

## Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia: uma experiência de divulgação científica em Rio Branco – Acre

Najara Vidal Pantoja<sup>1</sup> (FM)\*, Uiara Mendes Ferraz<sup>1</sup> (FM), Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez<sup>2</sup> (PQ), Sâmara Regina Santana Albuquerque<sup>2</sup> (PG), Danielly de Sousa Nóbrega<sup>3</sup> (PQ). najara.pantoja@ifac.edu.br

<sup>1</sup> Instituto Federal do Acre – IFAC, campus Xapuri, Rua Coronel Brandão, n° 1622, Centro, Xapuri – Acre.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Acre – UFAC, Campus Universitário – BR 364, km 04, Distrito Industrial, Rio Branco – Acre.

<sup>3</sup> Instituto Federal do Acre – IFAC, campus Rio Branco, Av. Brasil, n° 920, Xavier Maia, Rio Branco – Acre.

*Palavras-Chave: Ensino de Ciências, Química, Nanotecnologia.*

O ensino de ciências da natureza ainda apresenta grandes dificuldades, podendo citar a inclusão da nanotecnologia e as suas respectivas áreas como uma das principais dificuldades de aprendizagens da disciplina. Os alunos de ensino médio alegam não receberem muitas informações relacionadas ao tema bem como novas metodologias de aulas práticas voltadas para os avanços científicos e tecnológicos. A falta de práticas que relacionam a teoria com o cotidiano dos alunos acaba desestimulando e prejudicando o ensino-aprendizagem. Dessa maneira este trabalho teve como objetivos divulgar o tema nanociência, nanotecnologia e nanobiotecnologia em uma escola pública de Ensino Médio com intuito de estimular o interesse dos alunos pelas áreas tecnológicas que incluem as disciplinas de química, física e biologia. O resultado é considerado satisfatório, pois além de despertar o interesse dos alunos referente ao assunto, os mesmos demonstraram também interesse em seguir a carreira de pesquisadores/professores das áreas de ciências.

### O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ESTADO DO ACRE

O Ensino no Estado do Acre de maneira geral apresenta defasagens e problemas relacionados ao aprendizado de diversas áreas inclusive na área das ciências naturais, principalmente porque os alunos estão frequentemente buscando alcançar uma formação. Por muito tempo, o sucesso pessoal e profissional esteve desvinculado do estudo e/ou formação acadêmica. Assim, vários professores que atuavam nas salas de aula tinham pouca ou nenhuma formação pedagógica para aplicar durante as aulas. Isto resultava em um método de ensino ineficaz e os alunos eram sujeitos desestimulados, muitas vezes acarretando em grande percentual de evasão escolar.

De acordo com a Secretaria de Educação do Estado do Acre uma das metas pedagógicas da atual gestão é “*reduzir o índice de reprovação no Ensino Médio em disciplinas críticas, como Matemática, Física e Química*” (ACRE, 2010).

Com o objetivo de alcançar esta e outras metas são realizadas oficinas de Formação Continuada para professores e gestores de escolas estaduais, implantação de sistemas de avaliação e monitoramento das atividades desenvolvidas nas escolas estaduais. As Orientações Curriculares Estaduais foram atualizadas baseadas na proposta nacional de Diretrizes Educacionais para o Ensino Médio, e abordam a necessidade de desenvolver as capacidades dos estudantes a partir dos conteúdos trabalhados, há destaque também para propostas de atividades de orientação aos professores na elaboração das aulas e avaliações.

A Educação Científica e Técnica (ECT) é uma estratégia para que o ensino de ciências esteja focado não apenas como acúmulo de conhecimentos, mas em fazer com que o indivíduo seja capaz de compreender os fenômenos naturais básicos e interpretar as informações que forem relacionadas com a ciência, tecnologia e inovação, possibilitando-o discutir e formar opinião acerca destas áreas.

O indivíduo que possui o conhecimento técnico-científico deixa de ser um agente passivo e adquire certa autonomia no mundo científico e tecnológico em que está inserido. O aluno deve assimilar o funcionamento dos aparatos tecnológicos e suas implicações sociais (FOUREZ, 1997).

Uma teoria elaborada por Ausubel, Novak e Hanesian menciona a importância de uma aprendizagem significativa. Essa teoria afirma que um aluno consegue aprender no momento em que é capaz de converter e expressar semelhança, em termos de significado, entre distintas linguagens ou formas representativas de ensino. A ideia defendida pelos autores vai contra a aprendizagem por eles denominada “mecânica”, onde os alunos apresentam apenas a capacidade de reprodução literal do conteúdo e não adquirem a capacidade de atribuir significado ao que está sendo trabalhado (AUSUBEL et al. 1980; LABURÚ et al. 2011).

Esta teoria aborda que o ponto mais importante no processo de aprendizagem são os conhecimentos adquiridos ao longo de sua vida, estes conhecimentos servirão de ancoras para novas ideias e aprendizagens, é exatamente este ciclo que se denomina como aprendizagem significativa. O professor deve ter em mente que o aluno é um indivíduo com conhecimentos, motivações, anseios, dificuldades, medos e desejos (CARVALHO et al. 2001).

Os avanços nas áreas de ciências e tecnologia passaram a se configurar como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social de um país. E o ensino de ciências também apresentou determinado crescimento, fundamentando vários movimentos de transformação do ensino. Fato histórico que evidenciou este crescimento foi quando durante a “guerra fria” os cursos de ciências buscavam incentivar jovens talentos a seguir carreiras científicas (KRASILCHIK, 2000).

Motivados pelo atraso do ensino de ciências em relação ao avanço científico e tecnológico os alunos frequentemente têm se questionado a respeito de por que se deve estudar física, química ou biologia, visto que não conseguem associá-las ao seu cotidiano. Nesse aspecto várias pesquisas são realizadas no intuito de incluir conceitos e questões que dêem significado a este ensino.

A necessidade por tornar os conteúdos científicos escolares mais atrativos e compreensíveis bem como de fazê-los úteis para a vida cotidiana deve ser uma questão importante a ser debatida no cenário educacional.

Uma teoria que também aborda a importância da contextualização do conteúdo é a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, a qual afirma que os conhecimentos empíricos que os alunos já possuem devem ser considerados precursores de conceitos científicos a serem adquiridos e o professor é a figura mediadora importante nesse processo (ALMEIDA; FALCÃO, 2005).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) para o ensino básico defendem que temas relevantes e atuais, como é o caso da Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia (N&N&Nb), merecem atenção no ensino de ciências moderno e contemporâneo. Dessa forma é essencial que os alunos conheçam este assunto e sua potencialidade, levando em consideração que os avanços em N&N&Nb podem resultar em uma grande revolução tecnológica.

O desenvolvimento da Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia (N&N&Nb) concretiza-se graças aos avanços dos estudos e pesquisas nas áreas de ciências (biologia, física e química) (LEONEL; SOUZA, 2009). Fatos que marcaram esses avanços foram: A invenção de instrumentos (microscópio de varredura por tunelamento eletrônico e microssondas eletrônicas de varredura) de visualização e manipulação da matéria (átomos e moléculas); O desenvolvimento de equipamentos capazes de produzir filmes finos e sólidos com controle de espessura em escala atômica

(TATSCH, 2011). A criação destes equipamentos está diretamente ligada ao desenvolvimento das N&N&Nb visto que o que caracteriza a aplicação destas é o uso de técnicas que possibilitam tanto a visualização quanto a manipulação da matéria em escala nanométrica ( $10^{-9}$ ).

Algumas universidades americanas vêm tentando implantar cursos sobre Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia para professores, com o objetivo de que estes professores possam atrair a atenção de seus alunos ao abordar um assunto atual e inovador. Os resultados alcançados por estes cursos têm demonstrado que esta prática é vantajosa não só pelo fato de levar um novo tema aos alunos, mas por entusiasmar os professores a conhecerem e compreenderem estes e outros temas das pesquisas em ciências (NICHOL; HUTCHINSON 2010).

## NANOCIÊNCIA, NANOTECNOLOGIA E NANBIOTECNOLOGIA

O uso de materiais em escala nanométrica ou nanoscópica não é recente. Há muito tempo o homem já produzia e utilizava materiais nesta dimensão (mesmo sem conhecer a natureza nanoscópica). Nos tempos da alquimia, obter e usar ouro e metais preciosos coloidais a fim de modificar a cor de vidros para a produção de cálices e vitrais de catedrais medievais já se tratava de manipulação da matéria em escala nanométrica. Com o desenvolvimento da Física Quântica, hoje sabemos devido ao conhecimento sobre o confinamento quântico eletrônico (que determina as alterações nas propriedades das substâncias em nanoescala) que materiais condutores podem apresentar comportamento e características de isolantes, e vice-versa (MENEZES, 2011).

Chaves (2002) aborda que no meio científico a expressão “*nano*” foi utilizada pela primeira vez em 1909, em um seminário da Sociedade Alemã de Zoologia, Hans Lohmann, professor da Universidade de Kiel, ao observar em seu microscópio óptico algas chamou-as de *Nanoplankton*.

A nanociência se trata do estudo e conhecimento de técnicas que compõem uma nova abordagem de investigação e desenvolvimento por meio do estudo de fenômenos e pela manipulação de materiais nas escalas atômica e molecular.

Quando os conhecimentos obtidos através da nanociência são transformados em produtos de consumo se dá o aparecimento da nanotecnologia, que por definição é a aplicação ou desenvolvimento tecnológico de dispositivos de alto desempenho com materiais que apresentam ao menos uma dimensão nanométrica (JOACHIM; PLEVERT, 2009). Dessa forma a nanotecnologia surgiu com pretensões sustentáveis e planejava miniaturizar vários processos produtivos, diminuindo a quantidade de matéria prima necessária e evitando alguns impactos ao meio ambiente.

A grande vantagem da manipulação de átomos e moléculas consiste no fato de que nesta escala nanoscópica os materiais passam a apresentar comportamento e propriedade diferentes (físicas, químicas, ópticas, elétricas, magnéticas, mecânicas e outras) de materiais em escalas maiores. É o que ocorre com o ouro ao ser dimensionado à escala nanoscópica, este sofre alteração em sua coloração mudando de amarelo para vermelho. A reatividade dos materiais é outra propriedade que se altera quando se trata de matéria nanométrica, alguns materiais que usualmente não reagem com determinadas substâncias passam a sofrer reações químicas diversas.

Ainda que as descobertas nanotecnológicas sejam recentes as possibilidades de aplicações parecem não ter limites, o que deverá se consumir em um verdadeiro desenvolvimento tecnológico.

A Nanociência se destaca, pois é um campo amplo e interdisciplinar, com envolvimento de diversas áreas, não se trata de uma tecnologia específica, e sim um

conjunto de técnicas que se baseiam em princípios da química, física, biologia, engenharia de materiais, computação, medicina, e outros.

Conceitualmente temos que a Nanobiotecnologia é uma aplicação da nanotecnologia nas ciências da vida. Por exemplo, para liberação de Fármacos: biodisponibilidade, liberação controlada, alvos dirigidos. Agentes de Imagem: Imagem de Ressonância Magnética (MRI), imagem de fluorescência de infravermelho curto (NIRF) combinado com MRI, descobrimento de fármacos, diagnósticos rápidos *ex-vivo*; Biossensores: aplicação *in vitro*, pesquisa básica, aplicação em diagnósticos (internos e intracelulares), aparelhos implantados, entre outros.

A tecnologia de liberação controlada de fármacos, por exemplo, também se configura como uma das conquistas da nanobiotecnologia, seu uso fornece inúmeras vantagens, como: maior eficácia terapêutica, liberação progressiva e controlada do fármaco, diminuição significativa da toxicidade, direcionamento a alvos específicos. Além das vantagens para o paciente, existem também os benefícios econômicos da aplicação dos nanofármacos como a utilização de doses mais baixas do fármaco, reutilização de medicamentos descartados pela sua toxidez e aumento do tempo de patente do medicamento (formulações) (DURÁN et al. 2003).

Tratamentos contra o câncer também podem ser realizados por meio da capacidade transportadora de um medicamento que funcione como uma nanopartícula projetada para introduzir o fármaco anticancerígeno nas células do tumor.

Considerando que os medicamentos quimioterápicos para o câncer precisam ser administrados em altas doses para que possam destruir as células tumorais e, sendo altamente tóxicos, acabam afetando também os tecidos normais do organismo, podendo gerar até mesmo um câncer secundário, esta aplicação da nanobiotecnologia assume importância considerável. É uma forma de se obter a maximização do efeito da droga, minimizando seus efeitos colaterais e seus resultados podem representar um grande salto para o combate a esta patologia (DURÁN et al. 2003).

Na literatura dos livros do ensino básico a abordagem sobre um tema tão importante que é a nanobiotecnologia é relativamente pequena, apesar de que na atualidade existem muitas aplicações desta, como já citado, tanto o professor como o aluno não estão acompanhando este desenvolvimento científico e tecnológico.

Mesmo havendo diversos produtos sendo elaborados, devido aos avanços da N&N&Nb, a maior parte da população ainda não conhece. É preocupante o fato de que o ensino de ciências, em especial o de biologia, física e química no nível médio, não tenha conseguido acompanhar estes avanços, fato que o afasta dos temas que os alunos mais se interessem e necessitam compreender para alcançar uma educação científica e tecnológica (LEONEL; SOUZA, 2009).

Estudos realizados por Basso et al. (2009) comprovaram que o tema Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia pode ser um fio condutor para aproximar os conteúdos curriculares ao cotidiano do aluno. Para isto é importante que o professor esteja bastante envolvido com o assunto, tornando-se mais motivado e criativo ao elaborar as atividades a ser realizadas. Quanto mais familiarizados estiverem com o tema, mais abrangentes serão os caminhos a percorrer.

Apesar de algumas limitações, os livros didáticos vêm buscando evoluir na proposta de abordar temas científicos e tecnológicos atuais, sobretudo no aspecto de uma educação científica. Alguns textos, fotos e esquemas apresentados podem ser trabalhados em sala de aula a fim de estabelecer uma relação entre os avanços tecnológicos, as situações práticas cotidianas e aspectos do desenvolvimento do conhecimento científico (RICHETTI, et al. 2009)

É nessa perspectiva que o presente trabalho propôs a divulgação do tema Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia em escolas de ensino médio no Estado do Acre. Este trabalho é considerado relevante porque além da divulgação do conhecimento científico, foi possível despertar a curiosidade e o interesse dos alunos pelas disciplinas de Biologia, Física e Química, o que leva a diminuição dos altos níveis de reprovação nestas disciplinas e a dissociação dos conteúdos abordados com o cotidiano dos alunos e professores.

## METODOLOGIA

Aplicou-se uma metodologia de exposição dos conceitos do tema supramencionado na *Escola Professor José Rodrigues Leite*, localizada no Centro de Rio Branco – Acre.

### a) Apresentação teórica sobre Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia

Foram realizados encontros para apresentações sobre o tema trabalhado. Utilizou-se *slides* com o histórico, cronologia dos principais fatos, conceitos importantes, figuras, abordagens e aplicações da nanotecnológicas.

### b) Trabalho extraclasse sobre as aplicações da Nanotecnologia e Nanobiotecnologia

Os alunos realizaram pesquisa em jornais, *internet*, revistas sobre os produtos que estão sendo desenvolvidos ou que já foram produzidos graças aos avanços da Nanotecnologia e Nanobiotecnologia e em seguida, apresentaram os resultados oralmente para os demais colegas e professores.

### c) Exibição de filme com abordagem do tema

O filme “*Viagem Insólita*” (1987), foi exibido como forma de relacionar a miniaturização dos materiais pela Nanotecnologia. Após a exibição os alunos confeccionaram um texto na forma de relatório sobre o que compreenderam do filme e como poderiam associar o que assistiram com os conceitos que já aprenderam sobre N&N&Nb. Em seguida os conteúdos dos textos foram debatidos na sala de aula.

### d) Experimentos de baixo custo

Baseado no artigo “Nanociência de baixo custo em casa e na escola” (SCHULZ, 2007) foram apresentados experimentos com materiais comuns que possibilitassem ao aluno contextualizar conceitos vistos nas primeiras aulas a respeito da Nanociência. Um roteiro com todos os experimentos realizados na sala de aula foi elaborado e distribuído entre os alunos. Ao término das demonstrações foi realizado um debate sobre o que foi visto e posteriormente, os alunos confeccionaram um relatório sobre a experimentação.

### e) Produção textual

Após todas as abordagens sobre o tema N&N&Nb com filmes, documentários, teoria, experimentos, reportagens os alunos foram estimulados a realizar uma produção textual acerca dos conhecimentos adquiridos com as aulas. Os textos foram lidos e realizou-se um debate sobre o que os alunos haviam relatado.

### f) Questionário: Avaliação do entendimento do conteúdo

Um questionário foi fornecido e resolvido pelos alunos com questões sobre os conteúdos apresentados nas aulas. Houve uma correção comentada das respostas para que dúvidas ainda permanentes pudessem ser esclarecidas. Neste questionário não havia local para identificação dos participantes.

g) Questionário: Avaliação do desempenho das aulas

Foi solicitado aos alunos e professores participantes que respondessem a outro questionário com questões sobre os métodos e técnicas utilizadas na aula. Também através deste questionário foi possível tomar conhecimentos de quantos alunos já tinham um conhecimento prévio sobre N&N&Nb. Neste questionário também não havia local para identificação dos participantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de introduzir o tema Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia (N&N&Nb) no ensino de biologia, física e química no nível médio as aulas foram realizadas para alunos da segunda série do Ensino Médio da rede estadual de Rio Branco – Acre, durante as aulas – intituladas como *Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia: O Mundo Nano na Educação* – foram utilizados vídeos com documentários, filme, apresentações em slides, artigos científicos e debates sobre o tema. A escolha do local foi feita baseada simplesmente na afinidade com os professores e a direção da escola e, a turma com que se trabalhou foi indicada pelo professor da disciplina de Química.

Além da divulgação da N&N&Nb, com este trabalho foi possível despertar interesse dos professores de física, química e biologia, e incentivá-los a tratar assuntos como estes nas salas de aulas, mostrando que as ciências dos últimos séculos constituem conhecimentos estruturados e as explicações apresentam fenômenos que acontecem no mundo atômico.

Durante a realização das aulas foram utilizadas metodologias pedagógicas que pudessem acarretar numa maior compreensão/relação desse tema com a realidade cotidiana dos alunos, buscando entender o professor como um mediador do processo ensino-aprendizagem. Freire (1996) sugere que a perspectiva de ensinar não é uma simples transferência de conhecimento, e sim, a criação de possibilidades para a produção ou construção do conhecimento.

O estudo do tema foco deste trabalho ressalta a importância do desenvolvimento da nanotecnologia o que tem permitido a criação de novos métodos e técnicas, com aplicabilidade em diferentes procedimentos industriais: produção de alimentos, cosméticos, roupas, etc. Neste âmbito, é possível identificar diversas maneiras de discutir este tema, sendo que estas discussões devem ser ponto para atividades da educação científica e técnica, no ambiente da sala de aula, contextualizando especialmente as abordagens de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

O público alvo escolhido foram alunos e professores do ensino médio, pois se acredita na importância de divulgar saberes científico a eles. Levar conteúdo que, a priori, são restritos ao mundo acadêmico a alunos que não concluíram o ensino básico pode resultar em vários benefícios, inclusive, durante a realização das provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) onde são exigidos conhecimentos contextualizados sobre temas diversos e, a abordagem de N&N&Nb vem estando presente neste e em outros exames.

Com as respostas do questionário avaliativo das aulas pode-se identificar que a maioria dos alunos, 69,4%, nunca tinha ouvido falar a respeito de N&N&Nb. Aqueles que responderam que já tinham conhecimento sobre o tema, 30,6%, afirmaram que o contato foi através da internet (54%), revistas e jornais (23%) e televisão (23%).

Ainda baseado nas respostas dos questionários todos os alunos afirmaram que conseguiram compreender o tema abordado ao término das atividades, e 97,2% deles mencionaram acreditar que se trata de um tema de grande relevância para a sociedade e 86,1% veem aplicação prática deste em sua vida cotidiana.

Quanto à abordagem do conteúdo em seu nível de escolaridade todos os participantes afirmaram que é muito importante e fizeram menção às provas do ENEM onde o conteúdo possui grande possibilidade de ser cobrado. Outros afirmaram que a importância vem do fato de ser um tema da atualidade e que deve contribuir nas conquistas tecnológicas futuras. Em geral, as substâncias nanotecnológicas estão aplicadas em produtos têxteis, produtos para a prática de esportes, cosméticos e protetores solares, peças de veículos e componentes de eletroeletrônicos e embalagens. Houve também comentários acerca de que produtos minúsculos (e nanos) com altas capacidades (de armazenamento, por exemplo: *notebook*, celular, *ipod*, *tablet*, etc.) já estão sendo utilizados por muitas pessoas e a maioria desconhece os processos de manipulação e conceitos envolvidos em sua fabricação.

A divulgação científica do tema alvo deste trabalho foi bastante proveitosa pelo fato de que grande parte dos participantes afirmou ser interessante transmitir o conteúdo que aprenderam para outras pessoas. A parcela que confirmou divulgar ainda mais este conhecimento corresponde a 97,2%.

Os participantes avaliaram o desempenho das aulas classificando como totalmente satisfatório, e 100% dos alunos afirmaram que as apresentações foram eficientes, os materiais didáticos impressos disponibilizados foram apropriados, assim como, os materiais digitais (filme, documentários, reportagens e *slides*). Nas aulas o que mais chamou a atenção dos alunos foi a apresentação em slides (44,4% dos participantes), seguida pela realização dos experimentos (38,9% dos participantes), exibição do filme (36,1%) e textos (27,8%) – a soma das respostas ultrapassa 100% pois era permitido assinalar mais de uma atividade. O conceito atribuído a metodologia aplicada nas aulas foi ótimo, por 55,5% dos alunos. Apenas um aluno classificou a metodologia como regular e nenhum a classificou como ruim, aqueles que a classificaram como boa corresponde a uma parcela de 41,7%.

Conforme mencionado na metodologia, também foi aplicado aos participantes outro questionário sobre o entendimento do conteúdo abordado. Tal questionário era composto por onze questões discursivas que abordavam os conhecimentos apresentados durante as aulas. O desempenho da turma em relação a este questionário foi bastante motivador, pois, dos 36 alunos que o responderam, 72,2% acertaram a metade ou mais da metade das respostas e, 19,4% tiveram aproveitamento excelente, acertando todas as respostas. Em relação a um aproveitamento regular, referente a alunos que acertaram até quatro questões, foi obtido um percentual de 19,4%.

Durante as apresentações alguns registros fotográficos foram realizados e estão dispostos abaixo nas Figuras 1 e 2, onde retratam momentos de interação entre professor – aluno, mostrando os conteúdos teóricos e suas respectivas aplicações práticas na forma de experimentos.



Figura 1: A e B – Apresentações durante as aulas; C– Materiais utilizados em um dos Experimentos; D – Explicação do conteúdo



Figura 2: Turma de alunos que participou do trabalho

Muitas vezes imagina-se que conhecer e compreender os conceitos de N&N&Nb é uma tarefa relacionada com atividades realizadas em laboratórios altamente sofisticados e caros. Este tipo de associação apresenta a tendência em criar barreiras à predisposição de crianças, jovens e adultos leigos em se interessar pelo tema. O uso de atividades experimentais durante as aulas com materiais de baixo custo e fácil acesso como ferramenta pedagógica auxiliou na compreensão do tema e foi altamente vantajoso

para a aproximação dos alunos à ciência, tecnologia e inovação em um ambiente habitual para estes – a sala de aula. Vale ressaltar que a imagem ocupa um lugar essencial para que os alunos tenham uma noção de forma do que está sendo estudado e, isto é aplicável tanto nos trabalhos experimentais quanto nos de simulação (MARCOVICH; SHINN, 2009)

As atividades experimentais foram realizadas na própria sala de aula, pois se tratavam de experimentos simples e que não ofereciam risco algum aos participantes, além de que, devido ao fato de a turma ser numerosa – 38 alunos – seria inviável realizar esta atividade no laboratório da escola que é pequeno. Os experimentos utilizados foram retirados de um artigo científico realizado por Schulz (2007) que aborda a utilização de atividades práticas de fácil realização. Os alunos participantes demonstraram interesse pelo assunto e mencionaram a pretensão de divulgar os conhecimentos adquiridos em casa e em outros lugares que frequentam.

## CONCLUSÕES

O fato de o tema depender dos saberes de várias disciplinas para ser bem entendido, o posiciona em uma situação privilegiada, na perspectiva da ECT e CTS abordada neste trabalho.

Acredita-se que na perspectiva da ECT a N&N&Nb poderá ser desmistificada, passando a ter outro significado para os alunos e professores. Esse conjunto de atividades e experimentos simples permite uma aproximação ao mundo da nanociência para estudantes do ensino médio e essa aproximação pode ser feita tanto em sala de aula, em outro ambiente escolar ou mesmo em casa, desde que de maneira supervisionada. O conteúdo exposto aqui pode ser discutido em 3 ou 4 aulas de 50 min.

Com base no questionário de avaliação do desempenho das aulas é possível constatar que os alunos ficaram satisfeitos com a metodologia e os materiais utilizados, com o modo como o conteúdo foi exposto e com a duração das atividades. O questionário de avaliação do entendimento do conteúdo mostra que os alunos assimilaram os conceitos apresentados, tendo, a maioria deles acertado mais da metade das respostas. Portanto, observa-se que é possível, mesmo que de forma pontual, apresentar aos alunos, tópicos de Nanociência com uma linguagem simples e objetiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. V. de; FALCÃO, J. T. da R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência e Educação**, Recife, v. 11, n. 1, p. 17-32, 2005.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BASSO, N. R. S.; ROCHA FILHO, J. B.; BORGES, R. M. R. **Nanotecnologia e Citologia na formação de professores de Ciências**. In.: Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009.

CARVALHO, A. C. B. D. de; PORTO, A. J. V.; BELHOT, R. V. Aprendizagem significativa no Ensino de Engenharia. **Revista Produção**, São Paulo, v. 11, n. 1, 2001.

CHAVES, A. Nanociências e Nanotecnologia. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. Campinas, 2002. Disponível em: < <http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano17.htm>>. Acesso em: 28 set. 2011.

DURÁN, N.; MARCELO, M. M. A. de. **O que é Nanobiotecnologia? Atualidades e Perspectivas**. UNICAMP. Campinas, 2003.

VIAGEM Insólita. Produção de Michael Finnell, direção de Joe Dante. Estados Unidos, 1987. Meio eletrônico, 120 min. color. som.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Traducción de Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FREIRE, P. Educação e Participação comunitária. *Inovação*, n. 9, 305-312. 1996.

JOACHIM, C.; PLEVERT, L. **Nanociências**: a revolução do invisível. Tradução: André Teles. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2009.

KRASILCHIK, M. **Reformas e Realidade**: o caso do ensino das ciências. São Paulo em perspectiva, São Paulo, n. 14, p. 85-93, 2000.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. da. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência e Educação**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011.

LEONEL, A. A.; SOUZA, C. A. **Nanociência e Nanotecnologia para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na Perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. 2009.

MARCOVICH, A.; SHINN, T. **Forma, epistemologia e imagem nas nanociências. Scientiae studia**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 41-62, 2009.

MENEZES, F. D. **Síntese e caracterização de nanocristais luminescentes baseados em semicondutores II – VI para fins de aplicação como biomarcadores**. Recife, 2006. Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/61682751/2/%E2%80%93-Confinamento-Quantico>>. Acesso em: 06 dez. 2011.

NICHOL, C. A.; HUTCHINSON, J. S. Professional Development for teachers in Nanotechnology using Distance learning technologies. **Journal of nano education**, v. 2, p. 37-47, 2010.

RICHETTI, G. P.; MILARÉ, T.; ALVES FILHO, J. de P. Uma análise dos direcionamentos da abordagem de reações químicas em livros de ciências do ensino fundamental. In.: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. 2009.

SCHULZ, P. A. B. Nanociência de baixo custo em casa e na escola. **Física na Escola**, Campinas, n. 1, p. 4-9, 2007.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO ACRE (SEE). **Ensino Médio**. 2010.  
Disponível em: <<http://www.see.ac.gov.br/portal/index.php/duvidas-frequentes>>.  
Acesso em: 07 dez. 2011.

TATSCH, P. J. **Deposição de filmes finos**. In.: V Oficina de microeletrônica. Disponível em: <<https://mail-attachment.googleusercontent.com>>. Acesso em: 06 dez. 2011.