

Inserção de tópico de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: elaboração de uma unidade didática com foco em nanociência e nanotecnologia.

On the insertion of a topic related to Modern and Contemporary Physics in high school: elaboration of a didactic unit focusing on nanoscience and nanotechnology.

Thalita Rodrigues Ribeiro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
thalitarribeiro@hotmail.com

Arandi G. Bezerra Jr.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
arandi@utfpr.edu.br

João Amadeus Pereira Alves

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
joaoalves@utfpr.edu.br

Resumo

Abordamos a elaboração de uma unidade didática sobre a produção, caracterização e aplicação de nanopartículas, no contexto da inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Partiu-se do pressuposto que, para tornar tópicos de Nanociência e Nanotecnologia mais acessíveis ao entendimento dos alunos, seja fundamental apontar processos que encadeiam a ciência desenvolvida pelos cientistas, o “saber sábio”, e o “saber ensinado”, aquele tratado em sala de aula. O trabalho busca uma abordagem interdisciplinar envolvendo ciências exatas de forma articulada à biologia, saúde e ciências humanas. O material foi utilizado em sala de aula com aplicação em turma regular de terceiro ano do Ensino Médio, em Curitiba. Os resultados obtidos indicam que o material despertou interesse e mobilizou o engajamento dos estudantes, e demonstram que os mesmos compreendem a natureza interdisciplinar da Nanociência e Nanotecnologia, incluindo seu processo de constante construção, e sua importância para o desenvolvimento tecnológico.

Palavras chave: Física Moderna e Contemporânea, nanociência, nanotecnologia.

Abstract

This work relates to the insertion of Modern and Contemporary Physics topics in high school, concerning nanoparticle synthesis and applications. Special attention is given to “didactic

transposition” which refers to transformations undertaken by a body of knowledge from “scholarly knowledge” (produced in academia) to “taught knowledge” (taught at schools). In this process, Interdisciplinarity plays an important role, for diverse sciences (Biology, Health Sciences, and Humanities) relate to nanoscience and nanotechnology. The work consisted in elaborating a didactic unit regarding the chosen topic. This didactic unit supported a set of lectures taught at secondary level, in the city of Curitiba. Our results reveal the didactic unit was efficient to arouse student’s interest towards the theme, and mobilized their engagement with the topic. Results also show that students understand the multidisciplinary nature of nanoscience and nanotechnology, including its process of constant building of scientific concepts, and its importance to technological development.

Keywords: Modern and Contemporary Physics, nanoscience, nanotechnology.

Introdução

Nanociência e Nanotecnologia constitui tema importante de ser abordado no Ensino Médio, dada sua ampla presença e desdobramentos na sociedade contemporânea. Além de ser um componente fundamental do desenvolvimento científico e tecnológico atual, trata-se de produção científico-tecnológica que contempla grande leque de conhecimentos. Ela é uma produção humana intrinsecamente multidisciplinar, pois agrega campos compreendidos pela Física, Química, Biologia etc.

Existe uma distinção entre os termos Nanociência e Nanotecnologia. O termo nanotecnologia parece ser o mais usado no cotidiano, com uma associação mais direta às aplicações já existentes e às possíveis. Nos meios acadêmicos, o termo Nanociência é relacionado aos aspectos da ciência básica. Neste contexto, a inclusão de novos termos traz sofisticação e incrementa a diversidade lexical concernente à área. Por exemplo, o termo “plasmônica” vem ganhando destaque e refere-se ao ramo da ciência associado à interação da luz com estruturas metálicas (nanopartículas, nanofendas etc.) em nanoescala. Esta diversidade de conceitos, aplicações e inovações deveria ser mais e melhor abordada na escola secundária. Vasconcelos (2000) apresenta uma definição didática para a nanotecnologia:

A nanotecnologia diz respeito ao entendimento e ao controle de materiais cujas estruturas exibem propriedades e fenômenos físico-químicos e biológicos significativamente novos em função da sua escala nanométrica. A meta dos cientistas é explorar essas propriedades para alcançar o controle sobre as estruturas em nível atômico e aprender a fabricar e a usar de forma eficiente esses dispositivos (VASCONCELOS, 2000, s/n).

Um ponto importante que deve ser considerado ao trabalhar tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) é a dificuldade em se inserir temas dessa natureza em sala de aula, pois, muitas vezes, os professores não estão preparados para abordá-los com os recursos conceituais e didáticos necessários. Ainda que os temas Nanociência e Nanotecnologia sejam recentes nas pesquisas acadêmicas em Ensino de Física, muitos professores não os conhecem para além das leituras de notícias informativas de jornais e revistas de divulgação científica. Além disso, as constantes mudanças e avanços – característicos e constitutivos daqueles temas – são pouco compatíveis com a atualização dos livros didáticos, o que abre um amplo espaço para a produção de objetos educacionais que abordem tais áreas do conhecimento.

Alguns documentos oficiais como as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+) sugerem, por exemplo, que os jovens adquiram competências para lidar com as situações que vivenciam ou que venham a vivenciar no futuro próximo. Situações essas,

novas e inéditas, que configuram temas que permitam aos estudantes interagir e compreender fenômenos tecnológicos atuais. Sobre isto, encontramos nos PCN+ que:

Os critérios que orientam a ação pedagógica deixam, portanto, de tomar como referência primeira “o que ensinar de Física”, passando a centrar-se sobre o “para que ensinar Física”, explicitando a preocupação em atribuir ao conhecimento um significado no momento mesmo de seu aprendizado. [...] quando se toma como referência o “para que” ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante. Finalidades para o conhecimento a ser apreendido em Física que não se reduzem apenas a uma dimensão pragmática, de um saber fazer imediato, mas que devem ser concebidas dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir (BRASIL, 2000, p. 4)

Tal documento chama atenção para nos preocuparmos, em primeiro lugar, com competências que os alunos necessitam adquirir no processo de escolarização em nível médio, ao invés de um foco centrado exclusivamente nos conteúdos. Este documento oficial ainda indica que o Ensino de Física deve ir além do formalismo matemático. Faz-se necessário, portanto, permitir que os alunos compreendam e saibam interpretar os fenômenos naturais que os cercam. Nesse contexto, parece bastante interessante a ideia de levar conceitos de Nanociência e Nanotecnologia para a sala de aula, uma vez que o aluno já se depara em seu cotidiano com produtos e aplicações que delas se utilizam.

Sendo assim, este trabalho é norteado pela seguinte questão de pesquisa: que contribuições uma atividade focada na relação produção-aplicabilidade de nanopartículas pode oferecer ao processo ensino-aprendizagem de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio? Neste contexto, os objetivos são: realizar uma pesquisa do tipo estado da arte, incluindo livros didáticos e trabalhos publicados em eventos, que, por sua vez, fornece subsídios necessários à elaboração de um objeto educacional com foco em nanociências e nanotecnologia. Também se busca verificar quais contribuições este material poderia oferecer ao processo ensino-aprendizagem de FMC no Ensino Médio.

Espera-se, ainda, que o material produzido neste trabalho venha a contribuir com o processo ensino-aprendizagem de Física, tanto enquanto inspiração para o desenvolvimento de materiais abordando conteúdos relacionados à ciência da contemporaneidade, quanto porque estará disponível para ser utilizado por outros professores, quer sejam aqueles em exercício da profissão ou aqueles em formação. A ideia, então, é que isto não seja meramente a proposta de um tópico de conteúdo, mas parte de uma iniciativa maior que contemple novas perspectivas para o Ensino de Física no tocante à FMC, promovendo uma contextualização do conhecimento e integrando-o à vida tanto do aluno quanto do professor.

Fundamentação teórica

Inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio

Na década de 1990 houve um incremento significativo na quantidade de trabalhos com enfoque voltado à inserção de tópicos de FMC na Educação Básica. Desde então, o principal objetivo desses trabalhos tem sido produzir mudanças no currículo do Ensino Médio, mas também apresentam diversas propostas de “por que”, “para que”, “como” e “o que” fazer.

Ostermann e Cavalcanti (2001) – é relevante destacar – afirmam que, além da desatualização curricular, da desmotivação dos estudantes, das abordagens excessivamente voltadas para a resolução de problemas fechados, da ênfase ao ensino de mecânica newtoniana e da má qualificação dos docentes, a ausência da FMC nos currículos escolares também é um

problema significativo para a qualidade do ensino de Física nas escolas.

Por sua vez, ao abordar as tentativas de implementação de tópicos relacionados à FMC, Brockington e Pietrocola (2005) destacam que, talvez, a discussão em pauta atualmente devesse estar centrada no "como fazer" e não mais no "por que fazer" ou "para que fazer".

Certamente, ninguém é capaz de dizer que se trata de uma tarefa simples. Os desafios são impostos não apenas pela complexidade intrínseca destes tópicos, mas também por uma insegurança inerente a qualquer tentativa ousada de mudança. Junta-se a isso, nosso Sistema de Ensino que, na maioria das vezes, dificulta, e até impede, qualquer tipo de inovação (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p. 387).

Estado da arte do Ensino de Nanociência e Nanotecnologia no Brasil

Com a finalidade de verificar de que forma vem sendo apresentados os tópicos de Nanociência e Nanotecnologia, foi realizada uma pesquisa preliminar do tipo estado da arte, incluindo trabalhos apresentados de 2003 a 2013 em eventos da área de ensino de Física no Brasil, a saber: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

Foi adotado o seguinte critério para a busca dos trabalhos: analisar o título dos artigos nos eventos, tendo como foco os termos (palavras-chave ou não) “nanociência” e “nanotecnologia”. O resultado de tal busca pode ser encontrado na tabela abaixo.

Ano	SNEF	ENPEC	EPEF	Instituição	Ano	SNEF	ENPEC	EPEF	Instituição
2013	1	0	0	UFTM	2009	1	0	0	UNIFRA / UFMS
2013	1	0	0	UNICAMP	2009	1	0	0	UNIFRA / UFMS
2011	1	0	0	UNIFRA – RS	2009	1	0	0	UNIFRA
2011	1	0	0	UNIFRA	2007	1	0	0	UCS - SP
2009	0	1	0	UFSC					

Fonte do autor.

Tabela 01: Número de trabalhos encontrados nos eventos de 2003 a 2013, incluindo ano e instituição.

Na tabela acima, é possível constatar que, nos anos pesquisados, apenas nove artigos contemplando os temas Nanociência e Nanotecnologia foram publicados nos eventos. Vale lembrar que esta pesquisa procurou analisar eventos brasileiros. A maioria dos artigos foi submetida ao SNEF e nenhum trabalho foi submetido ao EPEF. Constata-se também que a maioria dos trabalhos encontrados nos eventos de ensino tem sido produzida na região sul e alguns na região sudeste.

Após esta etapa, foi realizada a leitura dos nove trabalhos e, a partir destes, o levantamento dos temas mais frequentes por meio das seguintes categorias: Parâmetros Curriculares Nacionais; Inserção de tópicos de Física Moderna no Ensino Médio; Relações entre Nanociência e cotidiano (aplicações); Demanda por novas tecnologias; Caráter multidisciplinar; Dificuldade do aluno em assimilar conteúdos novos; e Falta de preparação dos professores. Esta pesquisa serviu de base para listar quais temas poderiam ser aprofundados pelos autores deste trabalho. Daí a ideia de elaborar uma sequência didática envolvendo nanopartículas e norteadas pelo referencial da Transposição Didática.

É importante notar que a quantidade de trabalhos voltados para o ensino de FMC é vasta e rica se comparada à escassez dos trabalhos acadêmicos envolvendo o campo específico das nanociências e nanotecnologia, no contexto do Ensino de Física. Se, por um lado, há poucos trabalhos sobre a nanotecnologia, e isto justifica a necessidade de mais estudos sobre o assunto, por outro, esta situação causa dificuldade em acessar referenciais teóricos específicos para o tema. Assim, a proposta foi unir os referenciais teóricos necessários para a elaboração

do objeto educacional e, neste contexto, optou-se pelo desenvolvimento de uma unidade didática que fornecesse condições de ser trabalhada em sala de aula.

Transposição Didática

Para a elaboração do material decidimos por utilizar um referencial que contempla o movimento entre diferentes saberes, saberes estes que são arrançados naquilo que se difundiu como Transposição Didática. Essa proposta didático-metodológica analisa os encadeamentos entre o “saber sábio” – aquele que os cientistas desenvolvem – e o “saber a ensinar” – o qual se encontra nos livros e compêndios didáticos. Por sua vez, a última transposição presente nesse processo é a do “saber a ensinar” ao “saber ensinado” – referente ao que realmente acontece em sala de aula. Tal processo, partindo do “saber sábio” até o “saber ensinado”, foi definido por Yves Chevallard como Transposição Didática.

[...] Ele define a Transposição Didática como um instrumento eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos currículos e livros didáticos (o Saber a Ensinar) e, principalmente, naquele que realmente aparece nas salas de aula (o Saber Ensinado). Ele analisa modificações que o saber produzido pelo “sábio” (o cientista) sofre até este ser transformado em um objeto de ensino (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p. 388).

Destaca-se que “modificar” não significa simplificar um conhecimento, mas sim readaptá-lo. Para Pinho Alves (2000), não raro se interpreta equivocadamente o termo “modificação”, e isto se torna gerador de ambiguidades nas relações escolares, de tal modo que revela o desconhecimento de um processo complexo de transformação do saber. No que se refere à Transposição Didática e o tema proposto neste trabalho, pretende-se que os conceitos científicos mantenham semelhanças com a ideia originalmente presente em seu contexto da pesquisa, entretanto, que adquiram outros significados, próprios do ambiente escolar no qual serão instalados. Portanto, é possível e aceitável que, neste processo, possa ocorrer a produção de um novo saber, mesmo com os riscos inerentes aos processos de criação.

Metodologia

Somando-se à pesquisa do tipo estado da arte, outras três etapas caracterizam a metodologia de trabalho: 1- realização da análise de sete livros aprovados pelo Guia de Livros Didáticos PNLD de 2012, possibilitando verificar se o tema em questão é abordado nos livros utilizados na escola pública; 2- elaboração de uma unidade didática, partindo de conceitos básicos, como o sistema de escalas métricas, definição de Nanociência e Nanotecnologia, exemplos na natureza e história, bem como sua aplicação na medicina e biologia; 3- realização de uma atividade de intervenção em sala de aula, coleta de dados e análise. Para esta análise, o estudo realizado foi de natureza qualitativa.

Além do diagnóstico dos livros didáticos e da pesquisa de estado da arte, também merecem destaque outros estímulos e fontes de inspiração para a criação da unidade didática: 1- a recente experiência da autora principal do artigo em sala de aula; 2- o acesso dos autores a um grupo de pesquisa cujo laboratório tem como foco a síntese de nanopartículas a partir de materiais como ouro, prata, vanádio, ferro e cobre, por uma técnica denominada ablação a laser; 3- a proposta de uma intervenção com cunho interdisciplinar, caracterizada pela abordagem de questões tais como a aplicabilidade de nanomateriais em outras áreas do conhecimento, em especial Medicina, Biologia e Química.

A fim de verificar as potencialidades do material didático, após sua produção, realizaram-se três encontros distribuídos ao longo de uma semana, em uma escola pública regular da região

metropolitana de Curitiba–PR. O grupo de participantes foi composto por uma turma de 28 alunos de terceiro ano do Ensino Médio, com faixa-etária entre 16 e 18 anos, majoritariamente do sexo feminino.

Composição da Unidade Didática

- Primeira aula: Escala nanométrica e a composição do átomo - O objetivo da primeira intervenção consistiu em fornecer requisitos preliminares para a compreensão de aspectos envolvendo Nanociência, Nanotecnologia e suas aplicações em áreas distintas.
- Segunda aula: Nanociência e Nanotecnologia - nesta intervenção entraram em cena conceitos de Nanociência e Nanotecnologia propriamente ditos, considerando-se que ambos se baseiam na manipulação da matéria em escala nanométrica e que ambas – Nanociência e Nanotecnologia – estão emergindo em áreas de grande destaque para o desenvolvimento científico e tecnológico, tais como Biologia, Medicina e Química.
- Terceira aula: Produção, Caracterização e Aplicação das Nanopartículas - a terceira e última intervenção tinha o objetivo de discutir sobre a produção, caracterização e aplicação de nanopartículas, incluindo elementos relacionados ao trabalho realizado pelos cientistas no laboratório voltado à produção de nanopartículas.

No que se refere à avaliação escolar, destacamos que há muito tempo esta vem sendo utilizada como pretexto para diagnosticar, classificar, selecionar alunos, e também como instrumento de disciplina e autoritarismo na sala de aula. A avaliação classificatória, a mais utilizada, privilegia a competição e o julgamento e não a aprendizagem e a ação pedagógica. Neste trabalho, buscou-se avaliar as intervenções e o desempenho dos alunos por meio de uma avaliação mediadora, em que se propõe um modelo baseado no diálogo e na aproximação do professor com seu aluno, de forma que as práticas de ensino sejam repensadas e modificadas de acordo com a realidade sociocultural (HOFMANN, 2009). Nesta perspectiva de avaliação, o erro é considerado como parte do processo na construção do conhecimento e não como algo passível de punição. Então, na visão mediadora, o professor é capaz de criar situações desafiadoras que tornem capaz a reflexão e ação para uma aprendizagem mais significativa. Ainda, segundo Hofmann (2009), outra questão importante a considerar é que a avaliação mediadora possibilita ao aluno construir seu conhecimento, respeitando e valorizando suas ideias, ou seja, faz com que o aluno coloque em prática parte de sua vivência.

Salientamos que o estudo em tela ocorreu no viés qualitativo e, para tanto, o registro foi sistematizado em diário de campo durante as três aulas desenvolvidas, bem como por meio de gravação de áudio. Vale ressaltar que tal gravação para coleta de dados teve como objetivo captar elementos não descritos nos registros. Para ser possível utilizar as falas dos alunos para análise, houve um termo de livre esclarecimento, assinado pelos responsáveis pelos estudantes, no qual a autora foi autorizada a citar as falas de forma anônima. O registro baseou-se nos seguintes critérios:

- Questões que evidenciam a curiosidade;
- Considerações de alunos envolvendo conceitos de Física;
- Considerações de alunos envolvendo outras áreas do conhecimento;
- Interação durante a atividade;
- Envolvimento dos alunos com o tema;
- Recursos Utilizados que Implicaram no consentimento da Inserção de um Tópico de Física Moderna e Contemporânea nas aulas de Física.

Resultados e conclusões

A pesquisa de estado da arte realizada revelou menos de quinze trabalhos de pesquisa

publicados em eventos de Ensino de Física, como SNEF e EPEF, em 10 anos (até 2013) ligados ao tema Nanociência e Nanotecnologia. Destaca-se que o tema é recente, em especial no tocante à sua abordagem em sala de aula no ensino básico, e que, para compreendê-lo, é necessário fazer uso de conhecimentos da educação básica como, por exemplo: conceitos da Química, tais como modelos atômicos, propriedades de tensão superficial e velocidade de reação; as escalas de comprimento, na Matemática; o tamanho relativo de órgãos, tecidos, células, vírus, na Biologia; além do magnetismo, ótica, mecânica e formas de energia, na Física. Desta forma, é possível a um professor de Física do Ensino Médio enriquecer suas aulas de FMC. Estes aspectos nortearam a elaboração do material didático desenvolvido para as intervenções em sala de aula.

Durante as intervenções, a autora principal buscou apresentar a natureza interdisciplinar da Nanociência e da Nanotecnologia. Ao longo dos três encontros, os estudantes conseguiram compreender estas relações transmitidas e expor novas analogias com sua vivência escolar. Como exemplo de abordagem interdisciplinar, pode-se citar o encontro em que foi estabelecida uma discussão sobre a necessidade, na contemporaneidade, de um biólogo saber mais Física e Química do que seria necessário em outras décadas; também discutimos, por exemplo, a possibilidade de que engenheiros manipulem DNA na tentativa de fabricar transistores, o que caracteriza inter-relações entre as ciências e entre estas e a tecnologia.

Outro ponto a destacar está relacionado à falta de material didático qualificado para aulas envolvendo a Nanociência e a Nanotecnologia, pois, dos sete livros analisados, aprovados pelo PNLD 2012, apenas três contemplavam breves informações sobre o tema. Nota-se que o tema nanopartículas não está presente. O interessante destes livros é que a maioria possui uma sessão destinada a Física Nuclear, o que pode ser atribuído aos impactos econômicos, sociais e ambientais causados por episódios recentes, tais como o colapso da usina nuclear de Fukushima. Porém, apesar de importante, esta é apenas uma das áreas relacionadas à FMC, sendo imperativo abordar outros assuntos também referentes a este campo.

Com a pesquisa de estado da arte e a análise dos livros didáticos, foi possível verificar que há grande deficiência de fontes e materiais didáticos relacionados à nanociência e à nanotecnologia, no Brasil. Também percebemos que, apesar de algumas fontes abordarem conceitos sobre esse tema, ainda existe certa dificuldade em utilizar uma linguagem apropriada para alunos do Ensino Médio. É importante salientar que um tema contemporâneo e de aplicação direta no cotidiano dos alunos, como é o caso da Nanociência e Nanotecnologia, é extremamente relevante do ponto de vista educacional e social e, ademais, desperta grande interesse dos alunos, sendo fonte de motivação para aprofundamento nos estudos.

Portanto, neste trabalho desenvolvemos uma proposta de atividade que pode ser aplicada ao Ensino Médio. A atividade foi realizada em sala de aula e, a partir dos questionamentos dos estudantes, confirmamos as hipóteses levantadas por Ostermann e Moreira (2000), de que este tipo de atividade pode realmente potencializar o Ensino de FMC. Realmente, os estudantes demonstraram motivação ao trabalhar com um tema contemporâneo, fato que pode ser atribuído à metodologia empregada. O material desenvolvido buscou descrever os fenômenos, abstenho-se do formalismo matemático, deixando em aberto possibilidades de aprofundamentos para trabalhos futuros.

Destacamos que criar um material didático específico que contemple conteúdos necessários para o entendimento da caracterização, aplicação e produção de nanopartículas por ablação a laser não é tarefa fácil e requer muito planejamento. Nesse contexto, a teoria da Transposição Didática serve de inspiração para pensar, planejar e preparar aulas com tópicos de FMC: como redigi-las, como organizá-las, como contextualizá-las; isso porque, em essência, o

trabalho de transposição diz respeito aos saberes. Este último ponto aproxima-se do que Pinho (2000) defende: o professor, conhecedor da história da Transposição Didática do saber, estuda e transforma o saber a ensinar em saber ensinado, textualizando coerentemente os saberes, elaborando contextualizações cabíveis. Assim, parece possível introduzir conteúdos contemporâneos por meio da transposição didática centrada em atividades com maior ênfase na descrição de fenômenos físicos, privilegiando ilustrações, conteúdos interdisciplinares, aplicações cotidianas e as discussões com os alunos.

Outro ponto a destacar refere-se à aceitação, por parte dos alunos, dos recursos didáticos utilizados durante as intervenções. Perceberam-se as vantagens oferecidas ao trazer um material didático especialmente elaborado contendo, por exemplo, os próprios colóides de nanopartículas, colóides estes que foram sintetizados no laboratório de pesquisa ao quais os autores tiveram acesso. Tais recursos ampliaram as possibilidades de interação professor-aluno e aluno-objeto de estudo.

Foi possível notar, pelos questionamentos dos alunos, que eles compreendem a presença latente de conceitos básicos de Física, Química e Matemática como alicerce do tema proposto: Nanociência e Nanotecnologia. Isto pode servir de ponto de partida para outras intervenções importantes em sala de aula.

Considerando os estudos para elaboração do material didático, evidencia-se que a nanotecnologia constitui a base de uma revolução tecnológica de grande alcance e impacto. É mais um dos passos na busca, pelo homem, do controle sobre a matéria, neste caso, o “manuseio” átomo por átomo, molécula por molécula. Por estar inserida tão fortemente em nosso cotidiano, defendemos que atividades como a apresentada neste trabalho possam desempenhar papel significativo para incrementar o ensino de FMC no nível Médio.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília-DF, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em 15 Set. 2013.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3. 2005, p. 387-404.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade**. Porto Alegre; Editora Mediação, 2009.

OSTERMANN, F; CAVALCANTI, C. J. H. Um pôster para ensinar Física de Partículas na escola. *Física na Escola*, São Paulo, v.2, n.1, p. 13-18, 2001.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. (2000). Uma Revisão Bibliográfica Sobre a Área de Pesquisa Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5_n1_a2.htm Acesso em: 15 Jul. 2013.

PINHO ALVES, J. **Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista**. Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 2000.

VASCONCELOS, Y. Viagem insólita: Conheça a nanotecnologia, que promete produzir máquinas do tamanho de um átomo, e tudo o que ela pode fazer por você. **Revista Super Interessante Online**, s/n. 2000. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/tecnologia/viagem-insolita-443617.shtml>> Acesso em: 10 Set. 2013.