

INTERDISCIPLINARIDADE, CONSTRUTIVISMO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: ELEMENTOS FACILITADORES DO ENSINO DA NANOTECNOLOGIA

**INTERDISCIPLINARITY, CONSTRUCTIVISM AND SIGNIFICANT LEARNING: ENHANCER ELEMENTS OF
NANOTECHNOLOGY EDUCATION**

Argeu Cavalcante Fernandes – ageldcavalcanti@hotmail.com – Universidade do Rio Grande do Norte

Resumo: As investigações no ensino de ciências apontam a necessidade de estratégias metodológicas coerentes com uma prática pedagógica interdisciplinar e construtivista resultando na formação crítica e reflexiva dos alunos quanto à produção científico-tecnológica. Este artigo tem o objetivo de refletir sobre o papel da educação científica para uma aprendizagem significativa tendo em vista o ensino da nanotecnologia como subsídio à superação de algumas dificuldades encontradas no ensino das ciências. Para tanto, recorreu-se ao levantamento bibliográfico específico na área em estudo e à elaboração de mapas conceituais sobre o tema da nanotecnologia. Entre as vantagens da utilização dos mapas conceituais como estratégia para uma aprendizagem significativa, destacou-se a possibilidade de serem utilizados tanto pelos professores na construção de novos conceitos, quanto pelos alunos na organização e sistematização do conhecimento. O caráter interdisciplinar encontrado na nanotecnologia possibilita a construção do saber integrando as áreas do conhecimento científico, como química, física, biologia, química dos materiais e outras. A importância de trabalhar temas como a nanotecnologia no ensino de ciências ainda é vista de forma isolada e restrita por alguns professores que tentam inovar suas práticas docentes. Embora algumas pesquisas ressaltem o interesse em articular a nanotecnologia aos conteúdos do ensino médio, essa proposta encontra muita resistência pelos currículos rígidos presentes na maioria das escolas.

Palavras-chave: nanotecnologia, ensino de ciências, aprendizagem significativa.

Abstract: Research in science education points to the need for methodological strategies consistent with an interdisciplinary and constructive teaching practice resulting in critical and reflective training of students on the scientific and technological production. This article aims to reflect on the role of science education for significant learning in view of the nanotechnology education as a subsidy to overcome some difficulties encountered in science education. To this end, the research included specific literature in the study area and the development of concept maps on the subject of nanotechnology. Among some advantages of using concept maps as a strategy for meaningful learning, there is the possibility of being used both by teachers in the construction of new concepts, and by the students in the organization and systematization of knowledge. The interdisciplinarity found on nanotechnology enables the construction of knowledge integrating scientific fields such as chemistry, physics, biology, chemistry and other materials. The importance of studying subjects such as nanotechnology in science education is still seen with isolation and restriction by some teachers who try to innovate their teaching practices. Although some studies highlight the interest in articulating nanotechnology to high school content, this proposal finds resistance in the rigid curricula present in most schools.

Keywords: nanotechnology, science education, meaningful learning.

INTRODUÇÃO

A educação, em suas mais variadas formas de articulação, tem papel fundamental no desenvolvimento histórico, social e tecnológico da sociedade contemporânea. Na educação formal, sempre há uma intencionalidade dos formadores (escola e seus agentes) para os sujeitos da educação (alunos) que adquirem conhecimentos (ao passo que também os produzem). O conhecimento sistematizado é, geralmente, oferecido nas escolas num ambiente imbuído de elementos pedagógicos ricos em manifestações plurais e singulares (LIBÂNEO, 2011).

No que concerne ao desenvolvimento de novas tecnologias, a educação torna-se imprescindível para formar o sujeito tanto para atuar ativamente na produção dessas tecnologias quanto para refletir criticamente a respeito de suas implicações na sociedade. Atualmente, no meio científico e tecnológico, evidencia-se muito a revolução causada pela Nanotecnologia (AFONSO, 2011). Trata-se da manipulação da matéria na dimensão de nanômetros (10⁻⁹ m), especificamente de 1 nm a 100 nm, com o objetivo de produzir novos materiais com propriedades nunca vistas antes, ou até mesmo melhorar as propriedades já existentes dos materiais (TOMA, 2005).

O ensino da nanotecnologia nas escolas públicas ainda se resume ao papel inovador de poucos professores que veem a importância desse ensino na formação dos alunos (PAULINI DE JESUS; HIGA, 2014). No entanto, ao trabalhar com a nanotecnologia sem suas aulas, o professor desenvolve um ensino interdisciplinar (no ensino das ciências que servem de base à nanotecnologia), contextualizando-o (a nanotecnologia está presente em nosso cotidiano) e contribuindo para a formação crítica e reflexiva do sujeito (REBELLO et al., 2012).

A presente revisão bibliográfica tem o objetivo de refletir sobre o papel da educação científica para uma aprendizagem significativa e para a formação de sujeitos críticos e reflexivos, tendo em vista o ensino da nanotecnologia como subsídio para a superação de algumas dificuldades encontradas no ensino de ciências e como prática de ensino interdisciplinar e construtivista.

POR QUE UMA VISÃO CONSTRUTIVISTA E INTERDISCIPLINAR DO ENSINO DE CIÊNCIAS?

Algumas pesquisas realizadas no âmbito escolar apontam as disciplinas concernentes às ciências como as que os alunos de doze a dezesseis anos têm maior dificuldade quanto à compreensão, assimilação e aplicação direta ou indireta em suas vidas. Isso ocorre porque o conhecimento científico possui algumas características que as distingue, tais como: alto nível de abstração; estrutura dos conceitos em forma de teoria; conteúdos contrários à intuição cotidiana (CARRETERO, 1997).

A aprendizagem escolar é estabelecida baseando-se em técnicas de uma pedagogia geral ou de pedagogias específicas, mas o ato de ensinar é comum a todas elas. Assim, ao analisarmos o contexto de ensino e de aprendizagem, não fazemos diferenciação, não importa se o que está sendo ensinado são as ciências exatas, história ou qualquer outra disciplina. Sempre vamos perceber que

ensinar é desencadear um programa de interações com um grupo de alunos, a fim de atingir determinados objetivos educativos relativos à aprendizagem de conhecimentos e à socialização. (TARDIF, 2012, p. 118).

A escola, tal como a temos hoje, pode ser considerada como pluridisciplinar na proposta curricular e nas práticas pedagógicas desenvolvidas pelos professores, setores pedagógicos e administração escolar. Esse currículo rígido e formado por muitas disciplinas é alvo de muitas críticas pelos educadores por se tratar de um currículo disperso em si, sem articulação entre os saberes. Os especialistas em cada área

engendram o esmigalhamento das disciplinas pela compartimentação das faculdades universitárias, pela criação de uma hierarquização rígida e pela manutenção de uma prudência metodológica que freia a pesquisa das interações entre as disciplinas. (JAPIASSU, 1986, p. 102).

Diante disso, alguns desses educadores propõem um ensino interdisciplinar como forma de articular e mobilizar o conhecimento escolar. Segundo Libâneo (2011, p. 32), a interdisciplinaridade pode ser considerada como a interação entre duas ou mais disciplinas com o objetivo de “superar a fragmentação, a compartimentalização de conhecimentos, implicando uma troca entre especialistas de vários campos do conhecimento na discussão de um assunto”.

Uma proposta interdisciplinar proporciona uma maior abrangência do conhecimento, de apreensão de novas técnicas pedagógicas sem abrir mão dos conhecimentos científicos, sistemáticos e especializados que constituem as disciplinas. Vemos, pois, que “a interdisciplinaridade não é o desdém das disciplinas mas, ao contrário, a utilização destas para esclarecer uma situação” (FOUREZ, 2003, p. 122).

A interdisciplinaridade vem contrapor-se ao caráter de hiperespecialização de algumas áreas do conhecimento em detrimento do conhecimento científico tomado em todas as suas formas, aspectos e preceitos. Segundo Thiesen (2008), esse caráter fragmentador

do conhecimento se deu pela influência dos trabalhos de grandes pensadores modernos como Galileu, Bacon, Descartes, Newton, Darwin e outros; as ciências foram sendo divididas e, por isso, especializando-se.

No construtivismo, a aprendizagem se dá pela reconstrução dos conhecimentos pelo próprio aluno num processo de interação com os conteúdos conceituais, baseando-se numa metodologia de pesquisa bem parecida com o “fazer científico” dos pesquisadores já experientes em ciências (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011). A tarefa do professor é, pois, planejar e organizar atividades relevantes, elaborar atividades individuais e em grupos, intervindo durante o processo (MOLINÉ; PUIG, 1996).

Numa visão construtivista da educação, o conhecimento é uma construção própria do sujeito como resultado da interação entre os aspectos cognitivos, sociais e afetivos (CARRETERO, 1997; NUÑEZ, LIMA; PAULINO FILHO, 2004). Ou seja, em contraposição ao ensino tradicional, no construtivismo o aluno possui papel ativo na construção do conhecimento e revela-se a

importância da implicação mental do indivíduo como agente das suas aprendizagens, pelo que a aprendizagem escolar será vista como um processo de (re)construção desse conhecimento, e o ensino como a ação facilitadora desse processo (MARTINS et al., 2007, p. 25).

Assim, uma proposta pedagógica baseada no construtivismo não define *a priori* o objetivo a ser alcançado pela atividade cognitiva dos alunos, mas se opõe ao sistema de ensino das escolas que determinam a aprendizagem de certos saberes num espaço de tempo determinado (MOLINÉ; PUIG, 1996). Por isso, nossas escolas precisam habituar-se ao fato de que, sendo a aprendizagem construída pelos próprios alunos através da interação entre

as estruturas cognitivas, afetivas e sociais, e que esses alunos são sujeitos dotados de subjetividades, eles aprendem em diferentes ritmos e momentos. Nesse viés:

o ensino supõe ajudar os alunos a desenvolver capacidades e habilidades cognitivas de modo que dominem conceitos, formem esquemas mentais de interpretação da realidade, [...], a raciocinar logicamente, a argumentar, a solucionar problemas. (LIBÂNEO, 2012, p. 65).

NANOTECNOLOGIA E A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: POSSIBILIDADES NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino e a aprendizagem de ciências é permeado por teorias pedagógicas e pelas teorias da psicologia educacional com intuito de dissolverem os problemas e os obstáculos epistemológicos na aprendizagem dos conceitos científicos pelos alunos. Estratégias metodológicas também são mobilizadas com o mesmo objetivo: contribuir para uma aprendizagem significativa dos conteúdos. No entanto, quando falamos de novas perspectivas tecnológicas que revolucionam o conhecimento científico-tecnológico, poucas reflexões no âmbito da educação estão sendo apontadas.

Por exemplo, a nanotecnologia é o ramo que mais se destaca dentro das Nanociências e seu estudo sistematizado é pouco (ou nada) abordado pelos professores de ciências na educação básica (fundamental e médio). No entanto, existem algumas produções bibliográficas que evidenciam potenciais possibilidades de introdução no ensino médio (ALFONSO, 2011). Essa situação implica na precária formação social e tecnológica dos nossos alunos, que saem “formados” das escolas sem o mínimo

conhecimento sobre uma tecnologia que está provocando verdadeira revolução no modo de pensar e fazer ciência e tecnologia.

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” (SANNOMIYA; HOMÓRIO; PEREIRA, 2010, p. 74). Nessa perspectiva, surge a necessidade de criarmos mecanismos que propiciem a discussão do ensino da nanotecnologia e contribuam para uma aprendizagem significativa, não somente dos conteúdos isolados, mas integrados aos conceitos científicos. Assim, iremos focalizar a teoria da aprendizagem significativa no ensino das ciências no que diz respeito a como inserir o estudo da nanotecnologia nesse tipo de ensino.

Segundo Ausubel (1980), a aprendizagem significativa pode ser considerada como o processo de aquisição e memorização de determinadas ideias ou conceitos que caracterizam o conhecimento científico sistemático incorporado às estruturas cognitivas dos alunos. Para que ocorra aprendizagem significativa, é preciso que a informação nova consiga interagir com uma teia de conhecimento presente na estrutura cognitiva do aluno. Ausubel define essa teia como o conceito subsumidor que irá facilitar a inserção da informação nova, ou seja, trata-se de um conceito a partir do qual essa informação nova irá interagir com a estrutura de conhecimentos prévios dos alunos (TRINDADE; HARTWING, 2012).

A teoria de assimilação de Ausubel leva em consideração dois mecanismos básicos como referência para a aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. No primeiro, os conceitos inclusores são ampliados e a aprendizagem ocorre do

geral para o particular. Na aprendizagem por reconciliação integradora, porém, a aprendizagem ocorre pela integração de características dos conceitos particulares para características gerais, num movimento que podemos caracterizar como ascendente

(RIBEIRO; NUÑEZ, 2004; MOREIRA, 2010). Como estratégias cognitivas de aprendizagem, abaixo exemplificamos, através de mapas conceituais (Figuras 1 e 2), os processos supracitados.

Figura 1 – Relação conceitual por diferenciação progressiva

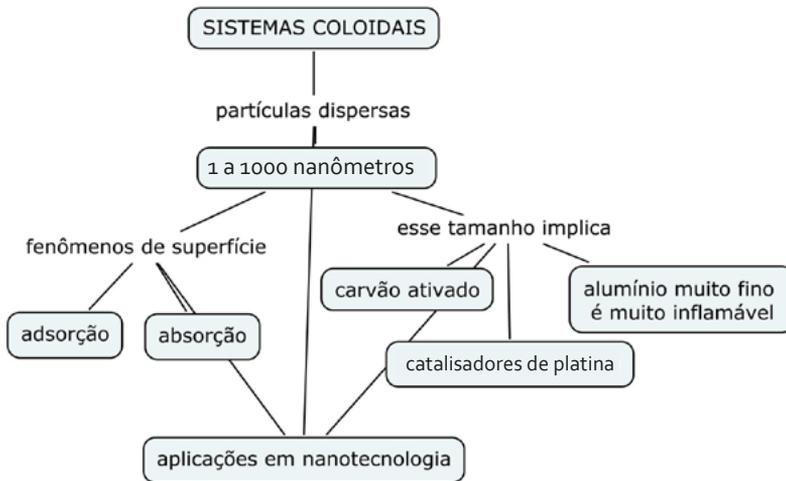
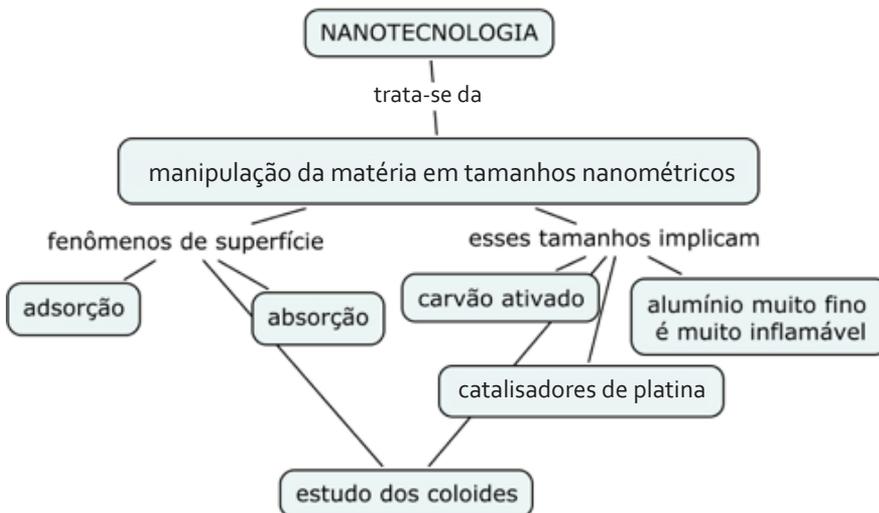


Figura 2 – Construção de conceito pelo mecanismo de reconciliação integradora



A aprendizagem significativa requer mecanismos e estratégias de ensino que subsidiem o processo de ensino e aprendizagem do conhecimento. Nessa perspectiva, os mapas conceituais foram propostos para ajudar os alunos no processo de organização cognitiva dos conhecimentos e utilizados pelos professores na ministração de suas aulas por se tratar de uma estratégia de resumo ou retomada de um conteúdo.

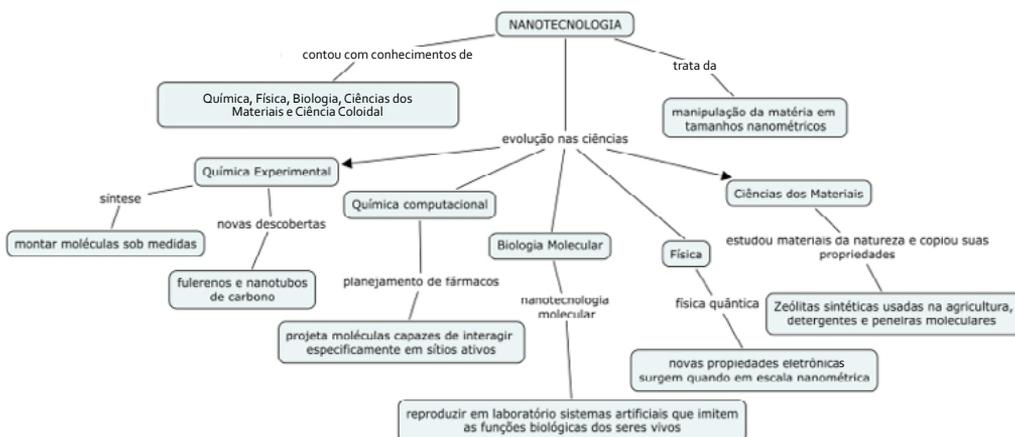
Nesse sentido, Ribeiro e Nuñez (2004) ratificam essas ideias e acrescentam os seguintes pressupostos quanto à utilização dos mapas conceituais em determinadas situações da prática pedagógica:

[...] mapear o que os alunos já sabem antes de iniciar os conteúdos, para ativar os conhecimentos prévios; organizar estratégias de estudo, para trilhar o caminho da aprendizagem de uma disciplina específica

e trabalhar com o livro texto, extraindo significados; resumir de forma esquemática o aprendizado, organizando-o e ordenando-o em uma série, de maneira hierárquica; escolher recurso de pesquisa escolar para organizar de maneira hierárquica os diversos componentes das matérias escolares; realizar avaliação como instrumento da aprendizagem, com a finalidade de o aluno alcançar um aprendizado de curto ou longo prazo. (RIBEIRO; NUÑEZ, 2004, p. 205).

Nessa perspectiva, os mapas conceituais podem ser considerados como instrumentos indispensáveis na construção de conceitos novos a partir da mobilização dos conhecimentos prévios dos alunos, ou seja, na construção significativa dos conceitos e ferramentas na prática pedagógica. Na figura 3, encontra-se um esquema de mapa conceitual que o professor pode utilizar no ensino de conceitos sobre nanotecnologia.

Figura 3 – Mapa conceitual da nanotecnologia e suas contribuições para a ciência e a sociedade



Moreira (2010) ressalta que a aprendizagem significativa auxiliada pelos mapas conceituais é válida porque facilita a negociação, construção e aquisição de significados, mas pode ser uma armadilha, pois se mal utilizada pelo professor, essa

estratégia de ensino pode gerar também aprendizagem mecânica, basicamente memorística, como várias outras estratégias instrucionais.

CONCLUSÕES

Este texto teve como objetivo ressaltar a importância de reflexões sobre o ensino de ciências numa abordagem cognitivista da aprendizagem significativa, pautando as discussões sobre o ensino da nanotecnologia em uma perspectiva interdisciplinar. Sabemos que formar o sujeito/cidadão é hoje uma tarefa quase que exclusiva da escola e questionável ou não, é a escola que educa, que forma e prepara o sujeito para a vida em sociedade.

Na busca da aprendizagem significativa, é nesse contexto escolar que percebemos o uso de mapas conceituais como estratégia de ensino, evidenciando caminhos que auxiliam na construção significativa dos conhecimentos (quando utilizados de forma correta pelo professor), além de se poder observar o caráter idiossincrático de seus componentes.

A reorganização e a reestruturação cognitiva dos novos conceitos precisam se relacionar intimamente aos conhecimentos prévios ou subsunçores dos alunos, criando mecanismos satisfatórios para a construção do conhecimento. É nessa perspectiva que o professor pode introduzir o estudo da nanotecnologia, pois o desenvolvimento tecnológico requer uma postura crítica e reflexiva dos alunos.

A elaboração de mapas conceituais a partir do tema da nanotecnologia é uma ótima alternativa para os professores que queiram introduzir em suas aulas temas relevantes sobre pesquisas em desenvolvimento científico e tecnológico. Além de interdisciplinar, esse tema é contextualizado e presente em nossas vidas através de tecnologias de ponta.

REFERÊNCIAS

ALFONSO, A. B. Situação atual da divulgação e do treinamento em nanociência e nanotecnologia no Brasil. **Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología**. Coyoacán, México: Universidad Nacional Autónoma de México, v. 4, p. 28-34, 2011.

CARRETERO, M. **Construtivismo e educação**. Trad. Jussara Haubert Rodrigues, Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, V8(2), p. 109-123, 2003.

JAPIASSU, H. F. **Introdução ao pensamento epistemológico**. Rio de Janeiro, 4. ed. 1986.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professor?** Novas exigências educacionais e profissão docente. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

_____. Didática e epistemologia: Para além do embate entre a didática e as didáticas específicas. In: VEIGA, I. P. A.; D'AVILA, C. M. (Org.) **Profissão Docente: novos sentidos, novas perspectivas**. 2. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

- MARTINS, I. P.; VEIGA, M. L.; TEIXEIRA, F.; TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M.; RODRIGUES, A. V. e COUCEIRO, F. **Educação em ciências e ensino experimental: formação de professores**. Ministério da Educação, Brasil, 2007.
- MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.
- NUÑEZ, I. B.; PAULINO FILHO, J.; LIMA, A. de A. O construtivismo no ensino de ciências da natureza e da matemática. In: NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (Org.). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004.
- PAULINI DE JESUS, I.; HIGA I. **Nanotecnologia e ensino médio: uma revisão bibliográfica sobre propostas didáticas**. In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, 2014.
- REBELLO, G. A. F.; ARGYROS, M. de M.; LEITE, W. L. L.; SANTOS, M. M.; BARROS, J. C.; SANTOS, P. M. L. dos; SILVA, J. F. M. da. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova Escola**, v. 34, p. 3-9, 2012.
- RIBEIRO, R. P.; NUÑEZ, I. B. **Pensando a aprendizagem significativa: dos mapas conceituais às redes conceituais**. In: NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (Org.). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004.
- SANNOMIYA, M.; HONÓRIO, K. M.; PEREIRA, F. D. Nanotecnologia: Desenvolvimento de materiais didáticos para uma abordagem no Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, 2010.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 14. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012
- THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação** (Impresso), v. 13, p. 545-554, 2008.
- TOMA, H. E. A Nanotecnologia das Moléculas. **Química Nova na Escola**, Brasil, v. 21, p. 3-9, 2005.
- TRINDADE, J. O.; HARTWIG, D. R. Uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. **Química Nova na Escola** (Impresso), v. 34, p. 83-91, 2012.

Recebido em: 16/10/2015
Aceito em: 12/09/2016