

## **UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DE APRENDIZAGEM NA ABORDAGEM DO TEMA FÍSICA DAS RADIAÇÕES NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS**

**(The use of learning resource to approach the subject Radiation Physics at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins)**

**Lucas Nonato de Oliveira** [aqueleemail2000@yahoo.com.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG, Campus Inhumas  
Av. Universitária, s/n, Inhumas, GO

**Mauro Sérgio Teixeira de Araújo** [mstaraujo@uol.com.br]

Universidade Cruzeiro do Sul- Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – CETEC  
Rua Galvão Bueno, 868, São Paulo, SP

### **Resumo**

Neste trabalho foram utilizados alguns recursos didáticos como Vê de Gowin e Mapas Conceituais para identificar a aprendizagem em Física sobre o tema Radiações abordado no ensino superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO. Para o levantamento dos dados empregou-se um questionário previamente elaborado, aplicado para os participantes de um Curso de Extensão ministrado no IFTO, de forma a captar as percepções dos estudantes e identificar suas necessidades de formação. De acordo com os resultados, o tema Radiações necessita ser discutido e aprofundado nos cursos superiores, pois serve de base para o entendimento de aplicações tecnológicas comumente discutidas nos cursos da rede federal de ensino.

**Palavras-chave:** Física das Radiações; mapas conceituais; Vê de Gowin.

### **Abstract**

In this study, current methods of teaching and learning like Gowin's Vee and concept maps were used to evaluate the learning about in Radiation Physics in higher education at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins - IFTO. For this aim, a questionnaire was applied to the IFTO intensive course students, to achieve students' perceptions on the proposed themes and its formations needs. According to the obtained results, the theme Radiation in Physics needs to be extensively discussed in higher education institutions; since, it could be a tool to understand technological applications frequently discussed at federal education courses.

**Keywords:** radiation physics, concept maps, Gowin's Vee.

### **Introdução**

A Física das radiações vem sendo estudada pela comunidade científica principalmente em áreas de aplicação em medicina e biologia, como por exemplo: na determinação de parâmetros dosimétricos (Calcina; Oliveira; Almeida e Almeida, A. 2007), estes aplicados em planejamentos em radioterapia tanto para feixes de fótons e elétrons (Oliveira; Calcina; Parada; Almeida e Almeida, A. 2007), determinação do coeficiente de difusão para íons oxidados do dosímetro Fricke Xilenol Gel (FXG), determinação de outras modificações em busca de novos detectores de radiação (Pirani; Oliveira; Petchevist; Moreira; Ila; Almeida; 2009), além da determinação de geometrias opcionais para tratamentos de cânceres de tamanhos reduzidos (Oliveira; Zimmerman; Moreira; Ila; Almeida, 2009).

Entretanto, apesar da vasta aplicação das radiações nas áreas da saúde, biológicas e exatas, não se observam abordagens específicas desta temática no ensino tecnológico, mesmo considerando-se que a rede federal sofreu mudanças e expansões nos últimos anos. Estas áreas do

conhecimento descritas acima, de acordo com os cursos existentes estão inseridas no projeto político pedagógico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins, o qual contempla ainda a inclusão de novas metodologias de ensino que estejam principalmente associadas com a realidade do estudante inserido na sociedade.

O aluno tenha suas experiências de pesquisa e extensão calcadas na realidade, que os conteúdos/conhecimentos tratados de forma interdisciplinar, sejam retirados da realidade do trabalho e a ela retornem na forma de reflexão e intervenção Com a construção do Projeto Pedagógico Institucional, a ETF-Palmas almeja o rompimento do paradigma da mera transmissão de saber, encaminhando-se para a uma prática educativa baseada numa pedagogia crítica, cujo objetivo principal é permitir ao futuro profissional desenvolver uma visão social da evolução da tecnologia, das transformações oriundas do processo de inovação e das diferentes estratégias empregadas para submeter os imperativos econômicos às condições da sociedade (PDI-IFTO, 2009, p. 26).

As bases para as atividades a serem realizadas dentro de sala de aula envolvendo o tema de Física das Radiações foram sugeridas pelas Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +) (Brasil, 2002, p. 29) e também nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Tema 5 - Matéria e Radiação) (Brasil, 2006, p. 70), onde se observa a seguinte ênfase:

Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. Ou seja, o estudo de matéria e radiação indica um tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico. [...] Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias.

O objetivo principal deste trabalho seguindo o Projeto Político Pedagógico do IFTO em pesquisa (criar e/ou divulgar áreas científicas) e extensão (promover cursos e/ou ações para a comunidade interna e externa do IFTO) é estabelecer a ligação entre o que é estudado nos livros didáticos comuns pelos estudantes da área de exatas, como no Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Elétricos de Potência - CST do IFTO, possibilitando aos mesmos compreender os conceitos e perceber a aplicabilidade da área de Física das Radiações.

Os objetivos específicos deste trabalho podem ser destacados em duas partes:

Desenvolver uma pesquisa que compreende o estudo realizado pelos estudantes de CST - Sistemas Elétricos que durante a disciplina de Física Aplicada e sob orientação do professor conheceram alguns recursos específicos da área de ensino como os Mapas Conceituais e o Vê de Gowin (Moreira, 2006). Estes recursos foram vivenciados em sala de aula, perfazendo um tempo de 20 dias, incluindo 6 aulas do curso, tendo como base o uso de textos e artigos, que incluem o ensino e a discussão dos Mapas Conceituais, Vê de Gowin e foram aplicados na organização hierárquica dos conceitos e também como ferramenta para os processos de ensino, aprendizagem e para a avaliação da aprendizagem, especificamente na área do Eletromagnetismo e de Física das Radiações.

A segunda parte compreende a etapa de extensão do projeto, de modo que o que foi vivenciado pelos estudantes em termos da maneira com que os conteúdos e as ferramentas de ensino foram vistos em sala, também foi colocado em prática em um Curso de Extensão de Física Médica ministrado pelo professor da disciplina e com participação dos estudantes do CST - Sistemas Elétricos, os quais organizaram o evento para a comunidade do IFTO, envolvendo os cursos técnicos de agrimensura, eletrotécnica, mecatrônica, eletrônica, controle ambiental, edificações e CST - Construção de Edifícios.

Cabe ressaltar que compareceu no Curso de Extensão de Física Médica um total de 53 estudantes dos mais variados cursos do IFTO. Nessa fase foram retirados elementos de pesquisa para análise do trabalho proposto através de um questionário a ser respondido pelos participantes do referido curso.

Portanto, este trabalho visou à abordagem da aplicação de Física das Radiações nos cursos superiores de tecnologia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO, utilizando-se em sala de aula ferramentas específicas da área de ensino, como os Mapas Conceituais e o Vê de Gowin (Moreira, 2006). O IFTO, desde a sua inauguração em 2003, busca realizar pesquisas em diversas áreas e extensão e, dessa forma, as atividades desenvolvidas abordando a temática da Física das Radiações pioneiramente contribui para a formação de seus estudantes, principalmente em cursos das áreas tecnológicas onde as aplicações de Física em nosso dia-a-dia estão presentes.

Na etapa final, foi proporcionado um aprofundamento dessa temática e uma vivência maior dos conceitos de eletricidade e Física das Radiações vistos em sala de aula através da realização de um mini-curso ministrado para a comunidade discente da Instituição, momento que possibilitou obter elementos de pesquisa para a análise e desenvolvimento deste trabalho.

## Fundamentação Teórica

Os principais aspectos teóricos que fundamentam este trabalho são compostos basicamente pelas características dos dosímetros em geral, na parte de Física das Radiações, enquanto na parte educacional serão abordados os conceitos de Mapa Conceitual e o recurso Vê de Gowin e suas contribuições para a prática de sala de aula.

### *Características dos Dosímetros*

As características dos dosímetros, detectores de dose absorvida de radiação, é o ponto inicial e fundamental em Física das Radiações. Portanto, dosímetros são dispositivos capazes de permitir uma leitura da dose absorvida no seu sensor que é diretamente proporcional à quantidade da radiação que foi por ele absorvida. Um dosímetro ideal deve possuir as seguintes características (Calcina, 2007, p. 8):

- A **precisão** nas medidas da dosimetria específica e a reprodutibilidade das medidas em condições similares e podem ser estimadas pelos dados obtidos das medidas repetidas. Alta precisão se associa a um desvio padrão pequeno da distribuição dos resultados da medida. Esta incerteza está associada a flutuações ou características instrumentais, condições ambientais e estocásticas próprias do campo de radiação.
- A **acurácia** nas medidas da dosimetria é a proximidade do valor médio das medidas ao valor esperado ou real da quantidade medida. A diferença entre eles é caracterizada como incerteza.
- A **repetitividade** é o grau de concordância entre os resultados de medidas sucessivas de uma mesma grandeza, efetuadas sob as mesmas condições.
- A **reprodutibilidade** é o grau de concordância entre os resultados das medições de uma mesma grandeza efetuadas em tempos diferentes de medição.
- A **estabilidade** é a aptidão de um instrumento de medição em conservar constantes suas características metrológicas ao longo do tempo.
- A **linearidade** é uma das características do comportamento de um dosímetro através da qual pode ser avaliada a proporcionalidade da sua resposta com o aumento da dose absorvida.
- A **sensibilidade** é a variação da resposta de um instrumento de medida dividida pela correspondente variação do estímulo.
- A **dependência com a taxa da dose** pode influenciar nas leituras do dosímetro e correções devem ser aplicadas.

- A **dependência energética**, a resposta de um sistema dosimétrico geralmente é função da qualidade do feixe da radiação (energia). Os sistemas dosimétricos são calibrados em qualidades específicas de feixe e são utilizados sobre uma gama de valores de energia. Assim a variação da resposta do sistema com qualidade da radiação deve ser corrigida. Idealmente, a resposta em energia deveria ser plana, desse modo o sistema seria independente da energia.
- A **dependência direcional**, a variação da resposta de um dosímetro com o ângulo de incidência da radiação se conhece como dependência direcional ou angular. Os dosímetros exibem geralmente dependência direcional devido aos detalhes de construção geométrica e tamanho físico, e a energia da radiação incidente.
- A **dependência espacial**, resolução e tamanho físico, a dose absorvida é uma grandeza pontual e o dosímetro deve permitir a determinação da dose absorvida num volume menor possível, para que a dose absorvida possa ser caracterizada.

As técnicas recentes utilizadas em Física das Radiações trazem resultados significativos em termos de precisão de dose administrada e localização do volume alvo como em: Angiografia Digital, Ressonância Magnética, Tomografia Computadorizada.

Em pesquisa recente pertencente à área tecnológica são apresentados resultados da aplicação de novas estratégias de ensino na rede federal de educação visando ampliar os conhecimentos dos estudantes antes excluídos (Damasio, 2009, p. 167):

Deve-se então procurar implementar propostas e estratégias de ensino/aprendizagem e de sua avaliação, na educação científica e tecnológica, permitindo sua qualidade ser ampliada.

No mesmo sentido tecnológico, todos os meios de ensino de Física são bem vistos na comunidade que atua nos Institutos Federais, pois conforme defende Souza (2006, p. 1):

Buscamos ainda uma divulgação dos trabalhos de ensino e pesquisa desenvolvidos na Instituição. Acreditamos que esse sistema, além de abrir um canal de comunicação para o curso, incentivará a mudança de práticas educativas, proporcionando alternativas metodológicas que contribuam para a melhoria do processo ensino/aprendizagem.

Portanto, a utilização de recursos de aprendizagem como Mapas Conceituais e Vê de Gowin, juntamente com a divulgação de temas relacionados à área de Física das Radiações através do curso de extensão poderia ser uma ferramenta adequada para o ensino de Física no contexto tecnológico, o que se coloca em sintonia com o interesse recomendado no Projeto Pedagógico e institucional do IFTO (PDI-IFTO, 2008, p.18) no que se refere à criação e ampliação de novos grupos, ferramentas educacionais e áreas de pesquisa e ensino.

## Os Mapas Conceituais e o Vê de Gowin

Em educação o conceito de Mapas Conceituais constitui recurso adequado para as práticas de ensino e de aprendizagem (Moreira, 2006). De acordo com Joseph Novack (Almeida e Moreira, 2009), Mapas Conceituais são estruturas úteis para se expressar uma forma de conhecimento hierarquizado e organizacional de conceitos. Estes são organizados dentro de formas geométricas e conectados por linhas de forma a obter relações entre eles, sendo que devem ser empregados após os estudantes terem adquirido algumas informações anteriores do estudo do tema em questão. Mapas conceituais (Figura. 1) podem ser usados em sala de aula para algum tópico de estudo ou de todo o conteúdo, servindo principalmente para o Professor que deseja organizar e focalizar suas atividades de ensino (Moreira e Rosa; 1986).

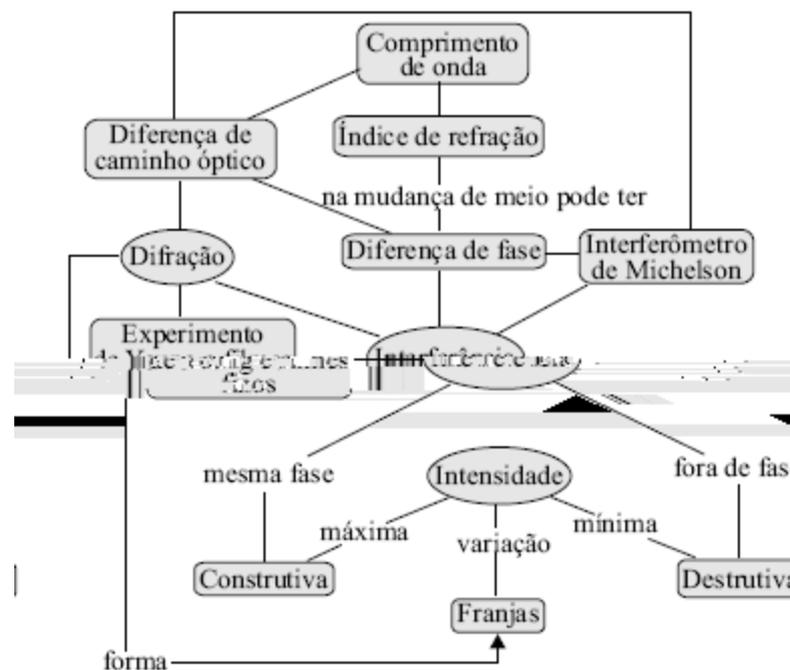


Figura 1. Exemplo de Mapa Conceitual, enfocando os conceitos de interferência e difração (Almeida e Moreira, 2009, p.3).

O outro recurso educacional empregado neste trabalho é o Vê de Gowin (Figura.2), criado por D. Bob Gowin ao perceber que seus alunos saiam de suas aulas sem entender o que haviam feito e o porquê dos resultados obtidos. Esse método visa ajudar os estudantes e os professores a compreender a natureza e os objetivos do trabalho experimental e entender a estrutura e o processo de construção do conhecimento (Moreira, 2006).

Na Figura. 2, observa-se o Vê de Gowin, com o lado esquerdo do “Vê” sendo o Domínio Conceitual demonstrando todos os conceitos da pesquisa, terminando em suas teorias, as quais estão associadas à filosofia e visões de mundo. No lado direito do “Vê” encontramos o Domínio Metodológico, o qual em seu final chega-se ao conhecimento adquirido e seus resultados.

Cabe destacar que de acordo com Moreira (2006, p. 62):

O lado esquerdo se refere a conceitos e sistemas conceituais (i.e., ao domínio conceitual do processo de investigação): ali se encontram os conceitos, propriamente ditos, e os sistemas conceituais usados na pesquisa, os quais geram princípios e leis que, por sua vez, dão origem a teorias. Subjacentemente às teorias estão determinados sistemas de valores, visões de mundo ou filosofias. Este lado do Vê corresponde ao “pensar” da pesquisa. O lado direito do Vê tem a ver com fatos nos três sentidos propostos por Gowin: eventos, registros e asserções. Este lado pode ser chamado de “domínio fatural”, mas Gowin prefere chamá-lo de “domínio metodológico”, pois nele se encontra toda a “metodologia” da produção de conhecimento.

No centro do “Vê” tem-se a Questão Básica, a qual significa a ligação entre o os domínios Conceitual e Metodológico, de acordo com o que assevera Moreira (2006, p.64):

As questões básicas – questões-chave ou questões-foco – estão no centro do Vê porque, a rigor, pertencem tanto ao domínio metodológico como ao conceitual. A questão básica de um estudo é aquela que não somente pergunta alguma coisa, mas também diz algo. É a questão que identifica o fenômeno de interesse de tal forma que é provável que alguma coisa seja descoberta, medida ou determinada ao responder essa questão. É a pergunta que informa sobre o ponto central de um trabalho de pesquisa; diz o que, em essência, foi investigado.

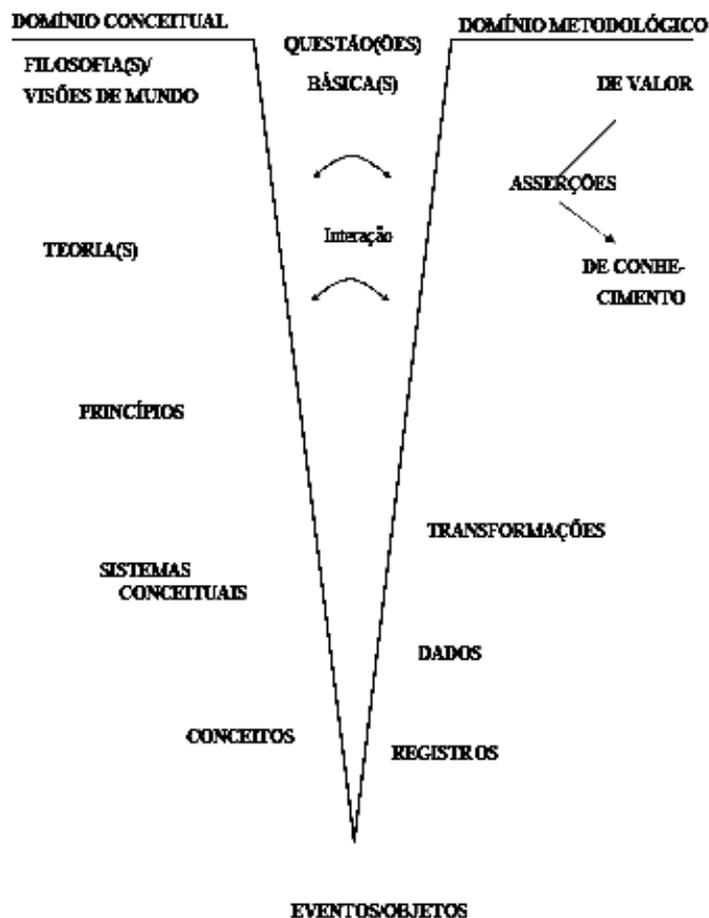


Figura 2. Exemplo de Vê de Gowin (Moreira e Buchweitz; 1993, p. 63).

Portanto, ambos os recursos educacionais mencionados neste trabalho, Mapas Conceituais e o Vê de Gowin, são ferramentas úteis na elaboração e construção do conhecimento pelos estudantes de CST- Sistemas Elétricos na disciplina de Física Aplicada e especificamente na parte introdutória de Física das Radiações. Conforme afirma Laércio (2005, p.23):

O 'V' de Gowin tem sido largamente utilizado tanto no contexto educacional de sala de aula como instrumental de apoio ao ensino de Ciências quanto no contexto de pesquisa educacional relacionado à educação em Ciências. No contexto de sala de aula o 'V' tem-se revelado uma poderosa ferramenta de auxílio aos estudantes na organização de seus conhecimentos sobre os tópicos estudados.

A prática do uso da ferramenta Mapa Conceitual, na disciplina de Física Aplicada que contém diversos conceitos de eletricidade, pode possibilitar o entendimento da ligação entre os conceitos existentes. Este aspecto é enfatizado por Tavares e Luna (2007, p.115):

...pretendemos mostrar o forte potencial dos mapas conceituais, como uma ferramenta pedagógica capaz de evidenciar significados presentes no currículo apontando para o fato de que os diversos conceitos não são alvos estáticos na aprendizagem, mas um conjunto, uma teia que se une através de relações entre conceitos que evoluem na estrutura cognitiva do aprendiz, apoiados em conceitos já existentes...

Assim, o conhecimento e uso de Mapas Conceituais e Vê de Gowin são extensivamente abordados na literatura (Moreira, 2006; Moreira e Rosa, 1986), e suas aplicações em ensino de Física (Almeida e Moreira, 2008

trabalho e que estão de acordo com as novas exigências que se faz no modo moderno de ensinar (Machado e Ostermann, 2005, p. 1).

Não é novidade que o ensino de Física em todos os níveis carece de urgentes modificações. Uma reestruturação na forma de se trabalhar a Física e na estrutura curricular de nossos cursos, quer seja no nível fundamental, médio e superior, urge. São inúmeros os problemas que fazem necessárias estas reformulações. Dentre vários, pode-se citar: a excessiva matematização da Física, a completa descontextualização da mesma, a falta de reciclagem de docentes e a disseminação de erros conceituais por muitos professores, que podem gerar concepções alternativas que, muitas vezes, permanecem arraigadas na estrutura cognitiva do estudante. Acredita-se que tais modificações devem começar desde as séries iniciais do ensino fundamental e que a formação dos docentes deste nível de ensino deve ser fortemente repensada.

## **Metodologia de desenvolvimento do trabalho**

Os recursos educacionais Mapas Conceituais e o Vê de Gowin foram apresentados e utilizados em sala de aula, seguindo o planejamento descrito na Tabela 1, visando proporcionar a compreensão conceitual dos estudantes, sendo elaborados dois exemplos aplicativos tomando como base a Física das Radiações. Posteriormente, com o intuito de aproximar os estudantes dos cursos superiores e técnicos aos conceitos de Física das Radiações, assim como despertar o interesse para essa área, foi elaborado o Curso de Extensão em Física Médica. Para os estudantes do CST - Sistemas Elétricos, o contato com a Física das Radiações revela a aplicabilidade dos conceitos de Física vistos em sala de aula, durante o curso de Física Aplicada. De acordo com o Plano de Ensino dessa disciplina, temas desde plano podem ser relacionados com a Física das Radiações tais como: Lei de Coulomb, Campo Elétrico e a Descoberta do Elétron os quais estão associados aos processos de produção das partículas (elétrons), as quais emergem de um acelerador linear (este é dotado de uma região para acelerar partículas de acordo como tratamento que se pretende, trazendo assim outro tema do curso: Potencial Elétrico).

O profissional formado em CST- Sistema Elétrico possui ampla atuação no mercado de trabalho, sendo as suas áreas de atuação destacadas em documentos oficiais (Brasil, 2010, p. 29).

O Tecnólogo em Sistemas Elétricos atua no planejamento, projeto, implantação, construção, manutenção e operação de sistemas de distribuição de energia elétrica urbana e rural. Gestão de processos, qualidade e confiabilidade de sistemas elétricos. Legislação, normas e padrões do setor, sistemas de tarifação, gerenciamento e comercialização de energia, utilização de materiais, equipamentos elétricos e procedimentos de segurança, aliados à consciência ambiental, são competências deste profissional. Pode atuar autonomamente ou em concessionárias de distribuição de energia, cooperativas de eletrificação, dentre outras.

Basicamente, o curso de CST - Sistemas Elétricos proporciona o entendimento de vastas aplicações de conceitos físicos, seja em circuitos elétricos, análise de potência, conversão de energia, sendo estes tópicos vistos ao longo do curso e constituindo a base para a construção e elaboração de equipamentos que podem ser empregados em diferentes áreas, como telecomunicações e área médica. Nesse sentido, ao longo das aulas de Física as explicações do professor foram feitas de modo a permitir aos alunos perceberem as possibilidades de aplicação dos conhecimentos e conceitos dessa área, de modo que o estudante pode ser apresentado às idéias de Física das Radiações e entender alguns aspectos relacionados com a área de Física Médica.

Considerando que o estudante envolvido neste trabalho se encontra no primeiro período do curso, entendemos que o mesmo poderia começar a identificar melhor campos de atuação ou mesmo de pesquisa que envolvam conceitos da área de Eletricidade abordados ao longo do curso, atuando, por exemplo, em funções de apoio às atividades que são desenvolvidas em diversos ambientes onde sejam demandados manutenção de equipamentos utilizados na área de Física Médica, gestão de processos ou segurança envolvendo equipamentos elétricos.

Com base nos estudos direcionados aos estudantes durante as aulas, sentiu-se a necessidade de ampliação de tais conhecimentos de Física das Radiações na área mais próxima da saúde e também alertar aos demais estudantes do IFTO das oportunidades relacionadas aos estudos da Física aplicados ao ser humano, tais como a empregabilidade na área e a possibilidade de se enfrentar questões como: O que seria câncer? De que maneira a radiação poderia ser útil no tratamento de cânceres? Essas e outras perguntas foram respondidas e comentadas durante a realização do Curso de Extensão em Física Médica, elaborado e proposto pelos estudantes de CST - Sistemas Elétricos e pelo professor, que utilizou um questionário para a obtenção de dados junto aos estudantes a fim de analisar a sua aceitação e/ou rejeição sobre a abordagem de temas de Física das Radiações. Este tipo de evento de extensão está previsto no planejamento pedagógico e institucional do IFTO.

O aprimoramento da relação indissociável entre ensino, pesquisa e extensão apresenta-se como um imperativo para que a prática pedagógica viabilize a compreensão crítica da realidade, tão necessária à promoção do desenvolvimento tecnológico, cultural e científico de forma sustentável e de transformação da sociedade. Portanto, o processo ensino/aprendizagem não deve ficar restrito à transmissão de conhecimentos somente no ambiente da sala de aula, sendo privilégio de poucos a participação em projetos de pesquisa e extensão (PPI-IFTO, 2008, p. 26).

Portanto, pode-se dizer que um dos resultados das interações entre os estudantes do Curso Superior Tecnológico (CST) - Sistemas Elétricos e o professor, obtidos pelo planejamento durante as aulas, foi a elaboração e a realização do “1º Curso de Extensão em Física Médica”, realizado no dia 07 de novembro de 2009, com duração de 5 horas, ministrado pelo Professor Lucas Nonato de Oliveira para os alunos dos cursos técnicos de agrimensura, eletrotécnica, mecatrônica, eletrônica, controle ambiental, edificações e CST - Construção de Edifícios e Sistemas Elétricos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins e comunidade em geral, pois se tratando de um evento de extensão este era destinado para o indivíduo que tivesse interesse em participar, sendo a divulgação do curso feita nos corredores, através do contato entre os estudantes e também no mural do IFTO.

No curso, inicialmente foram abordados conceitos de interação da radiação com a matéria relacionada à Física Médica e suas aplicações, assim como alguns elementos envolvidos nas teorias estudadas em sala de aula pelos estudantes como campo elétrico, potencial elétrico, eletromagnetismo e relacionadas anteriormente. Estes conceitos foram organizados hierarquicamente por meio do uso de Mapas Conceituais. Por sua vez, o Vê de Gowin foi utilizado pelo professor como ferramenta para o planejamento das aulas e do curso de extensão, pois procurava-se responder as cinco questões básicas constituintes do Vê de Gowin, ou seja:

1. Qual(is) a(s) questão(ões)-foco?
2. Quais os conceitos-chave?
3. Qual(is) o(s) método(s) usado(s) para responder a(s) questão(ões)-foco?
4. Quais as asserções de conhecimento?
5. Quais as asserções de valor?

Essas questões foram respondidas antes das atividades de planejamento de aulas e do curso de extensão, e de acordo com Moreira (2006, p.66) as cinco questões básicas devem ser respondidas antes das instruções dadas aos alunos. As cinco questões básicas do Vê de Gowin foram respondidas como se segue:

1. Qual(is) a(s) questão(ões)-foco?

A questão foco é Quais as contribuições educacionais do uso do Vê de Gowin no estudo do tema Física das Radiações no IFTO? Como questão principal do Vê de Gowin, estávamos interessados nos resultados obtidos entre a ligação de ferramentas de ensino do tema Física das

Radiações, portanto ficou determinada a partir da análise da questão foco que o Vê de Gowin pode ser útil no planejamento de aulas e de cursos de extensão.

## 2. Quais os conceitos-chave?

Os conceitos-chave correspondem às teorias de Física abordadas em sala de aula, ou seja, a Eletricidade e também conceitos de ferramentas de ensino como Mapas Conceituais e o Vê de Gowin.

## 3. Qual(is) o(s) método(s) usado(s) para responder a(s) questão(ões)-foco?

Os passos a serem seguidos para a execução do trabalho estão listados na Tabela 1, o qual informa o quantitativo de aulas ministradas e as atividades desenvolvidas pelo professor e os estudantes. No caso das atividades podemos destacar que a interação entre professor e estudantes sobre os assuntos abordados envolveram o desenvolvimento de: mapas conceituais, Vê de Gowin, elementos de Física das Radiações e formulou-se ainda a elaboração do 1º Curso de Extensão em Física Médica.

## 4. Quais as asserções de conhecimento?

Cabe destacar que as asserções de conhecimento e de valor são definidas de acordo com Moreira (2006, p. 66) como:

[...] as asserções de conhecimento são respostas à(s) questão(ões)-foco. As asserções de valor se referem à significância, utilidade, importância, do conhecimento produzido.

Podemos responder à Questão foco por meio da percepção de que houve aprimoramento na integração da relação professor-estudante, que possibilitou uma abordagem adequada das teorias de Eletricidade e Eletromagnetismo associadas às ferramentas de aprendizagem como Mapas Conceituais e Vê de Gowin, elementos que contribuíram para uma nova visão das aplicações da Física. Esta nova visão pode ser concretizada no curso de extensão oferecido no IFTO, onde os conceitos de Física vistos em sala de aula e abordados por meio das ferramentas Mapas Conceituais e Vê de Gowin permitiram apresentar e estruturar a hierarquização dos conceitos aprendidos pelos estudantes durante o curso de Física Aplicada. O Curso de Extensão propõe que pode ser feito o fortalecimento da pesquisa científica e também a implementação de inovações tecnológicas e educacionais no âmbito do IFTO.

## 5. Quais as asserções de valor?

Em termos de asserções de valor podemos destacar a utilidade das atividades desenvolvidas e do curso de extensão para os estudantes de CST- Sistemas Elétricos, despertando o seu interesse pelos estudos e pelo envolvimento com a sua formação, além de valorizar a estrutura da Instituição em que estão inseridos. Além disso, os estudantes quais tiveram contato em sala de aula com ferramentas de ensino e adquiriram conhecimentos iniciais sobre a nova área de pesquisa no âmbito do IFTO, envolvendo a Física das Radiações.

Para a análise do desempenho dos alunos frente às atividades propostas, foi elaborado um questionário acerca do curso ministrado, com algumas questões a serem respondidas pelos participantes, visando identificar o interesse deles na área e sua opinião sobre o curso dado e sobre as ferramentas Vê de Gowin e Mapas Conceituais utilizadas no curso. Na Tabela 1 é fornecido o esquema do planejamento das aulas ministradas pelo professor juntamente com as atividades sugeridas aos estudantes durante a execução do trabalho.

---

Tabela 1. Planejamento das atividades realizadas em sala aula pelo professor juntamente com os estudantes do CST - Sistemas Elétricos.

---

**\*Aula 1 e 2:** Tema: Mapas Conceituais e Introdução a Física das Radiações.

**Professor:** Traz ao conhecimento dos estudantes artigos<sup>\*\*\*</sup> sobre conceitos e construção de mapas. Conceituais. Relaciona e propõe a construção de mapas conceituais sobre o tema relacionado com Física das Radiações.

**Estudante (CST-Sistemas Elétricos):** Faz a leitura dos textos sobre mapas conceituais e se organiza com demais estudantes para a elaboração dos mapas conceituais.

---

**Aula 3 e 4:** Tema: 'Vê' de Gowin Física das Radiações (Tratamento de Câncer).

**Professor:** Traz ao conhecimento dos estudantes artigos<sup>\*\*\*</sup> sobre conceitos e construção do Vê de Gowin. Relaciona e propõe a construção de Vê de Gowin sobre o tema relacionado com Física das Radiações.

**Estudante (CST-Sistemas Elétricos):** Faz a leitura dos textos sobre Vê de Gowin e se organiza com demais estudantes para a elaboração do Vê de Gowin.

---

**Aula 5 e 6:** Tema: Propostas e Orientações para a realização do Curso de Extensão.

**Professor:** Organiza as propostas, datas, divulgação, questões membros para a realização do Curso de Extensão, este sendo estendido para todos os alunos do IFTO, com isto se contempla para o ensino técnico (PPC+).

**Estudante (CST-Sistemas Elétricos):** Pelo anseio dos estudantes em compartilhar as idéias lançadas sobre Física das Radiações os estudantes elaboram questões sobre o tema para a comunidade do IFTO.

---

**Curso de Extensão (5 horas):** Tema: Física Médica.

**Professor:** Ministra o curso de extensão e explica sobre o intuito pedagógico do questionário ao final do curso que é o de alertar para as novas ferramentas educacionais existentes.

**Estudante (CST-Sistemas Elétricos) e demais cursos<sup>\*\*</sup>:** Participam e respondem ao questionário ao final do Curso de Extensão.

---

<sup>\*</sup>Tempo total das aulas duplas: 1 h e 50 min.

<sup>\*\*</sup>Demais cursos compreendem cursos técnicos e superiores do IFTO.

<sup>\*\*\*</sup> Artigos citados ao longo deste trabalho.

## Análise dos Resultados

Serão apresentadas as análises dos resultados obtidos na aplicação das questões elaboradas para avaliar o curso de extensão, sendo esses resultados mostrados nas Figuras 3 a 6, sendo que o Vê de Gowin é apresentado na Figura 5 e o Mapa Conceitual na Figura 6.

### Questão 1. Já ouviu falar do curso de Física Médica antes?

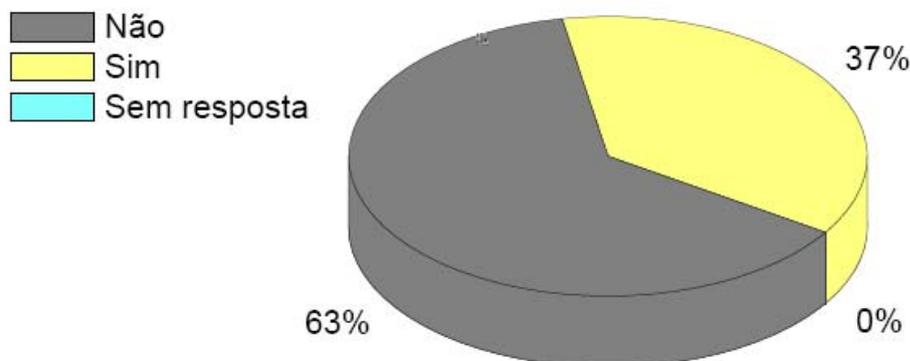


Figura 3. Respostas dos estudantes, em porcentagem, durante o Curso de Extensão em Física Médica.

Na Figura 3 tem-se o gráfico de setores com indicativo de porcentagem para a primeira questão respondida pelos alunos no 1º Curso de Extensão. Pela análise do gráfico a sua maioria (63 %) desconhecia o contexto atual da área de Física Médica, ou seja, tanto quanto a oferta de cursos de graduação em Física Médica quanto aos avanços tecnológicos dessa área. Este fato está de acordo com as expectativas do curso que era a de propiciar conhecimento para os estudantes sobre novas áreas de pesquisa relacionando-o com que o estudante aprende nas aulas de Física do IFTO.

### Questão 2. Possui interesse pela área apresentada?

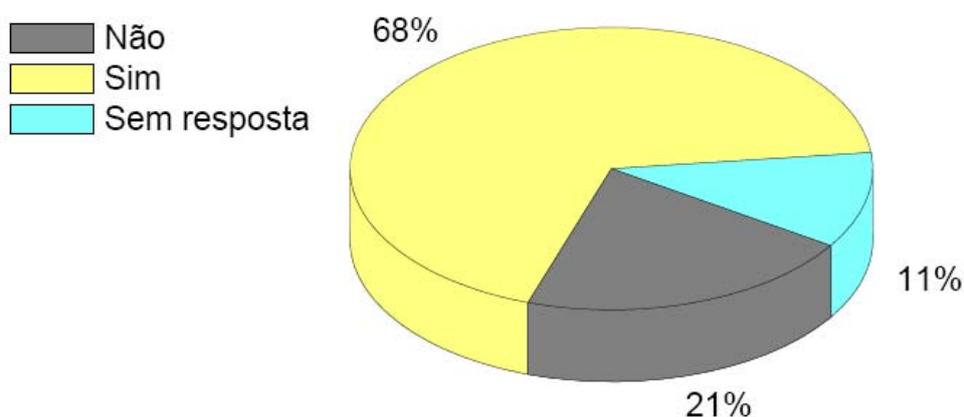


Figura 4. Respostas dos estudantes, em porcentagem, durante o Curso de Extensão em Física Médica.

Na Figura. 4 tem-se o gráfico de setores com indicativo de porcentagem para a segunda questão respondida pelos alunos no Curso de Extensão. Pela análise do gráfico a sua maioria, 68 %, possui interesse pela área apresentada. Este padrão de resposta pode estar associado ao fato de que a

área de Física Médica promove a ligação entre o que é visto em sala de aula (Eletricidade no caso dos estudantes de CST-Sistemas Elétricos) pelos estudantes e suas aplicações (tratamento de câncer através de radiação ionizante e desenvolvimentos de equipamentos na área médica).

### Questão 3. O que você achou do Curso de Extensão?

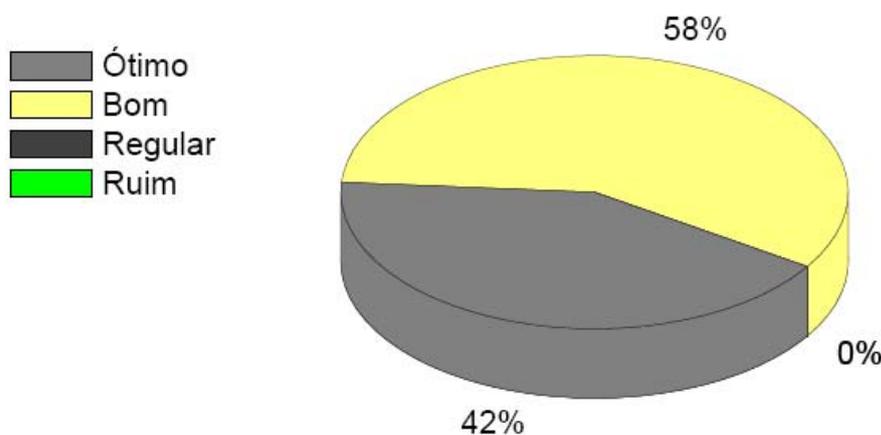


Figura 5. Respostas dos estudantes, em porcentagem, obtidas durante o Curso de Extensão em Física Médica.

Na Figura. 5 tem-se o gráfico de setores com indicativo de porcentagem para a terceira questão respondida pelos alunos no Curso de Extensão. Pela análise do gráfico observa-se que 42 % dos alunos consideraram como sendo Ótimo o curso e 58 % como sendo Bom. Portanto, outras iniciativas quanto à pesquisa (construção de laboratórios de tecnologia e equipar os existentes, formação e apoio de grupos de pesquisa, favorecer a implementação de programas de bolsas de iniciação científica no IFTO, entre outros) e estudos aplicados de diversas áreas do conhecimento poderiam ser realizadas no âmbito do IFTO, possibilitando a inserção de estudantes e professores em pesquisas de temas relevantes para o contexto nacional e até mesmo internacional.

### Questão 4. O que você achou da Iniciativa do Curso?

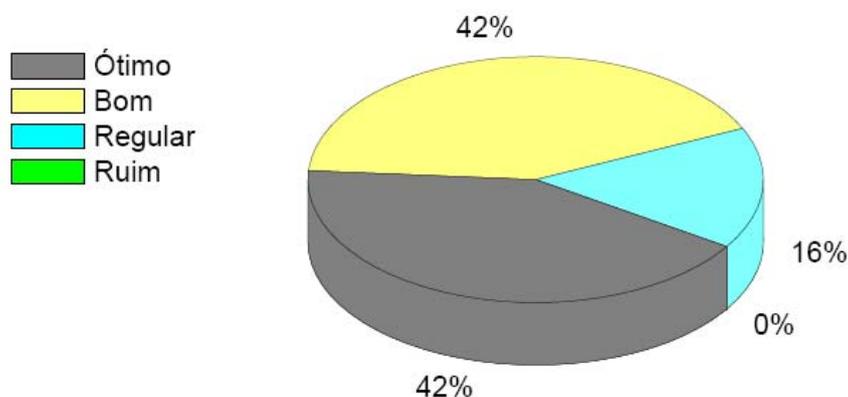


Figura 6. Percepção dos estudantes (em porcentagem), acerca da iniciativa do Curso de Extensão em Física Médica.

Na Figura. 6 tem-se o gráfico de setores com indicativo de porcentagem para a questão que visava identificar a percepção dos alunos acerca da iniciativa de oferecermos o Curso de Extensão. Pela análise do gráfico constata-se que 84 % opinaram como sendo Ótimo ou Bom a iniciativa do Curso. Portanto, a maioria dos estudantes participantes aprovou a iniciativa de um grupo de estudantes e do professor se organizarem para a realização do evento.

As questões apresentadas, mesmo que eventualmente insuficientes para abranger todas as possíveis contribuições decorrentes do Curso oferecido, apresentaram percentuais de respostas amplamente favoráveis para a continuidade da aproximação entre atividades desenvolvidas na sala de aula e outras atividades que envolvem a comunidade estudantil dos demais cursos do IFTO. No Curso de Extensão, os estudantes puderam ter a possibilidade de contribuir, criticar e debater as idéias expostas durante a apresentação e até mesmo nas atividades desenvolvidas pelos estudantes em sala de aula, sendo este o perfil que o IFTO deseja para seus alunos em CST - Sistemas Elétricos, ou seja, “Possibilitar ao aluno a participação de forma responsável, ativa, crítica e criativa na vida em sociedade” (PDI-IFTO, 2009, p. 30). Estas formas de inserções dos estudantes na organização e participação de cursos de extensão são previstos no projeto político pedagógico do IFTO e tendem a contribuir para a formação do estudante e sua inserção na sociedade.

No curso de extensão verificou-se interesse dos estudantes sobre a área de Física Médica, bem como o desconhecimento de como se tratava alguns casos de cânceres, como o de próstata e até mesmo o significado de câncer utilizado pela população. Para a formação dos estudantes a ligação entre uma a área aplicada da medicina com os conhecimentos previamente apreendidos em sala de aula facilitam o associação para a atuação no mercado de trabalho. Outro tópico a ser destacado é a necessidade de políticas para conter a evasão dos estudantes na área tecnológica da rede federal e neste sentido ações como as descritas (curso de extensão) podem contribuir para minimizar os problemas que caracterizam este cenário.

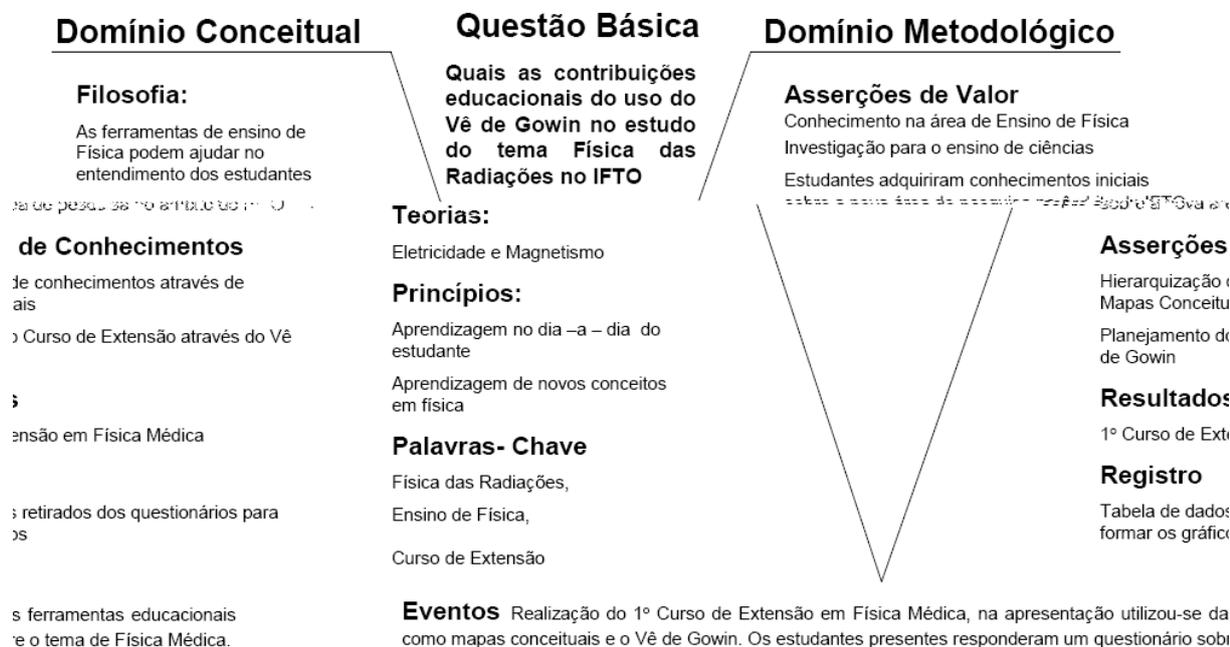


Figura 7. Vê de Gowin, explicando o contexto básico entre Física das Radiações e Teorias de Aprendizagem.

Na Figura. 7 é apresentado o Vê de Gowin desenvolvido segundo o planejamento das aulas ministradas durante o segundo semestre de 2009 (Tabela 1). O Vê de Gowin foi útil na organização dos fatos, filosofias, conceitos, teorias, resultados e na inserção dos conhecimentos básicos a serem

desenvolvidos no curso de extensão (os conceitos básicos sugeridos pelos estudantes e conceitos com aplicações em Física Médica adicionados pelo Professor), estabelecendo conexões com a parte conceitual e metodológica do evento. O Vê de Gowin desenvolvido está de acordo com o descrito por Ferracioli (2005, p.107):

O processo de investigação científica para Gowin é entendido como a construção de uma estrutura de significados a partir de elementos básicos, por ele denominado de *eventos, fatos e conceitos*. Assim, a partir da observação de um evento que ocorre na natureza ou é provocado pelo observador, o procedimento de pesquisa estabelece conexões específicas entre os registros deste evento, os julgamentos factuais derivados do estudo desses registros, as regularidades evidenciadas por esse julgamento e os conceitos e sistemas conceituais utilizados para interpretar esses julgamentos a fim de se chegar à explicação deste evento.

No domínio metodológico têm-se asserções de valores, conhecimento e resultados que indicam uma relação com o domínio conceitual, pois a partir do conhecimento adquirido é que a execução de atividade se desenvolve, ou seja, a obtenção dos resultados. Neste caso, a teoria desenvolvida em sala de aula (Eletricidade) tornou-se matéria prima para a realização do Curso de Extensão, sendo este o resultado apresentado no Vê de Gowin.

Na Figura. 8 é apresentado o Mapa Conceitual desenvolvido segundo o planejamento das aulas ministradas e descritas na Tabela 1. O Mapa Conceitual desenvolvido mostra de maneira rápida as conexões entre alguns dos conceitos de Física Médica que serviram de apoio para as idéias apresentadas em sala de aula sobre os conceitos presentes no plano de ensino estabelecido pelo IFTO. Pode-se afirmar que o Mapa Conceitual elaborado conjuntamente com os alunos atende a proposta de se promover a aquisição de conhecimentos sobre as ferramentas educacionais no ensino, conforme estabelece Tavares e Luna (2007, p.115) ao afirmar que:

Assim, pretendemos mostrar o forte potencial dos mapas conceituais como uma ferramenta pedagógica capaz de evidenciar significados presentes no currículo, apontando para o fato de que os diversos conceitos não são alvos estáticos na aprendizagem, mas um conjunto, uma teia que se une através de relações entre conceitos que evoluem na estrutura.

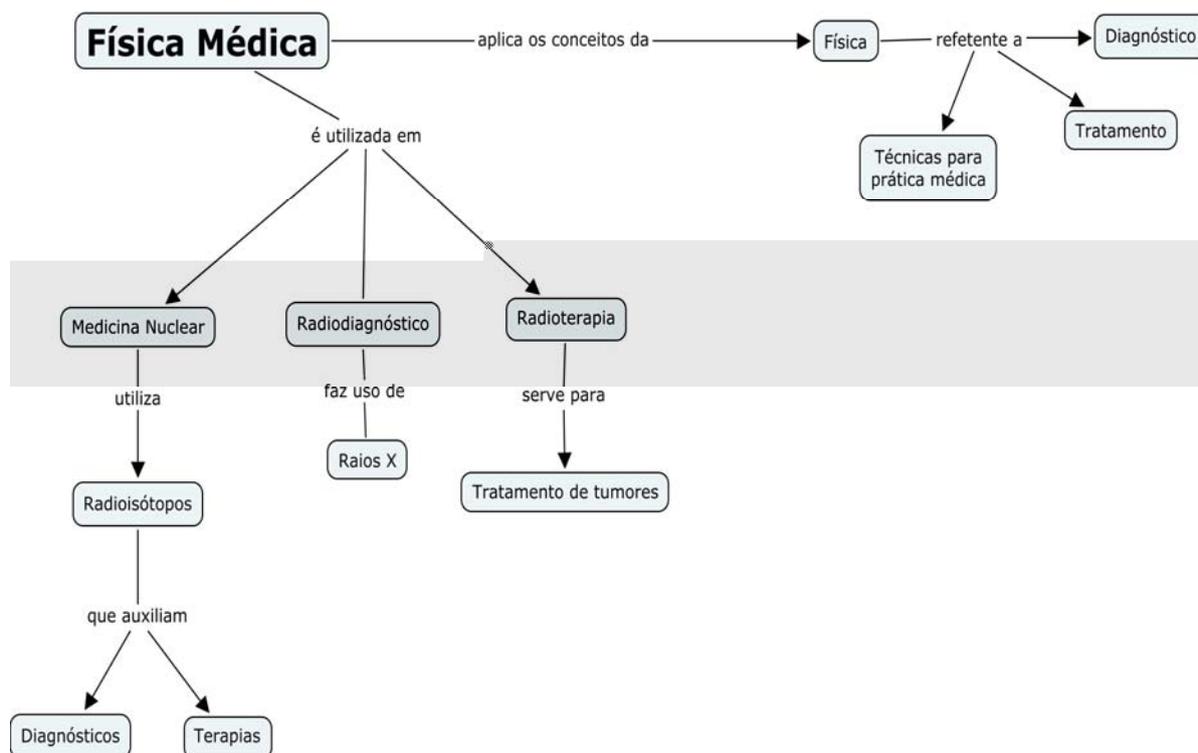


Figura 8. Mapa Conceitual aplicado em sala de aula e no curso de extensão sobre Física Médica.

Portanto, durante as aulas, o professor percebeu uma facilidade maior de manipular e realizar trabalhos com os Mapas Conceituais do que com o Vê de Gowin, isto para os estudantes do CST - Sistemas Elétricos. Segundo a turma, Mapas Conceituais são mais diretos e fáceis de serem feitos, enquanto que para o Vê de Gowin há necessidade de se entender a teoria profundamente e também um maior tempo para a realização do mesmo.

## Conclusões

Mesmo com a expansão da Rede Federal de Ensino Tecnológico, que vem trazendo novos rumos aos Institutos Federais – IF, é importante destacar que a educação tecnológica necessita ampliar a divulgação de temas e conceitos científicos de forma a atrair um maior número de estudantes para seus cursos, combater a evasão escolar e proporcionar um ambiente favorável para a fixação de pesquisadores. Portanto, este trabalho surgiu da necessidade de aprimoramento da formação inicial dos estudantes do Curso de Sistemas Elétricos – IFTO, por meio de sua inserção em atividades que envolvem a pesquisa científica e o contato com as novas ferramentas e recursos de ensino.

Dos resultados apresentados verificou-se que a introdução dos conceitos de Física das Radiações foi bem aceito pela comunidade do IFTO, sendo que 42% dos estudantes (Figura. 3) consideraram Ótima e 58% julgaram Bom a proposta para o Curso de Extensão, o qual gerou conhecimentos acerca da Física Médica e das radiações, visto que a maioria nunca tinha ouvido falar do tema, conforme mostraram as respostas de 63% dos estudantes ao questionário apresentado no curso de extensão (Figura. 1).

A iniciativa do curso foi considerada útil de acordo com 42% dos estudantes que responderam com Ótimo ao questionário, servindo o mesmo também para informar os participantes sobre a linha de pesquisa de Física das Radiações que existia no período compreendido entre o ano de 2008 até Julho de 2010 no IFTO e que teve 1 aluno de Iniciação Científica e 5 alunos estagiários, embora não tenha sido cadastrada no CNPq, pois o professor responsável saiu do IFTO. O curso serviu também para despertar o interesse dos alunos pelo tema, que é fundamental na atualidade educacional, devido a interdisciplinaridade que existe nessa área, envolvendo tanto Física como Medicina, Matemática, Informática e Química.

Portanto, os objetivos deste trabalho foram alcançados, ou seja, o oferecimento de condições favoráveis aos alunos para que pudessem adquirir conhecimentos de eletricidade em sala de aula e a percepção de aplicabilidade desses conceitos apreendidos em diferentes ambientes. Estes conceitos foram trabalhados em associação com ferramentas de aprendizagem como os Mapas Conceituais e o Vê de Gowin.

O Vê de Gowin foi relacionado com as aulas, partindo da questão básica proposta “Quais as contribuições educacionais do uso do Vê de Gowin no estudo do tema Física das Radiações no IFTO”. Esta questão foi respondida através da interação professor e estudante, juntamente com a abordagem das teorias físicas Eletricidade e Eletromagnetismo, na medida em que o processo forneceu uma nova visão aos conteúdos lecionados aos estudantes. Outro aspecto é a utilização desta ferramenta no planejamento do 1º Curso de Extensão em Física Médica, e que juntamente com os Mapas Conceituais, contribuem para os estudantes de CST - Sistemas Elétricos a compreenderem a hierarquia dos conceitos e alguns aspectos relacionados ao processo de produção do conhecimento.

As ações realizadas durante o curso e listadas na Tabela 1 (curso de extensão, leitura de artigos científicos, elaboração de Mapas Conceituais e utilização do Vê de Gowin), contribuem como um reforço ao pensamento que embasa a formação e atuação desejada para os profissionais que atuam no IFTO, que é o do fortalecimento da pesquisa científica, da implementação de inovações tecnológicas e do uso de modernas ferramentas de ensino.

A iniciativa de aplicação no Curso de CST- Sistemas Elétricos de ferramentas de ensino (Mapas Conceituais e Vê de Gowin), associadas à reativação da área de pesquisa (Física das Radiações) são medidas de impactos imediatos e eficazes ao combate da evasão no IFTO. A inserção do estudante em um ambiente em que se discute ciência aplicada com literatura atualizada é o caminho para o amadurecimento científico desejado da comunidade do IFTO.

## Referências

Almeida, V.O., Moreira, M.A. (2008). Mapas conceituais no auxílio na aprendizagem significativa de conceitos da óptica física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, 4403.

Brasil, (2002). Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +), Secretaria de Educação Básica – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica.

Brasil, (2006). Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (Orientações Curriculares para o Ensino Médio; volume 2) / Secretaria de Educação Básica – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica.

Brasil, (2006). Catálogo Nacional de Cursos Superiores de Tecnologia, Ministério da Educação, Brasília.

Calcina, C.S.G., (2006). Características dosimétricas para campos pequenos, visando à implementação de um sistema postal de controle da qualidade na radiocirurgia. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Calcina, C.S.G., Oliveira, L.N., Almeida, C.E., Almeida, A. (2007). Dosimetric parameters for small field sizes using Fricke xylenol gel, thermoluminescent and film dosimeters, and an ionization chamber. *Physics in Medicine and Biology*, 52, 1431-1439.

Ferracioli, L. (2005). ‘V’ Epistemológico como Instrumento Metodológico para o Processo de Investigação. *Revista Didática Sistêmica*, 1,106-125.

Machado, M.A., Ostermann, F. (2005). Utilização De Mapas Conceituais Como Instrumento De Avaliação Na Disciplina De Física Da Modalidade Normal: Relato De Uma Experiência Em Sala De Aula, XVI Simpósio Nacional De Ensino De Física, 1-4.

Moreira, M.A. (2006). Mapas Conceituais e Diagramas V. Instituto de Física do Rio Grande do Sul.

Moreira, M.A., Buchweitz, B. (1993). Novas Estratégias de Ensino e Aprendizagem. Os Mapas Conceptuais e o Vê epistemológico. Plátano Edições Técnicas, Lisboa.

Moreira, M.A., Rosa, P. (1986). Mapas Conceituais. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 3, 17-25.

Moreira, M.A., Valadares J.A., Caballero, C., Teodoro, V.D. (2000). Teoria da Aprendizagem Significativa. *Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, 6.

Oliveira, L.N., Zimmerman, R.L., Moreira, M.V., Ila, D., Almeida, A. (2009). Determination of diffusion coefficient in Fricke Xylenol gel dosimeter after electron beam bombardment. *Surface and Coatings Technology*, 203, 2367-2369.

Oliveira, L.N., Calcina, C.S.G., Parada, M.A., Almeida, C.E., Almeida, A. (2007). Ferrous Xylenol Gel Measurements for 6 and 10 MV Photons in Small Field Sizes. *Brazilian Journal of Physics*, 37,1141-1146.

Pirani, L.F., Oliveira, L.N, Petchevist, P.C.D., Moreira, M.V., Ila, D., Almeida, A.(2009).New chemical Fricke gel radiation dosimeter. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 280,259-264.

PDI, (2009) – Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, 2ª ed., Palmas-TO.

PPI, (2008)- Projeto Político Pedagógico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, 2ª ed., Palmas-TO,

Tavares, R., Luna, G. (2007). Mapas Conceituais: uma ferramenta pedagógica na consecução do currículo. *PRINCIPIA*, 15, 110-116.

Recebido em: 15.03.11

Aceito em: 24.11.11