

Nanotecnologia: Desenvolvimento de Materiais Didáticos para uma Abordagem no Ensino Fundamental

Fábio Delgado Pereira, Kátia M. Honório e Miriam Sannomiya

Este artigo relata uma extensa pesquisa em recursos *on-line*, abordando temas ligados à nanociência e nanotecnologia com objetivo de fornecer ferramentas educacionais para professores do ensino fundamental e médio, bem como contribuir para a compreensão de conceitos químicos relacionados a muitos fenômenos de nosso cotidiano. Além disso, algumas atividades educativas sobre nanotecnologia são propostas com o objetivo principal de contribuir para a melhoria da prática docente e motivar a educação científica como uma forma de construção do conhecimento e da cidadania.

► nanotecnologia, ensino de química, ensinos fundamental e médio ◀

Recebido em 04/08/09, aceito em 03/02/10

73

O ensino de Ciências é um tema muito discutido na sociedade devido à importância do conhecimento científico para formação de um cidadão crítico e também aos baixos rendimentos dos alunos em testes mundiais sobre conhecimentos em Ciências como, por exemplo, PISA 2000 (Martins e cols., 2003). De acordo com Cachapuz e cols. (2002), a educação em Ciências deve se pautar em ideais de cultura científica (alfabetização científica) dos alunos, e não somente por mera instrução científica de formar e promover o desenvolvimento pessoal dos alunos, permitindo alcançar uma participação social efetiva. Outro aspecto relevante relacionado ao ensino de Ciências, e que ainda pode ser considerado uma deficiência no ensino fundamental, refere-se à necessidade de uma abordagem interdisciplinar entre todas as disciplinas que compõem os fenômenos da natureza. Esse tipo de abordagem tem por objetivo: evitar uma visão reducionista das Ciências; permitir ao professor utilizar assuntos mais importantes para contextualizar as aulas; expor os alunos à complexidade do processo de geração do co-

hecimento (Nolasco, 2002; Zaballa, 2002); e fornecer subsídios para esses alunos conhecerem os principais processos científicos e tecnológicos responsáveis pela produção de bens utilizados em nosso cotidiano. Dessa forma, a partir da integração de abordagens envolvendo os pressupostos relacionados ao conjunto Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), espera-se uma aprendizagem significativa dos conceitos científicos envolvidos em fenômenos/processos do cotidiano.

Ainda considerando o Ensino de Ciências, vale destacar que o conhecimento em Química, integrado às outras áreas das Ciências, faz-se deveras primordial no contexto escolar. Como a Química faz parte de uma infinidade de processos naturais e tecnológicos, é imprescindível dispender uma maior atenção a temas contemporâneos relacionados a conceitos químicos

por parte dos professores de ensinos fundamental e médio. Cabe ressaltar as inúmeras contribuições da química nos avanços científicos e tecnológicos. Fato confirmado com o surgimento de novas subáreas de estudos em Química como nanotecnologia, ciência dos materiais e química computacional (Martins e cols., 2004).

A ciência e a tecnologia vivenciam uma relevante e considerável revolução com o desenvolvimento de materiais e dispositivos em escala nanométrica ou nanoescala. Na realidade, a nanotecnologia é entendida como o ramo da ciência que estuda

novos materiais ou o comportamento destes. A escala nanométrica engloba materiais e/ou dispositivos que se encontram na dimensão entre 1-100 nm. No mundo nanométrico, nem sempre os pesquisadores estão necessariamente desenvolvendo novos materiais, mas usando os já

O ensino de Ciências é um tema muito discutido na sociedade devido à importância do conhecimento científico para formação de um cidadão crítico e também aos baixos rendimentos dos alunos em testes mundiais sobre conhecimentos em Ciências.

conhecidos, pois os materiais em escala nanométrica dispõem de propriedades físicas e químicas diferenciadas. A tecnologia moderna caminha decisivamente para uma escala nanométrica, como a miniaturização de dispositivos eletrônicos ou por meio de montagens a partir de átomos e moléculas (Toma, 2004). A nanotecnologia é uma área de pesquisa bastante ampla e interdisciplinar, pois é baseada nos mais diversificados tipos de materiais, tais como polímeros, cerâmicas, metais, semicondutores, compósitos e biomateriais. O grande fascínio proposto pela nanoescala é o mistério daquilo que não é visível e palpável, bem como as inúmeras implicações e aplicações da tecnologia envolvida. Suas aplicações podem ser nas mais diversas áreas como eletrônica, medicina, aeronáutica, cosméticos, meio ambiente, biotecnologia, agricultura e segurança nacional (Duran e cols., 2006). Por exemplo, o desenvolvimento de nanocristais de CdS e ZnS, os quais são luminescentes e com tempo de vida maior que os corantes atuais, possibilitam um monitoramento exato para a localização e delimitação precisa de um tumor, dispensando qualquer outro equipamento sofisticado para visualização (Toma, 2004). Outro exemplo de aplicação do uso dessa tecnologia está relacionado ao desenvolvimento de compósitos agregando nanopartículas magnéticas, cuja aplicabilidade é minimizar os danos promovidos durante os derramamentos de petróleo em alto-mar (Menezes, 2006). Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), juntamente com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), desenvolveram outra importante aplicação da nanotecnologia: a língua eletrônica. O equipamento consiste basicamente de um sensor capaz de reconhecer sabores com sensibilidade mil vezes maior do que a língua humana e já se encontra disponível no mercado. Sua maior

A educação em Ciências deve se pautar em ideais de cultura científica (alfabetização científica) dos alunos, permitindo alcançar uma participação social efetiva.

aplicação é permitir a classificação e a quantificação de substâncias químicas de interesse com melhor precisão, e isso pode ser aplicado no controle de qualidade de alimentos e bebidas como na análise de tipos de café (EMBRAPA, 2009).

Novas perspectivas aparecem a cada dia com relação à nanotecnologia. Por exemplo, nanopartículas de dióxido de titânio são empregadas na produção dos atuais protetores solares. O grande diferencial do uso dessas nanopartículas é seu alto poder de absorção da

radiação ultravioleta, maior eficácia e a ausência das manchas brancas típicas promovidas pelos protetores solares tradicionais. Ainda na área de cosméticos, a dimensão das nanopartículas permite uma maior penetração destas na pele. É possível encontrar no mercado brasileiro algumas aplicações diretas de cosméticos empregando a nanotecnologia no tratamento anti-idade, hidratantes e outras aplicações. No setor automobilístico e aeronáutico, nanocompósitos estão substituindo componentes metálicos pesados de forma a tornar os materiais mais leves, moldáveis e mais resistentes. A inclusão de nanocompósitos em plásticos implicará na mudança das propriedades físicas e químicas como, por exemplo, garrafas plásticas mais resistentes e mais leves, promovendo a diminuição da quantidade de plástico produzido e, conseqüentemente, menos resíduo descartável inserido no meio ambiente (Castelões, 2002). Especialistas afirmam a efetiva inclusão de materiais e/ou dispositivos em nanoescala no cotidiano da população nos próximos cinco anos (Toma, 2004). Uma importante questão a ser levantada e questionada é com relação à falta de conhecimento do que se está fazendo uso. O conhecimento

A partir da integração de abordagens envolvendo os pressupostos relacionados ao conjunto CTSA, espera-se uma aprendizagem significativa dos conceitos científicos envolvidos em fenômenos/processos do cotidiano.

não deve ser restrito. Faz-se necessária a divulgação dessa nova “velha” tecnologia que se faz uso. Dentro desse contexto, educação de jovens e/ou crianças abordando o tema nanotecnologia pode contribuir para a difusão do conhecimento científico, bem como despertar o interesse deles na área da ciência e tecnologia. É importante o desenvolvimento de novos programas ou métodos em “nanoeducação”, na tentativa de descrever ou incluir as crianças no “nanomundo” de forma a despertar o interesse por temas científicos relacionados a diversos fenômenos do cotidiano (educação/alfabetização científica) (Chang, 2006).

Durante muito tempo, o papel do professor em sala de aula sempre foi considerado a melhor fonte de informação para o aluno. No início do século XX, Dewey, em suas principais publicações, propõe a ideia da educação pela ação, ou seja, o ensino centrado no aluno e não como pensado anteriormente (ensino centrado na transmissão de saberes pelo professor). O maior desenvolvimento do movimento construtivista no Brasil foi a partir dos anos 1980, o qual enfatiza o desenvolvimento de concepções alternativas para

transportar o ensino tradicional. Houve uma mudança conceitual na forma de pensar; o aprendizado passou a ter um novo entendimento que vai além da memorização; e dentro dessa nova concepção, o ensino de disciplinas ou conceitos empregando a tecnologia de

informação e comunicação acabou proporcionando um melhor acesso ao conhecimento (Barreto, 2003). O entendimento da escala nanométrica parece um grande agravante para a compreensão dessa nova tecnologia e, conseqüentemente, os fenômenos nela envolvidos. No entanto, a aprendizagem e o entendimento do tema Nanotecnologia, bem como suas aplicações, é fundamental no ambiente escolar. Dessa forma, é

um grande desafio para os professores propiciarem um aprendizado efetivo e significativo para o aluno se apropriar desse conhecimento para entendê-lo. Nesse sentido, este trabalho tem como principal objetivo propor algumas estratégias educacionais para auxiliar alunos e professores durante o processo de ensino-aprendizagem com relação a esse tema.

Fontes de materiais didáticos relacionados à nanotecnologia

Inicialmente, este trabalho teve como meta realizar um amplo levantamento bibliográfico com o intuito de selecionar algumas atividades educacionais sobre nanotecnologia já realizadas e que pudessem ser aplicadas a alunos do ensino fundamental. Esse levantamento mostrou um considerável número de endereços eletrônicos e materiais didáticos disponíveis na internet em fontes no exterior, como é o caso do filme *A Fantastic Journey for Nana and Nono*, publicado por Nanotechnology Education Program, do ministério de Educação da Tailândia, no qual é apresentada uma introdução teórica sobre nanotecnologia e suas principais aplicações para crianças. Outro relevante exemplo de espaços que abordam temas relacionados à nanotecnologia se refere à presença de museus exploratórios como o Science Museum de Londres¹, onde são introduzidos conceitos de nanoescala, mostrando algumas nanoestruturas direcionadas às crianças de 8 a 13 anos (projeto *NanoLand*). Outro programa educacional encontrado durante a pesquisa foi o *nanoTruck*, desenvolvido pelo Ministério da Educação e Pesquisa da Alemanha, o qual consiste em um caminhão com dimensão de 60 m² e composto de instrumentos capazes de tornar os átomos “visíveis”, assim como painéis gráficos e exemplos da nanoquímica e nanofabricação. O programa inclui

A tecnologia moderna caminha decisivamente para uma escala nanométrica, como uma miniaturização de dispositivos eletrônicos ou por meio de montagens a partir de átomos e moléculas.

um passeio dirigido por meio de apresentações e jogos abordando a nanotecnologia (Goodhew, 2006; EC, 2009).

A empresa PlayGen em parceria com professores da área de Nanotecnologia do Reino Unido produziram um jogo chamado *NanoMission*², o qual tem como objetivo ensinar o público jovem, de forma lúdica e emocionante, as aplicabilidades do mundo nanotecnológico. Esse jogo também aborda conceitos básicos sobre nanociência no mundo real a partir de aplicações práticas de microeletrônica para a ação específica de um nanofármaco.

Outra fonte de informações sobre nanotecnologia pode ser encontrada no endereço eletrônico da *Nanonet*³, uma produção japonesa do National Institute for Materials Science, cujo objetivo é organizar simpósios e workshops, bem como divulgar assuntos relacionados à nanotecnologia para o meio científico e para o público geral. Embora exista um conteúdo bastante específico, essa fonte apresenta a sessão *Nanonet for kids*, a qual dispõe de jogos de quebra-cabeça virtual e vídeos contendo explicações sobre conceitos e aplicações da nanotecnologia direcionados para crianças nas línguas inglesa e japonesa.

Pesquisadores da Universidade da Califórnia (ACS Nanotation) promoveram um desafio a internautas para o desenvolvimento de um vídeo de três minutos que fosse atrativo e abordasse os conceitos de nanotecnologia de maneira lúdica e criativa, sem explicações técnicas para uma melhor compreensão. Uma das atividades desenvolvidas foi chamada de *Nano Song*⁴ e consiste em um vídeo musical empregando fantoches de animais que discutem a escala nanométrica e suas possíveis aplicações.

A aprendizagem e o entendimento do tema Nanotecnologia, bem como suas aplicações, é fundamental no ambiente escolar.

A *NanoAventura*⁵ é um exemplo brasileiro de atividade educacional relacionada à nanotecnologia. Esse projeto consiste em uma exposição interativa sobre nanociência e nanotecnologia destinada a um público infantil e adolescente de 9 a 14 anos. Localiza-se no Museu Exploratório de Ciências (Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP), fruto da junção de professores e pesquisadores dessa universidade

e do Laboratório Nacional de Luz Síncroton (LNLS). A *NanoAventura* tem como proposta ensinar, de maneira educativa e divertida, os conceitos de nanociência e introduzir algumas explanações sobre as aplicações desse tipo de tecnologia. É um programa composto de jogos virtuais que proporcionam uma familiarização dos participantes com equipamentos e práticas de laboratório envolvidos na nanociência e nanotecnologia. Um dos jogos se refere a uma linha de montagem, na qual os participantes simulam a construção de circuitos com nanocomponentes. Em outro jogo, os visitantes removem as impurezas de uma amostra utilizando um microscópio de força atômica. Outra atividade simula a eficácia de um nanomedicamento em uma célula doente⁶.

O Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos (CMDMC), que congrega pesquisadores de diversas instituições brasileiras (Universidade Estadual Paulista - UNESP, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, USP e Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN), desenvolveu um quebra-cabeça de nanotecnologia, o qual consiste em um jogo interativo, disponível gratuitamente na internet, e que tem o objetivo de estimular o desenvolvimento cognitivo de alunos dos ensinos fundamental e médio⁷.

Necessidade de materiais didáticos para o ensino fundamental brasileiro

A partir da pesquisa realizada em fontes disponíveis na internet, pode-

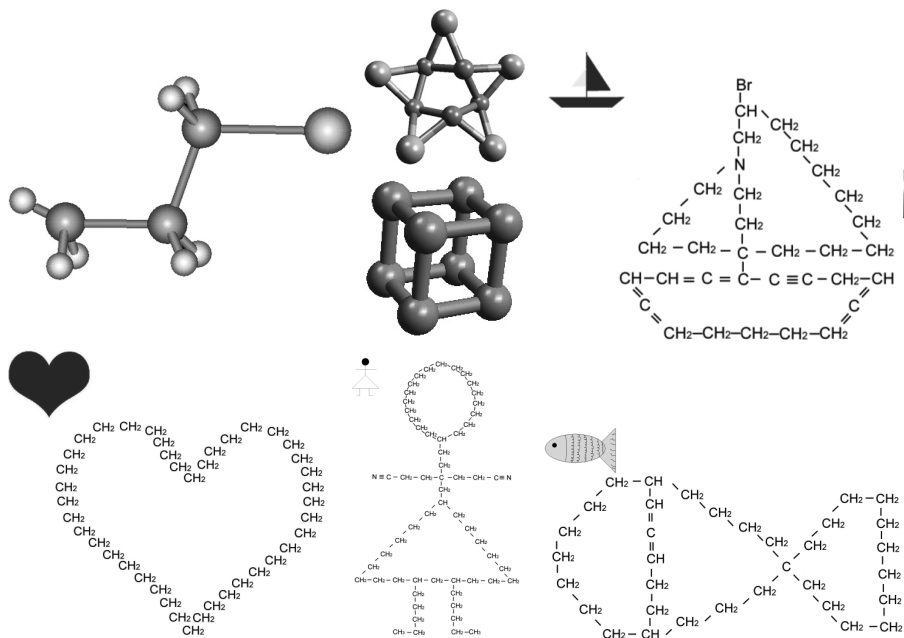


Figura 1: Imagens de estruturas químicas e analogias com objetos do cotidiano.

se observar um grande percentual de materiais e endereços eletrônicos no exterior que abordam o tema nanotecnologia. Apesar de muitos deles constarem como sendo destinados a crianças, é possível observar que grande parte dessas fontes utiliza terminologias extremamente específicas e densas, o que descaracteriza o seu objetivo educacional. Existem fontes que abordam o tema de forma lúdica e relevante. No entanto, grande parte encontra-se disponível em línguas inglesa, alemã e japonesa, o que limita a compreensão para a grande maioria dos alunos brasileiros do ensino fundamental a partir de sua realidade. Dentro dessa problemática, o desenvolvimento de materiais didáticos abordando assuntos relacionados à nanotecnologia e destinados a alunos do ensino fundamental são de grande valia. Sendo assim, neste trabalho, é proposto o uso de imagens de estruturas químicas tridimensionais que remetam a alguma analogia com objetos do cotidiano de alunos do ensino fundamental, de forma a instigá-los a procurarem mais informações sobre as substân-

O grande fascínio proposto pela nanoescala é o mistério daquilo que não é visível e palpável, bem como as inúmeras implicações e aplicações da tecnologia envolvida.

cias e as propriedades relacionadas. O mundo nanométrico engloba estruturas, materiais e dispositivos cujas dimensões encontram-se entre 1-100 nm. Dessa forma, usando essas imagens, o professor poderá introduzir conceitos fundamentais sobre nanotecnologia e suas aplicações no cotidiano desses alunos, bem como sobre alguns conceitos químicos básicos (átomos, moléculas, propriedades de materiais etc.). A Figura 1 apresenta alguns exemplos de imagens que poderiam ser utilizadas nas aulas de Ciências com o objetivo de introduzir conceitos químicos e sobre nanotecnologia.

Além da proposta do uso de imagens citada acima, pode-se citar também uma experiência de sucesso realizada na disciplina *Materiais, micro e nanotecnologia*, oferecida aos alunos do 8º semestre do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP. Em uma das aulas da referida disciplina, foi solicitado que os alunos desenvolvessem atividades didáticas relacionadas à nanotecnologia e direcionadas a

alunos do ensino fundamental. Dessa forma, diversos tipos de atividades foram sugeridos como músicas empregando letras contendo conteúdos de nanotecnologia, quebra-cabeças etc. Uma sugestão bastante relevante proposta por uma das alunas foi a produção de um origami, no qual o aluno terá, primeiramente, a oportunidade de aprender a arte em papel, produzindo tsurus. Após essa etapa, o aluno poderá produzir *buckyballs* ou fulerenos, os quais podem ser definidos como compostos constituídos de 60 átomos de carbonos dispostos em uma forma idêntica a de uma bola de futebol (Figura 2). Nessa proposta, os alunos mimetizariam a construção de nanomateriais, empregando a arte em papel (origamis) para entender a nanotecnologia e suas aplicabilidades.

Conclusões

A partir do trabalho realizado, foi possível verificar que há grande deficiência em fontes e materiais didáticos relacionados à nanotecnologia no Brasil. Apesar de algumas fontes no exterior abordarem conceitos sobre esse tema, ainda existe uma certa dificuldade em utilizar uma linguagem apropriada para alunos dos ensinos fundamental e médio. É importante salientar que um tema contemporâneo e de aplicação direta no cotidiano dos alunos, como é o caso da nanotecnologia, é extremamente relevante do ponto de vista educacional e social, assim como também desperta o interesse dos alunos. Dessa forma, este trabalho apresentou algumas propostas de atividades que poderiam ser aplicadas, principalmente, no ensino fundamental. Inclusive, algumas destas

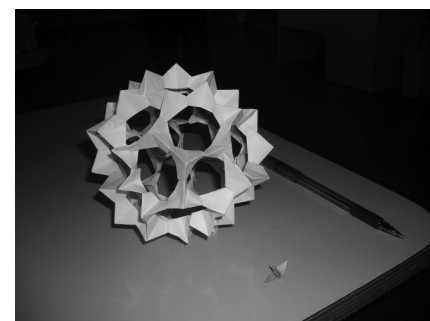


Figura 2: Fulereño ou *buckyball* produzido a partir de tsurus.

foram feitas por alunos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (USP).

Notas

1. Disponível em <<http://www.sciencemuseum.org.uk/antenna/nano>>.
2. Disponível em <<http://www.nanomission.org>>.
3. Disponível em <<http://www.nanonet.go.jp/english/kids/index-n.html>>.

Referências

- BARRETO, R.G. Tecnologias na formação de professores: o discurso do MEC. *Educação e Pesquisa*, v. 29, n. 2, p. 271-286, 2003.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. e JORGE, M. *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, 2002.
- CASTELÕES, L. Setor privado internacional é grande investidor. *Com Ciência*, n. 37, Nov. 2002. Disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano07.htm>>. Acesso em jun. 2009.
- CHANG, R.P.H. A call for nanoscience education. *Nano Today*, v. 1, p. 6-7, 2006.
- DURAN, N.; MATTOSO, L.H.C. e MORAIS, P.C. *Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação*. São

4. Disponível em <<http://community.acs.org/nanotation/Multimedia/NanoTube/tabid/119/CategoryId/5/Nanotation-Video-Contest.aspx>>.
5. Disponível em <<http://www.mc.unicamp.br/nanoaventura>>.
6. Disponível em <www.mc.unicamp.br>.
7. Disponível em <<http://blog.cmdmc.com.br/2008/02/28/cmdmc-lanca-quebra-cabeca-de-nanotecnologia>>.

- Paulo: Artliber, 2006.
- EC. European Commission. *'NanoTruck' presents interactive view of nanotechnologies*. 2009. Disponível em <http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/articles/article_1323_en.html>. Acesso em jun. 2009.
- EMPRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Língua eletrônica para análise de café*. Disponível em <http://www.catalogosnt.cnptia.embrapa.br/catalogo20/catalogo_de_produtos_e_servicos/arvore/CONTAG01_3_1411200614037.html>. Acesso em jun. 2009.
- GOODHEW, P. Education moves to a new scale. *Nano Today*, v. 1, p. 40-43, 2006.
- MARTINS, I.P.; SIMÕES, M.O.; SIMÕES, T.S.; LOPES, J.M.; COSTA, J.A. e RIBEIRO-

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à CAPES e à FAPESP, pelo apoio financeiro, e à aluna Luísa Mayumi Sato, responsável pela produção do origami.

Fábio Delgado Pereira é graduando do curso de Sistema de Informação pela USP. **Kátia M. Honório**, bacharel em Química e doutora em Físico-Química pela USP, é professora do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da USP. **Miriam Sannomiya** (miriamsan@usp.br), bacharel e doutora em Química pela UNICAMP, é professora do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da USP.

- CLARO, P. Educação em Química e Ensino de Química – Perspectivas curriculares. *Química e Ensino*, v. 42, p. 42-45, 2004.
- MENEZES, F.D. *Síntese e caracterização de nanocristais luminescentes baseados em semicondutores II-VI para fins de aplicação como biomarcadores*. 2006. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.
- NOLASCO, S.M. Atividades interdisciplinares. *Química Nova*, v. 25, n. 3, p. 502-504, 2002.
- TOMA, H.E. *O mundo nanométrico – A dimensão do novo século*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- ZABALA, A. *Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Abstract: *Nanotechnology: development of teaching material for an approach in elementary school.* This article relates an extensive search in online resources approaching themes related to nanotechnology or nanoscience to supply educational tools for elementary teachers, as well as to help the understanding of chemical concepts that underlies everything around us by introducing topics related to nanotechnology and its everyday applications. Besides, some educational activities on nanotechnology are proposed with the main objective of contributing for the improvement of the teaching practice and motivating the science education as a way of construction of knowledge and citizenship.

Keywords: Nanotechnology; science education; elementary school.

VIII Evento de Educação em Química



O VIII Evento de Educação em Química (EVEQ) será realizado no Instituto de Química da UNESP em Araraquara (SP), no período de 25 a 27 de agosto de 2010, com o tema *Os instrumentos de avaliação no Ensino de Química*.

Os organizadores do evento buscam trazer informações referentes ao cenário do ensino de Química por meio de discussões de ideias e projetos a partir de minicursos,

oficinas, palestras, mesas-redondas e apresentação de trabalhos.

A submissão de trabalhos pode ser realizada até 04 de junho de 2010 nas modalidades painel ou comunicação oral. Informações adicionais: <http://www.iq.unesp.br/EVEQ>
Contato: eveq@iq.unesp.br

Luciana Caixeta Barboza (editoria QNEsc)