



NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA

NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY FOR TEACHING MODERN PHYSICS AND CONTEMPORARY IN VIEW OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL ALFABETIZAÇÃO

André Ary Leonel¹

Carlos Alberto Souza²

¹UFSC/Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica/ Colégio Salvatoriano Nossa Senhora de Fátima, profandrefsc@yahoo.com.br

²UFSC/Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica/ Escola Agrotécnica Federal de Sombrio, carlosal@ced.ufsc.br

Resumo

Neste artigo analisamos a viabilidade do tema Nanociência e Nanotecnologia para o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica. Nosso principal objetivo foi analisar a potencialidade do tema para introdução da FMC no Ensino Médio. O estudo é caracterizado como descritivo com enfoque na pesquisa ação e faz parte de uma pesquisa maior, que tem como finalidade analisar a potencialidade da Nanociência e Nanotecnologia na elaboração de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade para ensinar FMC no Ensino Médio.

Palavras-chave: Nanociência e Nanotecnologia; Física Moderna e Contemporânea; Alfabetização Científica e Técnica; Ensino Médio.

Abstract

In this article we analyze the feasibility of Nanoscience and Nanotechnology theme for the teaching of Modern and Contemporary Physics (FMC) in Secondary Education from the perspective of scientific and technological literacy. Our main objective was to analyze the potential for introduction of the theme of FMC in high school. The study is characterized as descriptive with a focus on research and action is part of a larger research which aims to examine the potential of nanoscience and nanotechnology in the development of an island Interdisciplinary Rationality FMC to teach in high school.

Keywords: Nanoscience and Nanotechnology; Modern and Contemporary Physics; Technical and Scientific Literacy; Secondary Education.

INTRODUÇÃO

O termo Nanociência foi proposto pela primeira vez em 1959 por Richard Feynman no Instituto de Tecnologia da Califórnia em 29 de dezembro de 1959. O título dessa palestra era “There is plenty of room at the bottom” (“Tem muito espaço lá embaixo”). Feynman chamava a atenção para o fato de que, na dimensão atômica, se está trabalhando com leis diferentes e, assim, devem ser esperados novos efeitos e novas possibilidades. Uma das hipóteses levantadas nessa palestra era a de que seria possível condensar, na cabeça de um alfinete, todos os 24 volumes da Enciclopédia Britânica, vislumbrando as futuras descobertas na fabricação de sistemas em escala atômica e molecular. Segundo Schulz (2007) essa palestra é um exemplo de texto que é muito mais citado do que realmente lido, parâmetro que indica sua importância, mas que, por outro lado pode dar origem a lendas urbanas não justificadas.

Já o termo nanotecnologia foi popularizado pelo engenheiro norte americano Eric Drexler, em 1986 por meio do livro *Engines of creation* (Motores da criação). Drexler tornou-se o dono do primeiro PhD em nanotecnologia do mundo e é considerado por muitos como o pai da Nanotecnologia. Durante todos estes anos vem estudando as amplas possibilidades que as nanotecnologias podem propiciar para o desenvolvimento dos sistemas das sociedades.

De lá pra cá, o processo de miniaturização avançou muito, sendo impossível não se impressionar pelos rumos que podem tomar.

Da nanotecnologia também espera-se grandes impactos diretos na qualidade de vida das pessoas, por exemplo, tornando os remédios mais eficazes, na medida que viabiliza a colocação do mesmo exatamente na célula doente. Isso poderá acarretar uma segunda ordem de conseqüências no que toca a ampliação da expectativa de vida, aumento do contingente populacional de idosos, idade mínima de aposentadoria, mudanças na aposentadoria, mudanças nos planos de saúde e seguro de vida. [...] Também em relação ao meio ambiente os impactos poderão ser no sentido de se estabelecer processos produtivos não poluidores e com isto uma série de tecnologias e plantas poluidoras poderão ser fechadas. Muitas são as promessas de que a nanotecnologia seja uma tecnologia em prol do meio ambiente. Mas depois dos eventos relativos a biotecnologia/transgênicos as iniciativas de maior e mais controle social sobre o desenvolvimento de novas tecnologias se colocam. (MARTINS, 2004, p. 16).

A importância da ciência nessa dimensão reside no fato de que, à medida que a escala do objeto que se manipula aproxima-se do intervalo de 0,1 a 100 nanômetros, este passa a se comportar com base na Física quântica. Propriedades térmicas, ópticas, magnéticas e elétricas, por exemplo, podem ser atingidas quando certos materiais são submetidos à miniaturização em nanopartículas, mantendo-se a mesma composição química. Reações químicas também podem ocorrer entre diferentes elementos químicos em proporções muito menores, dado que partículas nanométricas apresentam uma área de contato muito maior.

No Brasil, o desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia teve início oficial no século XXI, mais precisamente em 2001, com o *Edital CNPq Nano n° 01/2001*, que previa a constituição de quatro redes de pesquisa em nanotecnologia (Rede de Nanobiotecnologia, Rede de Nanodispositivos, Rede Nacional de Materiais Nanoestruturados e Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces) cujo valor orçado foi de R\$ 3.000.000,00, (MARTINS, 2007)¹. Embora, segundo este autor,

¹ Neste trabalho é retratado o desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil no período de 2001 a 2006. Os dados utilizados são provenientes de fontes oficiais e de arquivos dos pesquisadores da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). A demonstração deste trabalho será realizada por um conjunto de pesquisadores que se vem dedicando a tornar a nanotecnologia objeto de estudo das ciências humanas e, com isto, contribuir para a produção de conhecimentos científicos sobre este tema, tornando efetivamente a nanotecnologia uma atividade multidisciplinar.

possam também ser constatados investimentos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em equipamentos para técnicas de crescimento epitaxial de semicondutores, realizados em 1987, e teses no campo da nanociência e nanotecnologia. De acordo com Martins (2007) essas redes encerraram oficialmente suas atividades no final de outubro de 2005 e a continuidade da ação governamental neste campo deu-se mediante o *Edital MCT/CNPq n° 29/2005*. Segundo relatório da Coordenação de Nanotecnologia do MCT, em 2005 esse edital criou dez redes (Programa Rede BrasilNano²), que apresentaram uma demanda de R\$ 27,2 milhões em quatro anos. Recursos provenientes de fundos setoriais e da ação orçamentária.

De acordo com Valadares, Chaves e Alves (2005) a Nanociência e a Nanotecnologia se tornaram possíveis graças a Física Moderna e Contemporânea, especificamente a dois avanços que foram decisivos. O primeiro deles está associado à invenção de instrumentos de visualização e manipulação da matéria (os chamados microscópio de varredura por sonda – SPM na sigla inglesa). O outro fator foi o desenvolvimento de equipamentos capazes de produzir filmes sólidos com controle de espessura em escala atômica. De acordo com esses autores o que caracteriza a Nanociência e a Nanotecnologia é a adoção de técnicas que permitem tanto visualizar como manipular a matéria na escala nanométrica, incluindo a manipulação direta de átomos.

Em 1981, foi criado o microscópio de tunelamento, que permitiu obter imagens de átomos em uma superfície. Já a possibilidade de mover átomos individualmente foi demonstrada em 1990, quando pesquisadores americanos escreveram o logotipo IBM ao posicionarem átomos de xenônio sobre uma superfície de níquel. Desde então, o domínio científico e tecnológico da escala nanométrica está passando por um surto de crescimento, graças a novas ferramentas de pesquisa e a desenvolvimentos experimentais e teóricos. Disto resultam novos produtos e processos industriais em um ritmo extremamente acelerado. Estão surgindo classes inteiramente novas de dispositivos e sistemas micro e nanofabricados. Esta situação parece indicar um novo salto da civilização tecnológica, porque oferece oportunidades científicas e industriais impensáveis até agora.

Entretanto o uso de objetos nessa escala não é recente. Mesmo sem conhecer a natureza nanoscópica, o homem já produz e faz uso de materiais nesta dimensão há muito tempo. Desde o tempo da alquimia, através da obtenção e utilização de ouro e metais precisos coloidais para modificação da cor de vidros utilizados em cálices e, em vitrais de catedrais medievais. Com o desenvolvimento da Física Quântica, hoje sabemos que é pelo confinamento quântico que as dimensões das partículas de ouro influenciam na frequência da luz que pode ser absorvida ou emitidas por elas. A tinta nanquim produzida pelos chineses é constituída de nanopartículas de grafite suspensas em água.

² De acordo com a portaria MCT (2005) a Rede BrasilNano tem por finalidade fomentar o avanço científicotecnológico e da competitividade internacional da ciência, tecnologia e inovação brasileiras, o desenvolvimento regional equilibrado, a interação entre centros de pesquisa públicos e privados e empresas, *centrais sindicais e entidade da sociedade civil voltadas a defesa dos interesses difusos da sociedade*, com vistas à formação de recursos humanos, à geração de empregos qualificados, à elevação do patamar tecnológico da indústria nacional e à aceleração do desenvolvimento econômico do país, à preservação do meio ambiente e à melhoria da qualidade de vida da população brasileira, por meio da constituição de redes de pesquisa e desenvolvimento focadas em Nanociência e Nanotecnologia, em suas aplicações inovadoras em produtos e processos nanotecnológicos, *no estudo de políticas públicas e de impactos econômicos, sociais, ambientais e éticos da Nanotecnologia*.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Ensino de Física (2005) a Nanociência e Nanotecnologia estão provocando uma revolução científica e tecnológica de enorme abrangência que intensificou-se nos últimos dez anos. No entanto, o atual surto de desenvolvimento na área é muito recente. Além disso, mesmo existindo várias aplicações sendo comercializadas grande parte da população ainda não sabe o que é a “Nanociência e a Nanotecnologia”.

Atualmente os avanços científicos e tecnológicos têm despertado nos jovens interesse por temas relacionados com as Ciências. A Física, de um modo geral, tem contribuído bastante nesse avanço. Entretanto, é preocupante o modo com o Ensino de Ciências, particularmente a Física no Ensino Médio, não têm acompanhado esse desenvolvimento e cada vez mais se distancia do que os alunos se interessam e necessitam para o alcançarem uma Alfabetização Científica e Tecnológica.

Essa necessidade de tornar os conteúdos científicos escolares dotados de significado, de torná-lo útil para a vida do aluno, bem como de discutir o papel das ciências e das tecnologias na sociedade contemporânea, tornou-se questão das mais importantes no cenário educacional nos últimos anos (PINHEIRO et al., 2000). É nessa perspectiva que Fourez et al (1997) propõem a construção de uma *Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR)*, na busca de uma “*Alfabetização Científica e Técnica (ACT)*”, como sendo uma estratégia pedagógica e epistemológica para lidar com o ensino, capaz de cruzar saberes oriundos de várias disciplinas e conhecimentos da vida cotidiana, criando uma modelização apropriada para representar uma dada situação. O autor considera que a ACT é definida por um contexto no qual os saberes científicos procuram gerar alguma autonomia, possibilitando que o aprendiz tenha capacidade para negociar suas decisões, alguma capacidade de comunicação e algum domínio e responsabilidade face às situações concretas. Assim a elaboração de modelos interdisciplinares para representar as situações cotidianas pode ser uma solução para os problemas encontrados no ensino de ciências.

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA

Segundo Fourez (1997) a expressão ACT surge como uma metáfora à alfabetização do final do século XIX. Designando um tipo de saber, de capacidade ou de competência que, em nosso mundo técnico científico, corresponderá ao que foi a educação no século passado (FOUREZ, 1997, p.15).

Fourez (1997) propõe a ACT como estratégia pedagógica e epistemológica para tratar o ensino de ciências. Para o autor uma pessoa alfabetizada cientificamente se caracteriza principalmente em termos de atitudes e não somente de conhecimentos. Ou seja, ela possui um entendimento geral dos fenômenos naturais básicos, interpretando as informações relacionadas com a ciência e com a tecnologia, dentro de um contexto tal que lhe seja possível discutir, e tomar posição frente a estes assuntos.

Uma alfabetização científica e técnica deve passar por um ensino de ciências em seu contexto e não como uma verdade que será um puro fim nela mesma. Alfabetizar técnico-cientificamente não significa que se dará cursos de ciências humanas no lugar de processos científicos. Significará sobretudo que se tornará consciência de que as teorias e modelos científicos não serão bem compreendidos se não se sabe o porque, em vista de que e para que foram inventados. (FOUREZ, 1997, p.81)

Assim, defende que “o que deve ser objeto de uma ACT não é, então, uma série de conhecimentos particulares precisos, mas um conjunto global que permita (ao indivíduo) orientar-se e compreender-se no nosso universo” (FOUREZ, 1997). De

acordo com o autor o indivíduo “alfabetizado” deixaria de ser um receptor passivo e passaria a ser um indivíduo com certa *autonomia* no mundo científico e tecnológico no qual ele está inserido.

O autor ainda sugere que os alunos devem compreender o funcionamento dos aparatos tecnológicos, bem como as implicações sociais da tecnologia, para negociar com os produtos científico-tecnológicos que estão em sua volta e estar em condições de perceber as relações de poder a respeito de seu uso.

ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

Atualmente um atraso no Ensino de Física comparado ao avanço científico e tecnológico tem provocado nos alunos um questionamento do por quê estudar Física, já que não conseguem associá-la ao seu dia-a-dia. Nesse sentido várias pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de incluir conceitos e questões que possam dar significado a esse ensino e uma intervenção mais crítica que permita aos alunos pensar e interpretar o mundo a sua volta. Acreditamos que essas questões só serão compreendidas e superadas se alguns conceitos estabelecidos a partir do século XX forem abordados nas escolas. O que poderia favorecer uma melhor conexão entre o ensino de física e o cotidiano do aluno.

No Brasil, pode se considerar que a preocupação em aproximar o Ensino de Física do Ensino Médio, teve como influência vários projetos estrangeiros, desses Terrazan (1994) aponta quatro desenvolvidos nas décadas de 60 e 70 e que tiveram grande repercussão, dois norte-americanos, o Physical Science Study Committee (PSSC) e o Harvard Project Physics (HPP), que apresentam tópicos de FMC, ao final da coleção, e dois ingleses, o Nuffield Science Teaching Project (NSTP) que mescla tais conteúdos com os da Física Clássica, e o Nuffield Advanced Science (NAS), um nível avançado do NSTP em que se aprofundam tópicos da FMC.

Quatro grandes projetos brasileiros podem ser citados como precursores nacionais da introdução de conceitos modernos da física, são eles: O PEF, Projeto de Ensino de Física, o PBEF, Projeto Brasileiro de Ensino de Física, o FAI, Física Auto-Instrutiva, e mais recentemente o GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (TERRAZAN, 1994, p.51).

Segundo Terrazan (1992, 1994), a tendência da atualização do currículo de Física justifica-se pela influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a necessidade de formar um cidadão consciente e participativo que atue nesse mesmo mundo. Com relação a essa questão, podemos encontrar nos PCNEM o seguinte registro:

É preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aqueles aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada. (BRASIL, 2000, p. 23).

Várias pesquisas relacionadas com a introdução da FMC no Ensino Médio já foram realizadas no Brasil, no entanto, o baixo índice de escolas que contemplam a FMC no programa e efetivamente abordam essa parte da Física não refletem os resultados dessas pesquisas e não é ressonante com as sinalizações expressas na leis, diretrizes, propostas curriculares, parâmetros curriculares e orientações curriculares.

Desde 1996, a própria LDB já defendia que “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (LDB, artigo 35, inciso IV), deveria ser uma das finalidades do Ensino Médio, de modo que ao concluir esse grau de escolaridade, o educando demonstre, entre outros aspectos, o “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (LDB, artigo 36, §1º, inciso I).

Dentro desta perspectiva essa lei será cumprida e a ACT alcançada quando a FMC for efetivamente contemplada em nossas escolas. Pois para entender e dominar alguns princípios tecnológicos que nossos alunos possuem acesso e contato direto, para ter maior autonomia, capacidade de comunicar e responsabilidade frente ao uso e opção por certo equipamento tecnológico precisam saber alguns conceitos desta Física.

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e *lasers* presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. (BRASIL, 2002, p. 70).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais encontramos afirmação semelhante:

É preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aqueles aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada. (BRASIL, 2000, p. 23).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio defendem a introdução da FMC a partir do eletromagnetismo e ressaltam que temas relevantes e atuais merecem atenção, como a Nanotecnologia, além de outros de forte relação com aspectos sociais e ambientais.

De acordo com Terrazzan (1994) a física desenvolvida na escola média deve permitir aos estudantes pensar e interpretar o mundo que os cerca.

Nesse nível de escolaridade devemos estar formando um jovem, cidadão pleno, consciente e, sobretudo capaz de participação na sociedade. Sua formação deve ser a mais global possível, pois sua capacidade de intervenção na realidade em que está imerso tem relação direta com sua capacidade de leitura, de compreensão, de construção dessa mesma realidade. (TERRAZZAN, 1994, p. 39).

Segundo Alveti (1999) a discussão sobre o papel da ciência física na sociedade não pode ser realizada sem o conhecimento da produção científica da atualidade.

A formação do indivíduo deve equilibrar-se entre a aquisição de conhecimentos especializados, decorrentes da sua profissão ou dos interesses particulares, e conhecimentos mais universais, mais amplos e abstratos, imprescindíveis para a sua participação na vida societária e exercício da cidadania. (ALVETTI, 1999, p. 22 e 23.).

Para o autor o conhecimento dos conceitos e modelos da FMC insere-se nesses dois níveis formativos. Acreditamos que além da pertinência do tema: Nanociência e Nanotecnologia, ele promove esses dois níveis. Portanto, é essencial que nossos alunos

conheçam o tema e sua potencialidade, uma vez que este promete uma revolução tecnológica de enorme abrangência.

ANÁLISE DO TEMA

Para melhor analisar a potencialidade do tema: “Nanociência e Nanotecnologia” para introdução da FMC no Ensino Médio e conseqüentemente para o desenvolvimento da nossa Ilha foi organizado um seminário intitulado: “Nanotecnologia: sua ciência, tecnologia e implicações sociais” para alunos da terceira série do Ensino Médio da rede municipal de São José, um mini-curso intitulado “Nanotecnologia: sua ciência e implicações sociais” e desenvolvidas algumas atividades em uma turma de licenciatura em Física.

Além de introduzir tópicos da FMC o seminário e o mini-curso abarcavam questões relacionadas com a História da Ciência, com o fazer ciência e com as vantagens, desvantagens e implicações sociais do tema trabalhado. Durante o seminário e o mini-curso utilizamos vídeos com documentários e entrevistas com cientistas que trabalham com a Nanociência e Nanotecnologia.

Escolhemos o Centro Educacional Municipal Maria Iracema de Andrade, mais conhecido como Barreirão, para a aplicação do seminário. A escolha foi feita apenas pela afinidade que tínhamos com os diretores e professores. Inicialmente foi conversado com a direção e com os professores do Barreirão com o objetivo de organizar um horário especial para o dia da apresentação do seminário, pois o mesmo foi pensado e elaborado para ser apresentado durante as quatro últimas aulas do turno noturno. O seminário poderia ser apresentado para qualquer série, foi a diretora da escola e os professores que optaram pela terceira série, pelo simples fato da turma estar concluindo o ensino médio, não tendo tempo para outras oportunidades, ao contrário dos alunos da 1ª série e 2ª série que terão mais tempo na escola. Havia duas turmas de 3ª série, as quais participaram juntas do seminário no auditório da escola.

Foi conversado com os professores para que solicitassem aos alunos, uma semana antes da apresentação do seminário, uma busca sobre Nanociência e Nanotecnologia, sugerindo que anotassem suas dúvidas e curiosidades a respeito do tema para serem trabalhadas no dia do seminário, pois um dos objetivos era criar um ambiente onde os questionamentos e o debate fosse acontecendo ao longo da apresentação.

O mini-curso foi elaborado para a 7ª Semana de Ensino Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina (Sepex)³ e teve uma duração de quatro horas. Além da obtenção de dados para a análise do tema o mini-curso tinha o objetivo de apresentar uma proposta interdisciplinar para abordagem de tópicos da Ciência contemporânea em sala de aula do Ensino Médio por meio da Nanociência e Nanotecnologia e visava despertar o interesse dos professores de Ciências e encorajá-los a tratar assuntos como este em sala de aula e mostrar que a Física do século XX e XXI constitui um corpo de conhecimentos bem estruturado e apresenta explicações alguns fenômenos que acontecem no mundo atômico e nanométrico.

Nosso público alvo era professores do Ensino Médio, principalmente de Física, Biologia ou Química, pela maior afinidade com o tema. Graduandos em Licenciatura,

³ A 7ª Sepex aconteceu em outubro de 2008, durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Trata-se de uma das principais vitrines da UFSC para divulgar os trabalhos realizados nas diferentes áreas de pesquisa. Como nos anos anteriores o evento abriu espaço para minicursos, oferecidos gratuitamente à comunidade, por professores, servidores técnicos-administrativos e estudantes da UFSC.

principalmente em Física, Química ou Biologia, e público geral que tenha interesse pelo assunto. Como não tivemos tempo, e também não era nosso interesse fazer um perfil mais detalhado dos participantes, apenas sabemos que com exceção de dois, que estavam concluindo a licenciatura em Química e um em Física, todos já tinham concluído o terceiro grau e a maioria é educador. Consideramos, para efeito de análise dos dados, que todos já haviam passado pela universidade e independente da área de formação e/ou atuação já receberam uma formação científica e, comparados com os alunos do ensino médio, possuem melhores condições de analisar o tema e responder o questionário com um olhar de quem se preocupa com o futuro dos estudantes.

Tanto no seminário, como no mini-curso, abordamos aspectos relevantes para o ensino de Física, buscando alternativas pedagógicas que pudessem auxiliar numa maior compreensão e integração dessa área do conhecimento com a realidade cotidiana do aluno, seus interesses e necessidades, pensando na necessidade de se rever o papel do professor como mediador no processo ensino-aprendizagem e na construção do conhecimento. Partindo da perspectiva de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção (FREIRE, 1996); neste processo, também concebemos que o educando deixasse de ser um mero receptor de informações, tornando-se um sujeito participante do processo pedagógico.

Nosso principal instrumento de pesquisa, nesse momento, foram dois questionários, com questões abertas e fechadas, elaborados para que os alunos respondessem após o seminário e os participantes do mini-curso no final deste.

Dos trinta e cinco alunos que responderam ao questionário, dezoito já tinham ouvido falar sobre o tema. Sendo que o veículo que mais proporcionou esse contato foi a TV. Apenas quatro alunos acreditam que o conhecimento da Física é suficiente para abordar as questões relacionadas com a Nanociência e a Nanotecnologia, os demais acreditam que deve haver um trabalho interdisciplinar, sendo que as disciplinas mais indicadas para trabalhar essas questões foram: Química, Biologia e Matemática.

No que diz respeito à FMC, bem como a Física Quântica vinte e dois alunos já tinham alguma informação, sendo elas cientificamente corretas ou não sobre esse assunto. Como podemos ver em algumas das respostas, com exceção do aluno A21, os alunos possuem e/ou ficaram com muito interesse por essa parte da Física:

“Muito chata e complexa demais para as cabeças inúteis que existem no momento, não entendem as suas necessidades.” (A21, seminário, 2008)

“Traz-me melhor entendimento sobre o que utilizo em meu dia-a-dia, com vários aplicativos.” (A4, seminário, 2008)

“São temas muito interessantes. Mas até hoje não me interessei muito, porém agora vou procurar me informar melhor sobre estes temas que realmente são bem importantes para o desenvolvimento da humanidade.” (A2, seminário, 2008)

“Muito legal, devemos estudar esta matéria.” (A10, seminário, 2008)

“Acho meio interessante e ao mesmo tempo complicado.” (A16, seminário, 2008)

“Eu gosto e utilizo o que filtrei do filme “O Segredo” e acho que é uma coisa que se deve estudar mais.” (A1, seminário, 2008)

Podemos perceber que o aluno A21 não estava muito interessado pelo seminário. É um aluno que precisaria de um acompanhamento especial, no sentido de perceber seus interesses e encontrar uma forma de motivá-lo. O que é aceitável e possível durante o ano letivo, mas impossível durante o pouco tempo que tivemos contato, e como a maioria deles não se identificou não conseguimos analisar melhor essa situação. Entretanto, dos 35 alunos que participaram do seminário, apenas um fez um comentário assim, o que nos permite inferir que realmente o tema interessou.

A resposta do aluno A1 nos preocupou bastante, pois esse aluno poderia concluir o Ensino Médio achando que entende de Física Quântica, simplesmente por ter assistido o filme “O Segredo”⁴ e assim como este vários tem essa concepção. Acreditamos que um dos objetivos de se trabalhar a FMC no Ensino Médio é desmistificar esta parte da Física, evitando tipos de charlatanismo como este.

Todos os alunos responderam que é muito importante e interessante abordar, no ensino de ciências, questões relacionadas com as vantagens e desvantagens de uma determinada tecnologia, bem como questões políticas e éticas. Principalmente sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade; seja para torná-los conhecedores das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, para ajudá-los na escolha por algum produto tecnológico, para entender melhor o que acontece no mundo em que vivem, para o exercício da cidadania ou simplesmente porque faz parte do dia-a-dia. A maioria deles acha muito importante que estas questões sejam abordadas em sala de aula, pois para alguns a sala de aula é a única fonte de informação, como nos relata o aluno A18:

“Muito interessante saber na sala de aula, pois eu não tenho outro meio de saber.” (seminário, 2008)

De um modo geral, criticam o fato de atualmente a população passar a responsabilidade relacionada ao uso da ciência e principalmente das tecnologias apenas para o cientista. O que faz com que um número muito pequeno de pessoas decida pelo futuro de muitos. Alegam que a sociedade deve ser instruída para não aceitar passivamente tudo aquilo que é apresentado como sendo cientificamente provado, que traz uma promessa de “transformação de vida” ou que é transformado numa “necessidade” para uma vida melhor.

Já no mini-curso podemos observar que dos dez participantes que responderam o questionário, nove já tiveram algum contato com o tema do mini-curso, sendo que o veículo que mais proporcionou esse contato foi a internet. A maioria (90%) dos participantes acredita que a Física é insuficiente para estudar as questões relacionadas com a Nanociência e a Nanotecnologia, sendo a Biologia, a Química, a Matemática e a Sociologia as disciplinas mais apontadas para contribuir com o estudo destas questões.

Como um de nossos objetivos, pela escolha do tema, é trazer também para o aluno a responsabilidade pelo uso das tecnologias, fazendo com que este entenda o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e as relações existentes entre estas, consideramos importante perguntar aos participantes se eles acreditam que o ensino das Ciências Naturais e Exatas deve incluir discussões sobre essas questões. Podemos observar que todos acreditam que sim. Pois, segundo os participantes, essas discussões tornam o educando mais presente nos debates sobre temas atuais e acreditam que o maior meio de divulgação de informação para a maioria dos estudantes ainda é a escola. Mas um dos participantes apontou uma preocupação que deve ser de todos os educadores:

Em parte sim, mas não podemos deixar de lado os conhecimentos tradicionais, pois pouco adianta, ter um conhecimento forte em determinada área, se não tivermos bases boas. (S4, Sepex, 2008)

⁴ Filme que explica a Lei da atração pela Física Quântica. Que de acordo com a autora Rhonda Byrne (2005) é a capacidade que temos de com nossos pensamentos e nossas emoções, criar a realidade em que vivemos. Então, dependendo do que pensamos e sentimos, podemos atrair coisas boas ou nem tão boas assim. Segundo Byrne (2005), a lei da atração responde a qualquer vibração que você emita, seja ela positiva ou negativa, dando-lhe mais dessa mesma coisa. Ela simplesmente responde às suas vibrações.

Em outras palavras, essas discussões acerca do uso da ciência e da tecnologia na sociedade e suas implicações, entre outros objetivos, devem servir, principalmente, para justificar o aprendizado de algum conhecimento científico, isso não quer dizer, que vamos deixar de ensinar a Física para tratar dessas questões, isso deve acontecer concomitantemente.

Apenas quatro participantes estudaram algum tópico relacionado com a FMC no Ensino Médio e todos acreditam que o ensino de Física do Ensino Médio deve contemplar essa Física. Com relação a essa questão, perguntamos se o ensino de Física do Ensino Médio deveria contemplar essa nova Física e consideramos relevante apontar as seguintes respostas dos participantes:

“Como a ciência vêm se transformando, é interessante que os novos conhecimentos cheguem ao ensino independente da área.” (S1, Sepex, 2008)

Podemos observar a preocupação deste educador com a atualização do currículo escolar não só o de Física, mas de todas as disciplinas.

Como podemos ver, abaixo, um dos participantes defende a Física Clássica como pré-requisito para o ensino da FMC:

“Por parte sim, mas antes de ter estas bases atuais da Física, o aluno deve saber a Física Clássica.” (S4, Sepex, 2008)

Essa é uma questão, que atualmente vem gerando bastante discussão. Por ora, lembramos do tempo destinado ao ensino de Física no Ensino Médio, e acreditamos ser impossível ensinar toda Física Clássica para depois a FMC. Também abordaremos algumas possibilidades estudadas para vencer essas barreiras. O que é pacífico é que a FMC, mesmo com o tempo limitado, deve ser incluída no currículo do Ensino Médio. Como acredita o educador abaixo:

“(...) apesar de pouco tempo para cumprir-se o programa de ensino, sempre podemos incluir temas modernos de modo complementar.” (S6, Sepex, 2008)

Muitos dos participantes defendem o ensino de FMC por acreditarem que ela faz parte do cotidiano do aluno. Então para que este entenda alguns fenômenos e alguns equipamentos tecnológicos é indispensável o estudo da FMC. Como podemos ver na resposta abaixo:

“Sim, porque, cada vez mais, ela faz parte do nosso cotidiano e é necessário conhecimento para fazer uso consciente destes recursos.” (S5, Sepex, 2008)

Além do mini-curso e do seminário, fizemos algumas atividades com os alunos de licenciatura em Física durante a realização de um estágio de docência. Num primeiro momento foi apresentada a idéia desta pesquisa e, em seguida, os licenciandos, após leitura, desenvolveram algumas atividades sugeridas no artigo “Nanociência de baixo custo em casa e na escola”⁵ de Peter A.B. Schulz. Observando a realização destas atividades pelos licenciandos e ouvindo seus comentários podemos inferir que realmente o tema analisado pode ser um grande motivador e, sem sombra de dúvida, poderá viabilizar o ensino da FMC. Os licenciandos também apontaram alguns tópicos de FMC que podem ser abordados em sala de aula pela Nanociência e Nanotecnologia, o que será utilizado na continuação desta pesquisa.

CONCLUSÃO

⁵ Apresenta um conjunto de atividades e experimentos simples que permitem uma aproximação ao mundo da nanociência para estudantes do Ensino Médio, provando que embora a nanotecnologia seja sofisticada, a nanociência é também divertida e seus conceitos podem ser abordados na escola ou em casa com a ajuda de materiais simples como réguas, lápis, bacias, palha de aço e jogos infantis.

Essa análise mostra que o tema: Nanociência e Nanotecnologia, pode realmente potencializar o Ensino de FMC. Para isso, o professor deve pensar nas questões, na metodologia utilizada, bem como no objetivo com esta abordagem. A clareza sobre estas questões favorecerá o bom uso dos materiais que se encontram na internet acerca deste tema e permitirá estruturar uma proposta que contemple os tópicos da FMC que se deseja abordar.

O fato de o tema depender dos saberes de várias disciplinas para ser bem entendido, o deixa em uma situação privilegiada, na perspectiva da ACT abordada neste trabalho. Entretanto, pode dificultar sua abordagem por metodologias ou em situações que não permitem o entrelaçamento entre as disciplinas.

Acreditamos que na perspectiva da ACT a Física poderá ser desmistificada, passando a ter outro significado para os alunos.

Pesquisas futuras caminham para análise dos tópicos da FMC que poderão ser potencialmente explorados por meio deste tema, dos materiais utilizados, bem como as aplicações da Nanociência e Nanotecnologia que viabilizaram a construção de uma IIR.

REFERÊNCIAS

ALVETTI, Marco Antônio Simas. **Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a Revista Ciência Hoje**. Dissertação de mestrado em Educação. UFSC/CED. Florianópolis/SC, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 23/08/2007.

BRASIL, Ministério da educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Básica Volume 2, 135p, 2008.

BRASIL, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação/ Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

FOUREZ, Gerard. **A construção das Ciências: Introdução à filosofia e à ética das ciências**. Tradução de Luiz Paulo Rouant. São Paulo : Editora UNESP, 1995.

FOUREZ, Gérard, et al. **Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, Gérard. **Crise no Ensino de Ciências?** Investigações em Ensino de Ciências. Tradução de Carmem Cecília de Oliveira. V8(2), pp. 109-123, 2003.

MARTINS, Paulo Roberto. **Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente no Brasil: Perspectivas e Desafios**. Encontro Nacional da Anppas, 2004. Disponível em: http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT09/paulo_martins.pdf. Acesso em 07/08/07.

MARTINS, Paulo Roberto. **Revolução Invisível**, Desenvolvimento recente da

nanotecnologia no Brasil. São Paulo, Xamã Editora, 2007.

PINHEIRO, T. F.. PINHO ALVEZ, J. & PIETROCOLA, M. **Um exemplo de construção de uma Ilha de Racionalidade em torno da noção de energia.** Ata Eletrônica do VII EPEF. Florianópolis. Março. 2000.

Santa Catarina. Secretaria do Estado da Educação e do Desporto. Diretoria de Recursos Humanos – DIRH. **Proposta Curricular de Santa Catarina.** Disponível em: <<http://www.sed.rct-sc.br/concurso/proposta%20curricular.zip>> Acesso em: 25 fev. 2007.

SCHULZ, P. A. . **De volta para o futuro:** os precursores da nanotecnociência. In: III Ciclo de Estudos Desafios da Física para o Século XXI, 2008, São Leopoldo. Cadernos IHU idéias. São Leopoldo : unisinos, 2007. v. 95.

TERRAZZAN, E. A. **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Fpolia, v. 9, nº 3, p.209-214, dez. 1992.

TERRAZZAN, A. **Perspectivas para inserção da Física Moderna na escola média.** Tese de doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 1994.