas considerações sobre a aprendizagem. Para uma visão mais geral da dimensão avaliativa, o quadro 13 mostra a incidência de respostas que foram caracterizadas em duas categorias com avaliações positivas (PP), positivas com sugestões (PS), quanto ao projeto nos itens mencionados.

Quadro 13 – Respostas para a questão 5, avaliação da proposta.

QUESTÕES – Tema	Avaliação do Projeto (Etapa 5)	
	PP	PS
5.1 – Motivação	14	3
5.2 – Aprendizagem	17	0
5.3 – Uso futuro na prática como docente	15	2
TOTAL	46	5

Respostas para a questão cinco do questionário aplicado depois da realização das atividades (etapa 5).

Sobre as cinco avaliações positivas com sugestões, tanto com relação à motivação quanto ao uso na futura prática docente, todas as cinco respostas (de três alunos) sugeriram atenção dos docentes para a realização do trabalho em grupo, pois alguns alunos normalmente se dedicam menos e não contribuem muito com a realização das atividades, mas apenas um deu uma sugestão pontual, apontando uma estratégia. Com relação ao uso na prática docente, principalmente no Ensino Médio, aluno sugeriu a aplicação de avaliações individuais ao fim da proposta, para garantir o empenho de todos os alunos.

“[...] Acho que se tivesse uma prova no fim, ou mesmo outro tipo de avaliação individual, os alunos que não se empenharam muito se empenhariam mais, ainda mais se tratando do Ensino Médio” (Aluno J – Grupo 3).

Não houve, durante a realização do projeto, discussões sobre o processo avaliativo e seus referenciais teóricos. Também não pretendemos abordar a questão neste momento, contudo a sugestão transcrita acima traz a avaliação como estratégia motivadora, não necessariamente no bom sentido da motivação, mas como uma medida punitiva. Cabe ressaltar que, durante a realização do trabalho nestes moldes, o professor tem condições de acompanhar o trabalho realizado em classe e perceber até que ponto cada sujeito contribui com os colegas e com sua própria formação.

Embora seja necessário um amadurecimento por parte dos alunos envolvidos para uma atividade efetivamente colaborativa, é justamente através destas atividades que podemos chegar a este amadurecimento. No trabalho em questão, não poderíamos abrir mão da possibilidade de interação e troca de significados, das próprias disputas internas por espaço de pensamento que pode se materializar em um produto que o grupo constrói coletivamente, cujo processo pode dar contribuições importantes para a formação de professores.

7 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 física, temos o dever de ensinar a ensinar, das mais variadas formas e com os mais variados recursos.

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 nos 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.

Alguns desdobramentos da proposta já estão em andamento em dois projetos de iniciação científica. Um deles, conta com dois bolsistas e trata da elaboração de pequenos vídeos com conteúdos de física moderna e contemporânea destinados ao uso na educação básica. O outro projeto, que conta também com dois bolsistas, tem o objetivo de avaliar as implicações dos conteúdos aqui produzidos (*blog* e *spots*) junto ao público ao qual se destina o material.

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

ARAUJO, I. S.; VEIT., E. A. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física**, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 4, 2004.

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.

DIAS, R. H. A. e ALMEIDA, M. J. P. M. de. **Especificidades do jornalismo científico na leitura de textos de divulgação científica por estudantes de licenciatura em física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 31, n. 4, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/314401.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

GASPAR A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática, 2003.

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.

GERMANO, M. G; KULESZA, W. A. **Popularização da ciência: uma revisão conceitual**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/24-1/artpdf/a1.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2010

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ªedição. São Paulo: Atlas, 2006.

ISSING, L. J. **Conceitos básicos de didática para multimídia**. Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edu/telelab/didaticamm/>> Acesso em 10 jul de 2010.

MAFRA, E.; VIANA, M. S. C.; SOUZA, S. A. F. **Linguagem Radiofônica: o sistema de comunicação aplicado na divulgação científica no rádio**. In: Anais XXXIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Caxias do Sul / RS 2010.

MAFRA, E. M. de O., ARAÚJO, R. A. **Rádio com Ciência: divulgação da ciência por meio da linguagem radiofônica**. 2010. Disponível em <<http://www.intercom.org.br/papers/regionais/norte2010/resumos/R22-0292-1.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

MANFRINATO, S., PEZZO, M., OLIVEIRA, A. J. A. **A Experiência de Divulgação da Física por meio de Blogs e Sítios de Internet.** XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2007), São Luis, MA, 2007. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/atas/trabalhos.htm>>. Acesso em 10 jun. 2010.

MARQUES, A. L. F., MOREIRA, C. C., OLIVEIRA, D. G., SANTOS, P. M., **Disciplina de divulgação científica em um curso de licenciatura em física.** XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2011), Manaus, AM, 2011 Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0093-2.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

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.

MARQUES, A. L. F., Scheideggerb, A. P. G., **Produção de Materiais de Divulgação Científica nas suas Diversas Mídias,** XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF 2009), Vitória, ES, 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0247-2.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2011.

MASSARANI, L. (Org.). **Ciência em sintonia: Guia para montar um programa de rádio sobre ciências.** 2010. Disponível em: <http://www.museudavida.fiocruz.br/media/ciencia_em_sintonia_web2.pdf> Acesso em: 01 jun 2011.

MASSARANI, L., MOREIRA, I. de C. **A retórica e a ciência: dos artigos originais à divulgação científica.** Multiciência: A Linguagem da Ciência. 2005. Disponível em: <<http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos-04/a-04-.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2011.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Orgs.) **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil.** Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002. Disponível em: <<http://www.museudavida.fiocruz.br/brasiliانا/media/cienciaepublico.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2011.

MOREIRA, I. C. **Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil.** In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Orgs.) **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil.** Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002. Disponível em: <<http://www.museudavida.fiocruz.br/brasiliانا/media/cienciaepublico.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2011.

MOREIRA, J. E. (2000) **“Divulgando a Física pela Internet: Relato de uma experiência”**, Física na Escola, vol. 1, n. 1, p. 9 – 11, outubro, 2000.
<<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol1/Num1/artigo3.pdf>> Acesso em: 11 mai. 2011.

MOREIRA, M., A. **A teoria da aprendizagem significativa**. (Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências) 2009a. Disponível em:
<<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2011.

MOREIRA, M., A. **Mapas conceituais, diagramas V e organizadores prévios**. (Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências) 2009b. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios3.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2011.

MOREIRA, M., A. **Comportamentalismo, construtivismo e humanismo**. (Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências) 2009c. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2011.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais no ensino de Física**. Porto Alegre, Instituto de Física-UFRGS, 1992.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MUELLER, M. S. **Popularização do conhecimento científico**. Revista de Ciência e Informação, v. 3 n. 2, abr. 2002. Disponível em:<http://www.dgz.org.br/abr02/Art_03.htm>. Acesso em 02 abr. 2011.

NASCIMENTO, T. G.; REZENDE JR, M. F. **A produção sobre divulgação científica na área de educação em ciências: referenciais teóricos e principais temáticas**. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 1, p. 97-120, 2010. Disponível em:
<http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID230/v15_n1_a2010.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2011.

NUÑEZ, I.B.; RAMALHO, B. L. **Fundamentos do ensino-aprendizagem de ciências naturais e da matemática: o novo Ensino Médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004. Tavares, R. *Ciência & Cognição*, 12, 72 (2007).

PEREIRA, M. V., BARROS, S. S. **Análise da produção de vídeos por estudantes como uma estratégia alternativa de laboratório de física no Ensino Médio**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 4 4401, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v32n4/08.pdf>>. Acesso em 02 abr. 2011.

PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001.

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

VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. **Tecnologias Computacionais no Ensino de Ciências**, Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências. Universidade de Burgos, Espanha; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. *Texto de Apoio N°24*.

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.

WERNECK, E. F. **E por falar em ciência... no rádio.** In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Orgs.) **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil.** Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002. Disponível em: <<http://www.museudavida.fiocruz.br/brasiliansa/media/cienciaepublico.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2011

APÊNDICE A – Questionário sobre Radioatividade

Caros alunos, por meio deste questionário, buscamos conhecer o seu nível de informação e compreensão sobre o tema radioatividade. Suas respostas não serão objeto de avaliação nas disciplinas curriculares do módulo em que estão matriculados.

Para contribuir efetivamente com nossa proposta, você deve responder as questões conforme seus conhecimentos, sem recorrer a nenhuma fonte externa.

Agradecemos Sua colaboração.

Nome:

Idade:

Questão 01. O que você sabe sobre radioatividade e energia nuclear? (fatos, aplicações, riscos, benefícios e mecanismos físicos).

Questão 02. 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?

Questão 03. Você conhece algum processo pelo qual um elemento químico poderia se transformar em outro elemento com número atômico maior? Se você conhece, descreva-o.

Questão 04. A maior parte da energia que temos disponível é irradiada pelo Sol. Qual processo físico gera a energia emanada pelo Sol? Descreva-o.

Questão 05. Com relação ao que você respondeu nas questões anteriores, quais foram suas principais fontes de informação/formação?

Cursos

- Ensino Médio Outra graduação curso de formação continuada
 palestra/Conferência

Meios de Comunicação

- Jornais e Revistas Televisão Rádio Sites e blogs Livros

APÊNDICE B – Questionário sobre Radioatividade e avaliação do projeto

Caros alunos, por meio deste questionário, buscamos conhecer o seu nível de informação e compreensão sobre o tema radioatividade. Suas respostas não serão objeto de avaliação nas disciplinas curriculares do módulo em que estão matriculados.

Para contribuir efetivamente com nossa proposta, você deve responder as questões conforme seus conhecimentos, sem recorrer a nenhuma fonte externa.

Agradecemos Sua colaboração.

Nome:

Idade:

Questão 01. O que você sabe sobre radioatividade e energia nuclear? (fatos, aplicações, riscos, benefícios e mecanismos físicos).

Questão 02. 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?

Questão 03. Você conhece algum processo pelo qual um elemento químico poderia se transformar em outro elemento com número atômico maior? Se você conhece, descreva-o.

Questão 04. A maior parte da energia que temos disponível é irradiada pelo Sol. Qual processo físico gera a energia emanada pelo Sol? Descreva-o.

Questão 05. Sobre seu envolvimento no projeto “divulgação científica na formação docente”, exponha sua opinião com relação aos seguintes aspectos.

5.1 Motivação

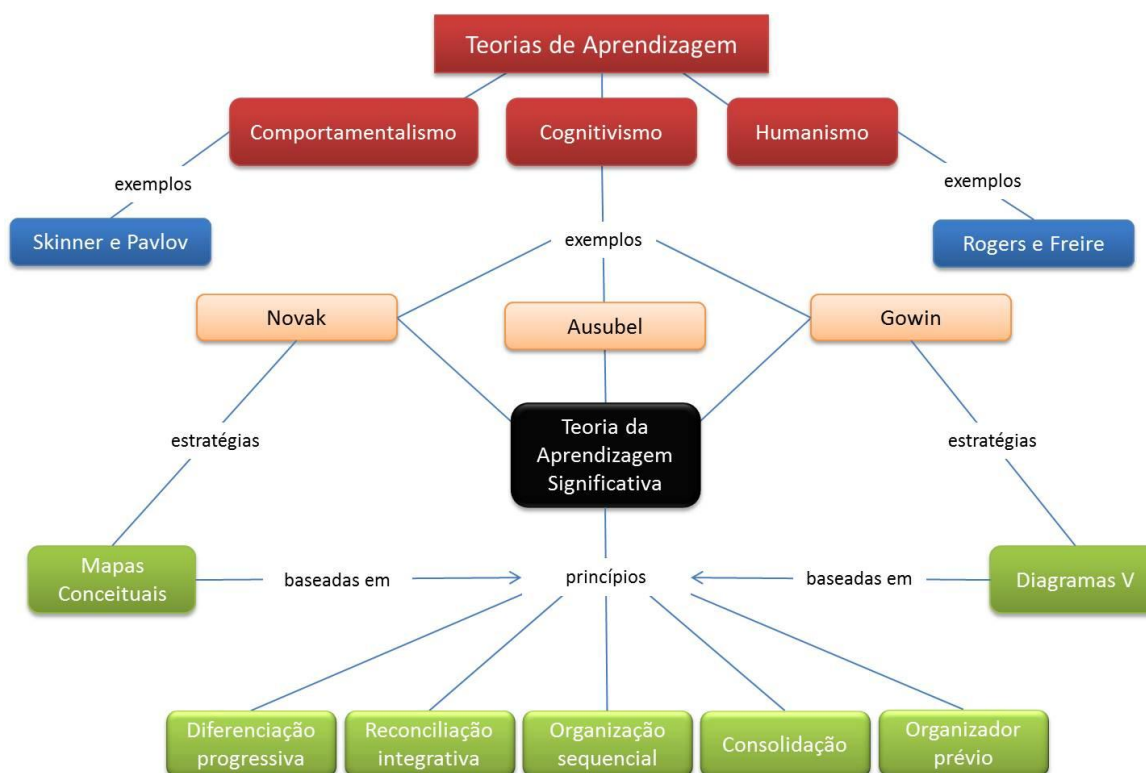
5.2 Aprendizagem dos conteúdos das unidades curriculares envolvidas e outros campos do conhecimento.

5.3 Possibilidade de utilização deste método em sua futura prática docente.

5.4 Outras considerações

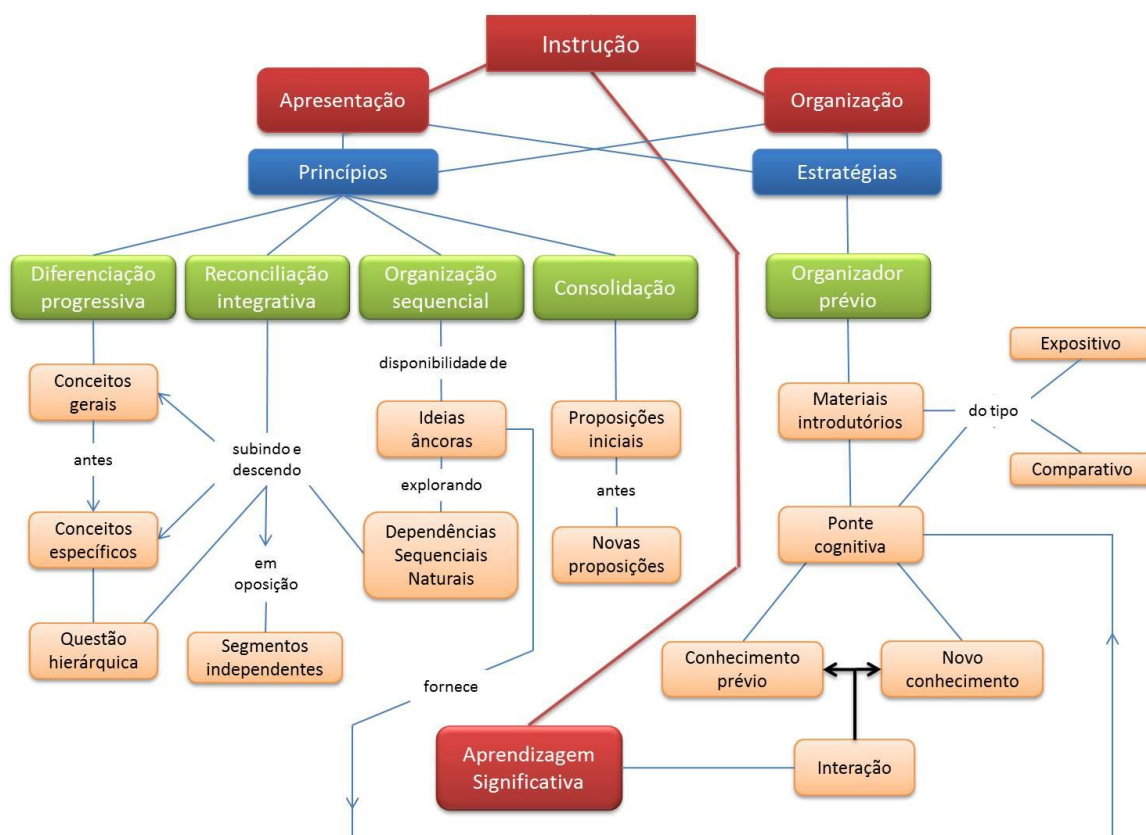
APÊNDICE C – Mapas conceituais apresentados na exposição sobre Aprendizagem Significativa

Mapa 1 – Das teorias de aprendizagem à aprendizagem significativa



Mapa Conceitual sobre Aprendizagem Significativa
Adaptado de Damasio, Tavares, Antunes e Allain, 2011

Mapa 2 – A instrução na aprendizagem significativa



Mapa Conceitual Aprendizagem Significativa: Princípios e Estratégias – Adaptado de Damasio, Tavares, Antunes e Allain, 2011

ANEXO A – Ementa da Unidade Curricular PCI II

Princípios da Ciência / Práticas de Laboratório II PCI II

Período letivo: SEMESTRE 2 Carga horária: 180 horas

COMPETÊNCIAS

- Reconhecer, interpretar e ler símbolos, códigos, equações, tabelas e gráficos que representam substâncias, fenômenos físicos, químicos ou biológicos, experimentos ou modelos extraídos dos mesmos.
- Posicionar-se de forma crítica em relação às informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola, tomando decisões de forma autônoma e baseadas nos fundamentos científicos adquiridos.
- Construir uma visão sistemática, onde o estudante reconheça e compreenda de forma integrada e significativa as transformações físicas, químicas e biológicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos.

SABERES

- Compreensão das transformações químicas, tais como: relação de energia produzida e consumida na transformação química e os processos de oxidação e redução. Identificação das reações que produzem energia elétrica, assim como número de oxidação, reações espontâneas e não espontâneas.
- Compreensão das propriedades coligativas das soluções, relacionando-as interdisciplinarmente com a física e a biologia em processos naturais ou tecnológicos.
- Reconhecimento e identificação de reações químicas que ocorrem em diferentes intervalos de tempo e identificação das variáveis que podem modificar a rapidez de uma reação química.
- Reconhecimento de que em certas transformações químicas, há coexistência de reagentes e produtos e identificação das variáveis que perturbam o estado de equilíbrio.

- Compreensão e identificação da natureza das radiações alfa, beta e gama relacionando o número de nêutrons e prótons com massa isotópica e com sua eventual instabilidade. Discussão do uso da energia nuclear, seus benefícios e prejuízos.
- Compreensão os princípios de relatividade (tempo, espaço, velocidade, etc.).
- Conhecimento da fenomenologia da eletricidade. Estudo da eletrostática e da eletrodinâmica: eletrização, carga elétrica, campo elétrico, corrente elétrica e seus efeitos, resistência elétrica (supercondutividade) e capacitores – experimentos de eletricidade.
- Compreensão dos fenômenos eletromagnéticos: campo magnético, força magnética, indução eletromagnética, noções de corrente alternada - experimentos de magnetismo e eletromagnetismo.
- Fenômenos de Física Térmica: temperatura e calor, estudo dos gases e leis da termodinâmica – experimentos de física térmica.
- Caracterização de ecossistema, identificando a dependência existente entre os componentes bióticos e abióticos de um ambiente conhecido.
- Identificação das relações alimentares existentes entre organismos de um ecossistema.
- Reconhecimento das relações alimentares na forma de transferência de matéria e energia dentro do ecossistema. Reconhecimento de que a transferência de energia ocorre de forma unidirecional a cada nível trófico.
- Compreensão dos principais ciclos biogeoquímicos existentes na natureza e as intervenções antrópicas sobre os mesmos.
- Reconhecimento de que a ação humana pode desequilibrar o ritmo de troca de materiais com o ambiente, gerando alterações (efeito estufa, destruição da camada de ozônio, diminuição da taxa de oxigênio, eutrofização) que ameaçam a integridade dos ecossistemas.

-Identificação das fontes promotoras dessas alterações e proposição de medidas que minimizem seus efeitos, distinguindo as de responsabilidade individual e as de responsabilidade coletiva e do poder público.

-Reconhecimento da importância da biodiversidade e sua relação com a biopirataria e direitos de propriedade sobre o patrimônio genético.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

BÁSICA

PERUZZO, T. M., CANTO, E. L. **Química (volume único)**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

USBERCO e SALVADOR. **Físico-Química (volume dois)**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

HEWITT, Paul. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

ALVARENGA, B. A., MÁXIMO, A. R. **Física (volume único)**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2008.

SADAVA, David et al. **Vida: a ciência da biologia: v.2**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

COMPLEMENTAR

CLEFFI, N. M. **Biologia Celular, Genética e Evolução**. São Paulo: Harbra, 1994.

MACHADO, S. **Biologia – De Olho no Mundo do Trabalho (volume único)**. São Paulo: Scipione.

PELCZAR, Jr.; MICHAEL, J. **Microbiologia : conceitos e aplicações**. São Paulo : Pearson Education do Brasil, 1997.

JUNIOR, César da Silva; SASSON, Sezar. **Biologia : volume único**. 4.ed. São Paulo : Saraiva, 2007.

PEQUIS. **Química & Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

Sociedade Brasileira de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física. Versão eletrônica**. ISSN1806-9126

RAMALHO, J. F., NICOLAU, G. F., TOLEDO, P. A. **Os Fundamentos da Física (volume dois)**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 1993.

ANEXO B – Informações das Rádios: cobertura e perfil do ouvinte



ÁREA DE COBERTURA Santa Catarina

CIDADE	POPULAÇÃO
Araranguá (Sede)	57.162
Criciúma (Sede)	185.506
Armazém	7.312
Arroio do Silva	8.089
Bom Jardim da Serra	4.214
Braço do Norte	27.730
Capivari de Baixo	20.064
Cocal do Sul	14.563
Ermo	1.843
Forquilha	20.719
Garopaba	16.399
Grão Pará	6.051
Gravatal	10.510
Içara	54.107
Imaruí	11.675
Imbituba	36.169
Jacinto Machado	10.738
Jaguaruna	15.668
Laguna	50.452
Lauro Müller	13.700
Maracajá	5.909
Meleiro	6.808
Morro da Fumaça	15.462
Morro Grande	2.727
Nova Veneza	12.657
Orleans	20.859
Passo de Torres	5.313
Pedras Grandes	4.837
Praia Grande	7.120
Rio Fortuna	4.468
Sangão	10.300
Santa Rosa de Lima	2.031
Santa Rosa do Sul	7.949
São João do Sul	6.916
São Joaquim	24.058
São Ludgero	10.246
São Martinho	3.194
Siderópolis	12.470
Sombrio	22.424
Timbé do Sul	5.133
Treze de Maio	6.646
Tubarão	92.569
Turvo	11.031
Urussanga	18.586
Total SC (44)	892.384*

Rio Grande do Sul

CIDADE	POPULAÇÃO
Arroio do Sal	6.646
Bom Jesus	11.843
Cambará do Sul	6.959
Capão da Canoa	36.929
Imbé	14.940
Jaquirana	4.404
Mampituba	2.916
Maquiné	7.314
Morrinhos do Sul	3.241
Osório	39.294
Riozinho	4.422
São Francisco de Paula	21.276
São José dos Ausentes	3.180
Terra de Areia	9.793
Torres	32.358
Tramandaí	39.950
Três Cachoeiras	10.390
Três Forquilhas	3.073
Xangri-lá	10.602
Total RS (19)	269.530*

TOTAL GERAL	1.161.914*
--------------------	-------------------

*Números referentes ao Censo Demográfico de 2007.

Mylene Furukawa
 Coordenadora Comercial
 (48) 3433 5422/ 9917 9495
mylene@transafm.net
www.transafm.net



Área de Cobertura

Santa Catarina

CIDADE	POPULAÇÃO
Araranguá (Sede)	61.310
Criciúma (Sede)	192.308
Armazém	7.753
Arroio do Silva	9.586
Bom Jardim da Serra	4.395
Braço do Norte	29.018
Capivari de Baixo	21.674
Cocal do Sul	15.159
Ermo	2.050
Forquilha	22.548
Garopaba	18.138
Grão Pará	6.223
Gravatal	10.635
Içara	58.833
Imarú	11.672
Imbituba	30.170
Jacinto Machado	10.609
Jaguaruna	15.668
Laguna	17.290
Lauro Müller	14.367
Maracajá	6.404
Meleiro	7.000
Morro da Fumaça	16.126
Morro Grande	2.890
Nova Veneza	13.309
Orleans	21.393
Passo de Torres	6.627
Pedras Grandes	4.107
Praia Grande	7.267
Rio Fortuna	4.446
Sangão	10.400
Santa Rosa de Lima	2.065
Santa Rosa do Sul	8.054
São João do Sul	7.002
São Joaquim	24.812
São Ludgero	10.993
São Martinho	3.209
Siderópolis	12.998
Sombrio	26.613
Timbé do Sul	5.308
Treze de Maio	6.876
Tubarão	97.235
Turvo	11.854
Urussanga	20.223
Total Sta. Catarina (44)	896.617*

Rio Grande do Sul

CIDADE	POPULAÇÃO
Arroio do Sal	7.740
Bom Jesus	11.519
Cambará do Sul	6.542
Capão da Canoa	42.040
Imbé	17.670
Jaquirana	4.177
Mampituba	3.003
Maquiné	6.905
Morrinhos do Sul	3.182
Osório	40.906
Riozinho	4.330
São Francisco de Paula	20.537
São José dos Ausentes	3.290
Terra de Areia	9.878
Torres	34.656
Tramandai	41.585
Três Cachoeiras	10.217
Três Forquilhas	2.914
Xangri-lá	12.434
Total Rio Gd. do Sul (19)	285.525*
TOTAL GERAL	1.182.142*

*Números referentes ao Censo Demográfico de 2010.



PERFIL DO OUVINTE TRANSAMERICA HITS

RENDA



GRAU DE ESCOLARIDADE



FAIXA ETÁRIA



GÊNERO



Mylene Furukawa
Coordenadora Comercial
TRANSAMÉRICA HITS 92,5
Cel.: (48) 9917 9495
mylene@transafm.net

