

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Nanociência no Ensino Médio: Potencialidades da Educação CTS

Edvaldo Vieira Faria Junior

Proposição de ação Profissional realizada sob a orientação da Prof^a.Dr^a. Roseline Beatriz Strieder, apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração Ensino de Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

**Brasília - DF
Fevereiro de 2019**

Caro professor,

A presente proposta foi desenvolvida como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF).

Sob a orientação da Prof^a. Roseline Beatriz Strieder, desenvolvemos uma implementação didática em uma escola pública do município de Aparecida de Goiânia-GO, de acordo com os pressupostos teóricos da educação CTS.

Portanto, pretende-se que os direcionamentos presentes aqui o sirvam de apoio pedagógico ao desenvolvimento de trabalhos quando envolverem temas tecnológicos como N&N.

Como o desenvolvimento dessa proposta ocorreu a partir dos referenciais que subsidiam a educação CTS, indicamos que você leia um pouco sobre essa perspectiva, pois esses objetivos exigem olhares não convencionais para o desenvolvimento C&T que contemplem suas implicações no contexto social e colaborem, por consequência, com participação ativa da comunidade.

A perspectiva educacional dessa proposta permite o envolvimento crítico e ativo do aluno em temas relacionados ao desenvolvimento tecnológico. Ou seja, apresentamos perspectivas pedagógicas que buscam promover a extensão das compreensões e o desenvolvimento de questionamentos em torno do tema N&N, ao considerar suas dimensões sociais, políticas, econômicas, culturais e ambientais.

Vale lembrar, portanto, que, de acordo com Paulo Freire, ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatisados pelo mundo.

Abraço,

Prof. Edvaldo V. F. Júnior

Introdução

A presente proposta pedagógica se inscreve na perspectiva CTS ao considerar as implicações do desenvolvimento da tecnologia no contexto social. Isso se justifica pelas observações dos diversos problemas ambientais, políticos, culturais e econômicos causados pelo envolvimento global das novas tecnologias em nossa sociedade. Assim, a exemplo disso, percebemos que, ao mesmo tempo em que podemos contar com comodidade e o conforto dos carros, dos celulares e das redes sociais, nos vemos também aparentemente inertes quanto à solução dos problemas ambientais.

Nessa perspectiva, partimos do pressuposto de que, mais fundamental que pensar sobre as produções científicas, é preciso repensar em que medida essa produção alcança a sociedade, beneficiando-a ou prejudicando-a. Na mesma forma é necessário pensar em que medida a sociedade participa de forma crítica e efetiva do desenvolvimento científico.

Nesse sentido, Santos (2011) propõe uma Educação Científica a partir da popularização da ciência. De acordo com os objetivos do presente trabalho, a popularização da ciência deve ocorrer além da simples divulgação dos conhecimentos científicos e de suas aplicações, deve ocorrer de forma que a ciência seja colocada no campo da participação popular.

Direcionados por esses pressupostos, nosso propósito é formar cidadãos críticos a partir de uma educação científica direcionada pelo movimento CTS que busca promover, por exemplo, a consciência dos problemas ambientais gerados pelo sistema socioeconômico, mediante a mudança de entendimento sobre o papel da ciência na sociedade.

Com o desenvolvimento das novas tecnologias, como N&N, a vida das pessoas é modificada. Assim, torna-se necessário o envolvimento do público com os conceitos básicos, com o desenvolvimento e com as aplicações, a fim de que e sejam discutidos os riscos, os impactos e as incertezas.

Dentro dessa perspectiva, apresentamos um produto pedagógico que permita ao professor discutir o tema N&N em uma perspectiva crítica, dialógica e problematizada no Ensino Médio, promovendo nos alunos uma cultura de participação.

Para melhor compreensão, o presente produto educacional foi organizado em partes que compreendem uma breve introdução, os pressupostos da educação CTS, as noções básicas de N&N, a proposta de aplicação da proposta as considerações finais.

Os Pressupostos da Educação CTS

A presente proposta foi construída a partir da necessidade de incluir o público no acelerado processo de desenvolvimento tecnológico que envolve a sociedade atual. Nesse sentido, a educação CTS se apresenta como uma ação pedagógica para a formação da cidadania (SANTOS, 2011), de forma que os conteúdos de ciências sejam considerados sob a dimensão social.

Portanto, nessa perspectiva, é importante compreendermos que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia deve estar conectado ao desenvolvimento social, econômico, político e ambiental. Um bom exemplo da prova dessa conexão foi a substituição do trabalho artesanal pelo uso de máquinas na Revolução Industrial nos séculos XVIII e XIX, causando desempregos em massa, concentração de riquezas e queda de preços.

Dessa forma, é necessário estender nossos olhares para a relação CTS para que possamos promover a participação pública nesses assuntos.

De acordo com Acevedo (1996), quando se associa a sociedade ao desenvolvimento e conhecimento C&T é possível promovermos, especialmente no ambiente escolar, a:

- alfabetização científica;
- contextualização social da ciência;
- melhora do pensamento crítico;
- resolução de problemas;
- tomada fundamentada de decisões.

Assim, na perspectiva dessa proposta, mais do que compreender como aluno aprende ou como o professor pode ensinar melhor, queremos evidenciar o contexto social do ensino de ciências. Isto é, investigamos a discussão de conteúdos de N&N com vistas à participação social dos alunos. Com base nes-

sas compreensões, nossas abordagens se direcionaram em promover o interesse dos alunos participantes:

- na discussão das questões sociais e éticas da ciência e da tecnologia;
- na compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico;
- no desenvolvimento sua cidadania, tornando-se assim autônomos na tomada de decisões relacionadas ao processo de desenvolvimento C&T, assumindo responsabilidade e intervindo socialmente.

A abordagem CTS utiliza a problematização e a dialogicidade como princípios norteadores, que estão de acordo com as concepções de Freire (2006). Isto é, a articulação CTS e Freire permitem a participação pública e a democratização de decisões, por intermédio de uma leitura crítica da realidade atual.

A partir desses pressupostos, as ações pedagógicas construídas em torno do tema N&N exigem algumas mudanças de paradigmas no ambiente educacional. Isto é:

- O professor se assume a postura de mediador na construção de conhecimentos imbuídos de produção histórica e procedimentos próprios.
- O aluno se assume como sujeito crítico e participativo da construção do conhecimento.
- Os conteúdos se encaminham a partir de problematizações onde, por intermédio de debates e discussões, haja compartilhamento de ideias.

Assim, essas ações pedagógicas devem promover nos alunos uma visão autônoma, crítica e responsável sobre a produção, o desenvolvimento, a aplicação e, especialmente, os riscos, os impactos e as incertezas associadas ao avanço científico e tecnológico.

Strieder (2012) completa ainda que o papel da escola não é apenas adequar os jovens a uma vida social e produtiva, é também de capacitá-los para o enfrentamento de novos problemas e para definição de novos rumos para si mesmo e para a sociedade, de forma que ocorra o desenvolvimento de percepções, de questionamentos e de compromissos sociais.

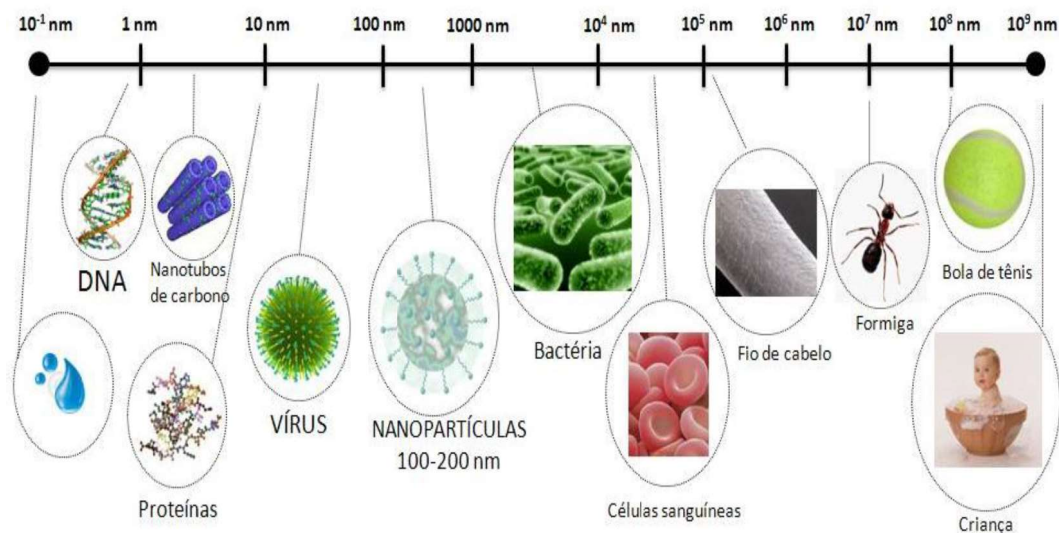
A partir dos direcionamentos da perspectiva CTS começa a tomar forma uma cultura de participação capaz de emergir questões problematizadas importantes sobre as tecnologias: Por que estas e não outras? Podemos confiar nelas? Quem precisa delas e quais são os interesses subjacentes? Como serão aprovadas e quem as controlará? Quais são os benefícios, e como eles serão distribuídos?

Noções sobre Nanociência e Nanotecnologia

Os termos N&N estão associados sob vários aspectos, mas não podem ser considerados sinônimos. Isto é, em geral define-se Nanociência como o estudo de objetos cujas dimensões estão entre 1 e 100 nanômetros e Nanotecnologia como sendo a manipulação, aplicação e uso desses objetos nanométricos.

Segundo Schuls (2007), o prefixo “nano” descreve uma ordem de grandeza que vem do grego e significa “um bilionésimo de alguma coisa”.

A figura a seguir apresenta a medida em nanômetros de alguns organismos, partículas e objetos:



Algumas medidas em escala nanométrica.

(Fonte: www.betaeq.com.br)

Toma (2004) esclarece que o estudo e a manipulação da matéria na escala nanométrica representou uma quebra de paradigmas, por se tratar de

um campo que engloba diversas áreas como a física, a química, a biologia e a engenharia. Além disso, os fenômenos observados nessa escala exigiram novas concepções de espaço, de tempo, de matéria e de energia, conforme os conceitos da mecânica quântica.

De acordo com Caruso e Oguri (2006), ao se manipular objetos com essas medidas:

- os efeitos quânticos podem ser explorados;
- o campo gravitacional não interfere de forma significativa;
- as propriedades ópticas são relevantes;
- as forças atômico-moleculares são consideráveis.

Quina (2004) destaca ainda que o pequeno tamanho, a grande relação área/volume, a boa resistência mecânica e o considerável potencial catalítico das nanopartículas podem:

- facilitar sua difusão e transporte na atmosfera, nas águas e nos solos;
- dificultar sua remoção por técnicas usuais de filtração;
- facilitar a entrada e o acúmulo em células vivas;
- promover a concentração de diversos compostos tóxicos na superfície dessas nanopartículas, que podem se acumular ao longo da cadeia alimentar ao serem transportadas para o meio ambiente;
- interferir em processos biológicos por meio da adsorção de biomoléculas;
- promover maior permanência no meio ambiente;
- modificar a velocidade algumas reações químicas indesejáveis ao meio ambiente.

Mas, como se estuda, se pesquisa, se manipula e se produz materiais tão pequenos? Para esse desafio, a ciência moderna conta hoje com equipamentos de altíssima resolução, como o Microscópio Eletrônico de Varredura (SEM), o Microscópio de Tunelamento por Varredura (STM) e o Microscópio de Força Atômica (AFM).

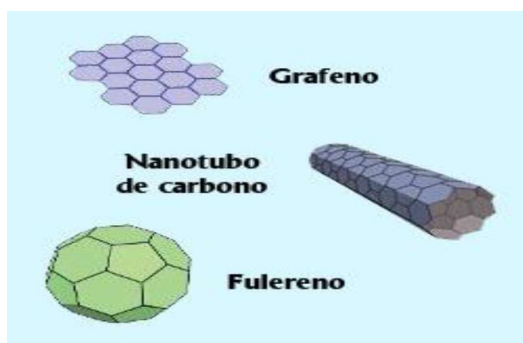
Segundo Cao (2004), o desafio do processamento e da produção ocorre por métodos conhecidos como Top Down e Boton Up. O método Top Down

(de cima para baixo) parte de procedimentos que transformam nanoestruturas maiores em nanoestruturas menores. Isto é, as partículas dispostas no início são maiores que as partículas obtidas no final, de forma mecânica ou por tratamento termoquímico. O método Boton Up (de baixo para cima), parte de partículas menores para obter partículas maiores por meio de um processo químico que promove a sintetização átomo a átomo ou molécula por molécula. Como exemplo desse processo, o autor apresenta a obtenção de nanopartículas de prata, utilizadas na produção de protetores solares.

Mas os protetores solares não estão sozinhos nesse cenário. Nossa sociedade já pode contar com mais de 600 produtos produzidos a partir da N&N. Dentre eles estão cosméticos, medicamentos, tintas, lubrificantes, baterias elétricas, cerâmicas, peças automotivas e chips de computadores. Além disso, a criação de dispositivos para geração e armazenamento de energia, o desenvolvimento de novos tipos de medicamentos, a criação e melhoria da eficiência de novos materiais e a modernização dos métodos de análise e diagnósticos representam os benefícios dessa nova e promissora área científico-tecnológica.

Esses produtos surgem do estudo, da pesquisa, da manipulação e do desenvolvimento de materiais nanoestruturados, utilizados em diversas áreas do conhecimento como a mecânica, a óptica, a eletrônica, a química, a bioquímica, a biologia, a nutrição, a farmacologia e a medicina.

Dentre esses materiais estão as nanoestruturas de carbono, que possuem características físicas interessantes como a alta resistividade e a excelente condutibilidade. A figura a seguir apresenta três importantes nanomateriais de carbono:



Ilustrações dos principais nanomateriais de carbono.

Fonte: Academia Brasileira de Ciências.

Também, podemos citar as nanopartículas metálicas, como o dióxido de titânio (TiO₂) e óxido de zinco (ZnO), utilizados em protetores solares.

Destacamos também as nanopartículas biodegradáveis elaboradas a partir de polímeros e lipídios, como as nanoesferas, as nanocápsulas e os lipossomas, utilizados como encapsuladores e transportadores de medicamentos.

Não podemos deixar de apresentar também os nanoímãs, que são nanomateriais baseados nos conceitos do eletromagnetismo e utilizados no transporte de fármacos, na magnetohipertermia e na ressonância magnética.

Mas, mesmo diante dessa perspectiva salvacionista, a N&N possuem seus riscos, suas incertezas e seus impactos no meio ambiente, na economia, na política e na cultura.

Diante dessas informações, a educação CTS exige algumas reflexões problematizadoras em torno das aplicações, dos benefícios, dos riscos, dos impactos, das incertezas e das políticas públicas relacionadas à Nanociência e à N&N:

- a) As dimensões extremamente pequenas dos nanomateriais podem operar além da ação humana, da percepção e do controle das causas?
- b) Os benefícios dessa nova área científico-tecnológica podem ser distribuídos de forma desigual para a população, especialmente na saúde?
- c) Quem vai monitorar, regular e fiscalizar a produção e a aplicação da N&N?
- d) Será que haverá um sistema de gerenciamento que decida sobre a alocação de recursos em projetos de pesquisa e desenvolvimento?

Assim, o presente produto busca encaminhar reflexões sobre tema Nanociência e Nanociência direcionados pela educação CTS.

Aplicando a Proposta no Ensino Médio

O desenvolvimento da proposta no Ensino Médio deve tomar como condição fundamental a participação crítica e ativa dos alunos, a partir da revisão teórica apresentada aqui, que articula educação CTS com as ideias de Paulo Freire.

Nessa direção, o professor deve encaminhar a introdução do tema N&N com o objetivo de promover a participação pública nas tomadas de decisões sobre o estudo, o desenvolvimento, as aplicações, os riscos, os impactos, as incertezas e as políticas públicas.

Para que isso ocorra, as atividades propostas aqui devem promover o crescimento pessoal do aluno enquanto cidadão crítico e responsável, permitindo-lhe uma leitura de mundo que o capacite a participar informadamente do desenvolvimento C&T na sociedade que está inserido.

De acordo com esses objetivos, propomos que a execução da dessa proposta ocorra em sete encontros que contemplem o desenvolvimento de percepções, de questionamentos e de compromissos sociais.

1º encontro: Compreensões e conhecimentos prévios

O professor necessitará de pelo menos uma aula de 50 minutos para organizar a sala em pequenos grupos e propor aos alunos que respondam dialogadamente as questões abaixo:

- *O que sabemos sobre N&N?*
- *O que gostaríamos de saber sobre esse tema?*
- *Relacione algumas aplicações (utilidades) da nanociência e da nanotecnologia.*

Depois de respondidas as questões, o professor deve organizar a sala em um grande grupo, para que as ideias compartilhadas nos pequenos grupos sejam publicadas no grande grupo. Esse momento deve servir de direção para que o professor identifique:

- *os conhecimentos que os alunos já possuem sobre o tema;*
- *o nível de envolvimento da turma com o tema;*
- *suas dificuldades na mediação das discussões.*

2º encontro: Problematizações sobre Riscos, Impactos e Incertezas

Utilizando duas aulas de 50 minutos, o professor deve apresentar aos alunos dois vídeos que apresentam diferentes reflexões sobre o tema N&N. Após a apresentação de cada vídeo, o professor fazer uma pergunta problematizadora e mediar, mais uma vez, uma discussão. O quadro a seguir apresenta os links dos vídeos e as respectivas questões a serem feitas em seguida:

1º vídeo

https://www.youtube.com/watch?v=myr_nMOFOiw

1ª questão problematizadora

“A nanotecnologia só trará benefícios para a sociedade?”

2º vídeo

<http://www.youtube.com/watch?v=aWwag5SPRVs>

2ª questão problematizadora

“Que outros olhares podemos ter sobre o tema N&N?”

Para finalizar essa atividade, sugerimos que o professor escreva no quadro outras quatro questões problematizadoras que direcionarão os objetivos da próxima etapa:

- *Quem realiza essas pesquisas?*
- *Quem financia?*
- *Quem decide o que é pesquisado?*
- *Onde são realizadas essas pesquisas?*

3º encontro: Problematizações sobre Desenvolvimento e Políticas públicas

As questões problematizadoras apresentadas no final da etapa anterior representam novos questionamentos sobre o desenvolvimento e as políticas públicas que regem a Nanociência e a Nanotecnologia.

Sugerimos que a discussão em torno desses questionamentos ocorra com a mediação de um especialista no assunto, utilizando para isso duas aulas de 50 minutos.

Para isso o professor deve procurar as universidades ou faculdades da região para disponibilizar um dos professores pesquisadores para participar de um debate na escola onde a proposta está sendo executada.

No contexto do Estado de Goiás, diversas universidades públicas ou privadas disponibilizam professores pesquisadores para participarem de debates em escolas, mediante contato prévio, como procedemos na construção da presente proposta.

Essa atividade se apresentou relevante por discutir novos questionamentos sobre o contexto das pesquisas, financiamentos e políticas públicas, relacionados à N&N.

4º encontro: Sistematização e Organização das compreensões

A idealização dessa etapa partiu da necessidade de organização dos questionamentos e compreensões que se apresentaram ao longo das problematizações até aqui.

Dessa forma, propomos que o professor utilize duas aulas de 50 minutos cada para sistematizar, com uso de projetor de slides, algumas informações relacionadas à Nanociência e à Nanotecnologia, como:

- *conceitos físicos básicos;*
- *desenvolvimento histórico;*
- *legislação e a regulamentação;*
- *riscos, as incertezas e os impactos.*

Diante de novos questionamentos e da organização das compreensões, os alunos devem ser desafiados a refletirem sobre a questão a seguir:

“O que podemos fazer diante dessa tão promissora tecnologia, mas que é repleta de riscos, incertezas, impactos e desigualdades?”

A partir disso, surge a necessidade de discutir, na próxima etapa, perspectivas de socialização com a comunidade.

5º encontro: Perspectivas de Socialização das Compreensões

Nessa etapa devem ser discutidas e elaboradas perspectivas de socialização de compreensões que se caracterizaram pelo planejamento, elaboração e implementação de ações e estratégias potencialmente capazes de promover a divulgação e publicação de questões relacionadas à Nanociência e a Nanotecnologia que os próprios alunos consideraram relevantes.

Para isso, sugerimos uma aula de 50 minutos e os alunos presentes devem formar um grande grupo, de forma que toda a ação fosse feita de forma compartilhada e dialogada com toda a turma. Em seguida, o professor deve escrever no quadro duas perguntas que representavam “o que” e o “como” levar as discussões, conceitos e informações da N&N para a comunidade escolar composta por pais, alunos de outras turmas e professores da escola. As perguntas são:

Pergunta 1

Que questões relacionadas à N&N vocês consideram relevantes para serem divulgadas para a comunidade escolar?

Pergunta 2

Que estratégias vocês sugerem para levarmos essas informações para a comunidade, promovendo assim uma maior compreensão pública sobre esse tema?

As informações que emergirem das discussões em torno das perguntas devem ser registradas para devida estruturação da estratégia de socialização de compreensões.

Diante da nossa investigação e implementação, sugerimos que o tema seja organizado em macrotemas e apresentados na forma de banners a serem expostos no pátio da escola para o compartilhamento com a comunidade escolar, conforme a figura a seguir:



Figura 3: Banners contendo os macrotemas.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Sugerimos, de acordo com nossas observações, que esses macrotemas sejam pesquisados, estruturados e apresentados em grupo.

6º encontro: Socialização das Compreensões

Nesse encontro o professor deve distribuir os banners em diferentes posições do pátio ou área comum da escola para que toda a comunidade escolar possa se socializar com as informações expostas e com as explicações dos alunos. A figura abaixo apresenta uma fotografia desse momento:



Figura 4: Fotografia do momento de socialização dos questionamentos com a exposição de banners.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Orientamos os outros professores que os outros alunos, os funcionários e a equipe gestora sejam convidados com antecedência para que todos possam participar dessa socialização de compreensões construídas.

7º encontro: Avaliação da Implementação

Ao final dessa proposta de implementação sugerimos que seja aplicada uma avaliação formativa que verifiquem a eficiência didática da proposta, as contribuições do professor e as atitudes dos alunos diante de da proposta.

Sugerimos, portanto, as questões:

- 1) Escreva nas linhas abaixo sobre sua participação e envolvimento nesse trabalho.
- 2) Explique de que forma seus conhecimentos sobre N&N mudaram mediante sua participação nesse projeto.
- 3) O que você considera mais importante para uma pessoa saber sobre nanotecnologia? Por quê?
- 4) Você entende que devemos encorajar o cidadão a ser mais participativo nos assuntos relacionados à nanotecnologia? Por quê.
- 5) Como você avalia as contribuições desse projeto para comunidade escolar (professores, alunos, coordenadores e outros) que participou da exposição de banners no pátio? Explique.
- 6) Use o espaço abaixo para registrar outras observações e outros olhares sobre esse projeto.

Considerações Finais

O objetivo principal dessa proposta pedagógica é formar cidadãos críticos, conscientes, responsáveis pelo desenvolvimento C&T que a sociedade presencia nos dias atuais.

Diante disso, apresentamos encaminhamentos que possam auxiliar o professor de Física na promoção uma Cultura de Participação no contexto do Ensino Médio por meio do desenvolvimento de percepções, de questionamentos e de compromissos sociais.

Esses procedimentos podem se apresentar eficientes na capacitação dos alunos para o enfrentamento de novos problemas, para a definição de novos rumos para si próprio e para a participação ativa nos problemas sociais. Para isso, sugerimos que o professor se assuma como mediador, o aluno se assuma como sujeito ativo diante dos novos questionamentos, os conteúdos sejam abordados a partir de problematizações e a sala de aula se apresente como um ambiente investigativo.

Em linhas gerais, buscamos apresentar um produto pedagógico que apresente novos conhecimentos capazes de melhorar as abordagens de temas como N&N no contexto do Ensino Médio, fazendo uso da perspectiva CTS.

Referenciais Bibliográficos

ACEVEDO DÍAZ, J. A. La tecnología en las relaciones CTS: una aproximación al tema. **Enseñanza delas Ciências**, vol.14, n.1, p.35-44, 1996.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo: Cortez & Moraes, 2006.

SANTOS, W. L. P. dos. **Significados da educação científica com enfoque CTS**. In **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Ed. UNB, 2011.

SCHULZ, P.A.B. O que é nanociência e para que serve a nanotecnologia? **Física na Escola**, v. 6, 2005.

STRIEDER, R.B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. Tese de Doutorado: Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TOMA, E. H. **O Mundo Nanométrico: a dimensão do novo século**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

QUINA, F. H. Nanotecnologia e o meio ambiente: perspectivas e riscos. **Química Nova**, vol.27, n.6, São Paulo, Nov./Dec. 2004.

Caruso, F. e Oguri V. **Física Moderna – Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos**. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

CAO, Guozhong. **Nanostructures e nanomaterials: synthesis, properties e applications**. Londres: Imperial College Press, 2004.

SCHULZ, P.A.B. O que é nanociência e para que serve a nanotecnologia? **Física na Escola**, v. 6, 2005.